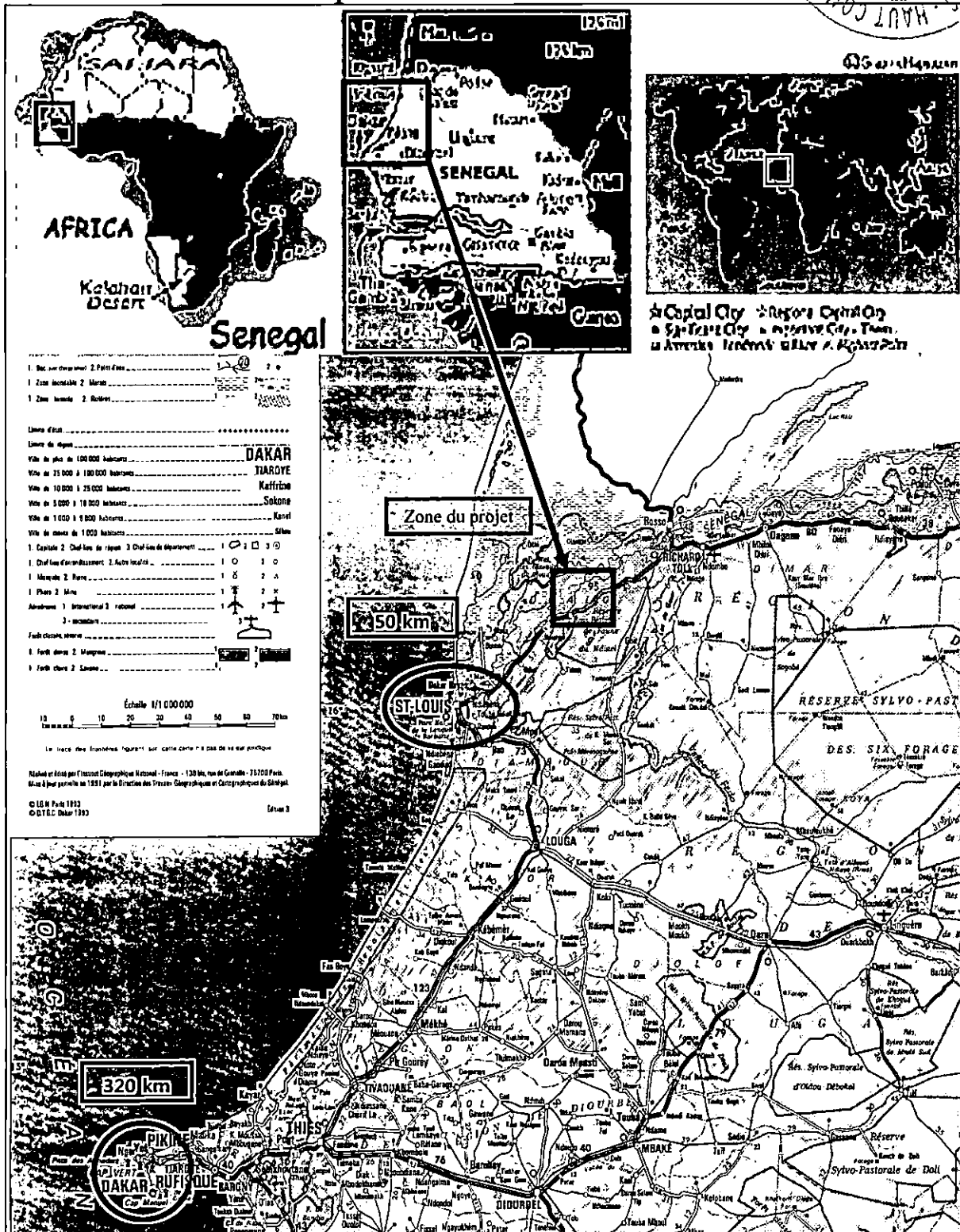
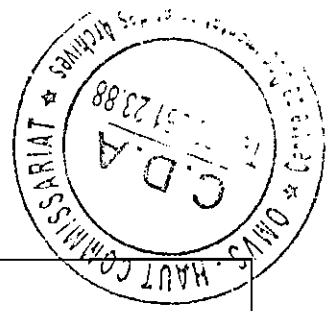
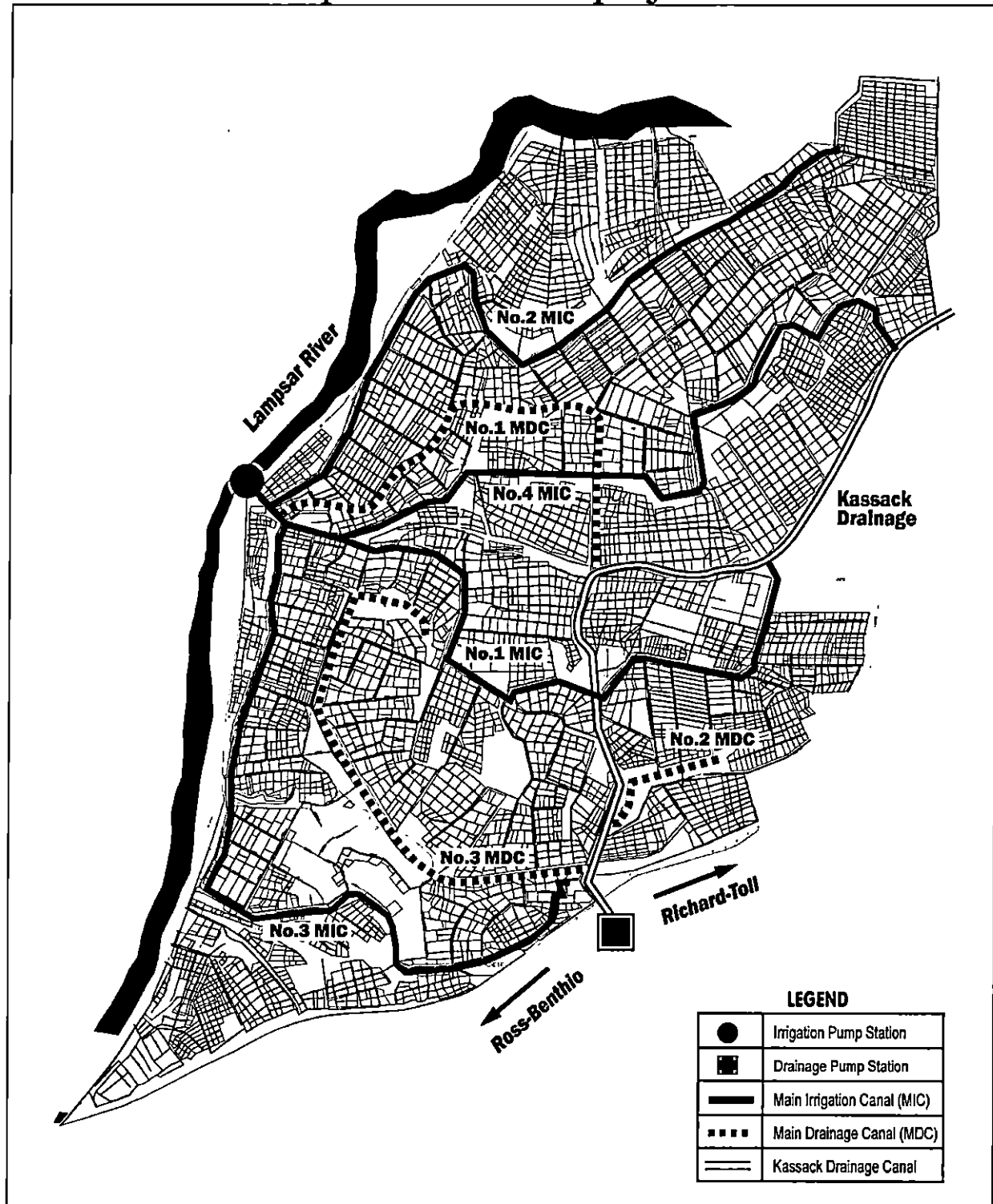


# Emplacement de la carte



# présentation du projet



Etude de faisabilité et Conception de base pour le Projet  
de réhabilitation du périmètre de Grand Digue Tellel, Sénégal

## I . Faisabilité

## SOMMAIRE

### 1. INTRODUCTION

#### 1.1 Envergure du Projet

Les domaines couverts par le projet sont l'étude de faisabilité et l'avant-projet sommaire pour la réhabilitation et l'extension du périmètre irrigué pour une surface totale de 3 000 ha qui comprennent les 2 500 ha existants et une extension sur 500 ha dans la zone de Grande Digue-Tellé. Ils incluent les investigations sur le terrain, l'étude de faisabilité et l'avant-projet sommaire par l'envoi de Consultants chargés de la gestion du Projet (PMC), avec des stages pour officiels Sénégalais et personnels intervenant dans le Projet, et la fourniture d'équipements et de véhicules.

#### 1.2 Justification du Projet

Le Gouvernement Sénégalais donne une grande priorité au développement rural et à l'autosuffisance alimentaire et à l'exécution de diverses politiques agricoles dont: la stratégie de réduction de la pauvreté (PRSP), la stratégie de croissance accélérée (SCA), le plan d'autosuffisance en riz (PNAR), et une politique de retour des jeunes en zone rurale, et particulièrement depuis 2008, le Gouvernement Sénégalais envisage d'aménager 150,000 à 200,000 ha de périmètres irrigués jusqu'en 2015 pour atteindre l'autosuffisance en riz grâce à la stratégie de développement agricole (GOANA) pour l'accroissement de la production agricole ainsi que du revenu des agriculteurs, et limiter la sortie de devises, etc.

Ce projet, avec l'éradication de la pauvreté grâce au développement de l'irrigation, devrait contribuer à l'expansion de la zone verte par l'apport d'eau d'irrigation, les cultures pouvant être pratiquées même en saison sèche et aussi contribuer à l'amélioration de l'environnement grâce à la lutte contre la désertification et ainsi contribuer à la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD).

Grâce à la réalisation du Projet, la production de riz dans la zone de Grande Digue Tellé croîtra des 4,000 tonnes actuels à 21,000 tonnes, ce qui aidera l'économie Sénégalaise en réduisant d'environ 3% les importations de riz.

Les zones aménagées non exploitées augmentent en surface à cause d'une maintenance insuffisante. Ce projet devrait être un bon exemple d'aménagement où la double culture est pratiquée au lieu de l'actuelle campagne unique en hivernage pendant que la double culture est normalement possible.

Quand ce projet sera terminé, 15,000 résidents de la Communauté Rurale de Ross Bethio en tireront profit immédiatement, il y aura des effets induits dans les domaines agricoles et industriels, tout en contribuant simultanément à la réalisation de l'objectif final du projet : le développement rural et l'éradication de la pauvreté ainsi que l'autosuffisance alimentaire des résidents.

Le Sénégal fait partie des pays les moins développés avec un revenu par tête d'habitant de \$ 888 (en 2006) ; environ 70% de la population vit dans les zones rurales et 60% de la population active vit dans ces zones rurales. L'Agriculture représente 20% du PIB, l'augmentation de la productivité



agricole est comparativement un avantage dans la stratégie de développement national et pour cette raison, l'accroissement du revenu des agriculteurs grâce au développement des zones rurales est une priorité dans le plan de développement national. Spécifiquement, la zone du projet étant la zone centrale d'agriculture, l'amélioration du système d'irrigation a une valeur significative dans les communautés locales.

## **2. LA ZONE DU PROJET**

### **2.1 La Condition Naturelle de la Zone du Projet**

La Commune de Ross-Bethio où le Projet "Etude de Faisabilité pour la Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" est basé est située à 325km de la capitale du Sénégal, Dakar. La durée du trajet de Dakar à Ross-Bethio est de 5heures en voiture. La distance par rapport à Saint-Louis, la deuxième ville du pays située dans le nord du Sénégal, jusqu'à Ross-Béthio est de 55 km et cela correspond à environ une heure de route.

La topographie du delta du Fleuve Sénégal situé dans le nord du pays est plate, sans montagnes. La pluviométrie annuelle dans cette zone est inférieure à 350 mm, insuffisante pour la mise en culture des terres. Mais les ressources en eau sont suffisantes et l'irrigation est possible par pompage à partir du fleuve Sénégal ou des eaux des défluent connectés à la retenue du barrage de Diama.

Les sols de la zone du projet, qui sont des évolutions des dépôts fluviaux marins, sont des types Hollaldé, Faux Hollaldé et Fondé. Les sols Hollaldé ont une importante teneur en argile qui varie de 50% à 75% et une très faible perméabilité. Les sols Faux Hollaldé sont argilo-limoneux avec 30% à 50% d'argile et une très faible perméabilité. Les sols Fondé sont limoneux avec 10% to 30% d'argile et une faible perméabilité.

### **2.2 Condition Socio-Economique du Pays**

#### **1) Vue d'Ensemble de l'Economie Nationale**

L'économie nationale consistait pour 57.1% d'industries du service, 21.7% d'industries manufacturières et d'ingénierie, et 21.2% pour l'agriculture en 1988. Ces proportions ont continué jusqu'en 2008, année où les industries du service contaient pour 62.6%, les industries manufacturières et d'ingénierie pour 21.7%, et l'agriculture pour 15.7% (Tableau 2.4). Au cours des 22 dernières années, la part des industries du service s'est accrue de 5.5% et celle de l'agriculture a baissé de 5.5%.

Le taux de croissance annuel de 1988 à 1998 est de 3.3% dans les industries manufacturières et 2.0% dans les industries de service, montrant un taux de croissance relativement élevé, et ce taux est de 1.3% dans le cas des industries agricoles. Les industries du service ont eu un taux de croissance annuelle élevé de 6.0% pendant la période de 1998 à 2008, cependant, les industries manufacturières ont enregistré une croissance de 3.8% et pour l'agriculture 1.3%, ne présentant aucune grande différence par rapport à la décennie précédente. Dans le cas de 2008, l'agriculture a eu un taux de croissance remarquable de 19.6% et pour les industries de service ce taux a été de 5.6%, cependant, les industries manufacturières ont eu un taux de croissance négatif de -3.2%.

## 2) Conditions Socio-Economiques de la Zone du Project

Le nombre de ménages de la Commune de Ross Bethio est de 5,608 et, parmi eux, 2,329 ménages résident dans la zone du projet (Tableau 2.16). Donc, 50% des résidents de la commune de Ross Bethio bénéficient du Project. Le village de Ross Bethio a 1,105 ménages, ce qui constitue environ 50% du nombre total de ménages bénéficiaires.

Les principales occupations des 2,329 ménages bénéficiaires sont 1,338 ménages dans l'agriculture, puis viennent 338 ménages dans l'élevage et 46 dans la pisciculture.

La population de la commune de Ross Bethio est de 51,278 dont 25,525 hommes et 25,753 femmes. La population de la zone du Projet est de 15,947 dont 7,938 hommes et 8,009 femmes (Tableau 2.17). La population du village de Rosso Bethio est de 7,568, ce qui constitue à peu près 50% de la population totale de la zone du Project.

Les produits agricoles produits à Ross Bethio, la zone du Projet, sont commercialisés principalement à Dakar et St. Louis. En particulier le riz produit dans la zone du Projet est vendu principalement à Dakar sous forme de paddy, et une partie du paddy est usinée dans la zone du Project et vendue à St. Louis ou à Dakar. Les intrants agricoles tels les semences et les engrais sont fournis à la zone du Projet de Dakar via St. Louis. D'autres produits nécessaires sont fournis à la zone du Project à partir de Dakar via St. Louis.

## 2.3 Agriculture and Développement Agricole au Sénégal

### 1) Condition de l'Agriculture au Sénégal

Environ 23 pour cent des Sénégalais étaient considérés comme pauvres en 2003 (2.2 millions de personnes, IFAD). Quand on compare la consommation alimentaire de la période de 1995 à 1997 à celle de la période de 2001 to 2003, le taux moyen de croissance de la consommation alimentaire qui a été de 2.8 pour cent, a dépassé le taux de croissance de la population qui lui a été de , 2.4 pour cent. Donc, il incombe au Gouvernement Sénégalais la tâche de résoudre le problème du déficit alimentaire en améliorant la productivité agricole.

La production agricole a eu tendance à décroître. Quand on compare les indices de production alimentaire, sur la base des moyennes de 1999 à 2001 (100), l'indice de 2003 est tombé à 82 soit 1,486 mille tonnes, et est de nouveau tombé à 72 soit 1,297 mille tonnes en 2007.

Grâce à la vigoureuse politique du Gouvernement pour la production alimentaire, "le Plan GOANA", cette production alimentaire est montée à 1,732 mille tonnes en 2008.

Le riz, qui est l'un des aliments de base des Sénégalais, est surtout importé. La quantité de riz importée a été d'environ 0.6 à 0.7 million de tonnes annuellement. En 2007, les importations de riz ont atteint 1.0 million de tonnes. La raison est que la production de riz n'a pas pu suivre la croissance de la consommation et a ainsi augmenté les importations de riz. Les Sénégalais préfèrent le riz brisé qui convient plus pour la préparation du Tiéboudieune, un plat traditionnel Sénégalais. A peu près 94 pour cent du riz importé est du type brisé, et cela permet d'économiser des devises à cause des prix plus bas sur le marché international du riz.

Les surfaces de cultures vivrières récoltées en 2008 sont montées à 1,697 mille ha à partir de 1,267 mille ha en 2001. Par conséquent, la production alimentaire a cru de 1,191 mille M/T à 1,732 mille M/T pour la même période. Les variations des surfaces récoltées entre 2001 et 2007 ont été de 1,267 mille ha à 1,511 mille ha, et les variations de la production ont été de 1,053 mille M/T à 1,236 mille M/T pour la même période. Les variations de la production et des surfaces récoltées sont dépendantes des conditions climatiques, telles que la pluviométrie et la température. Se référer à la Figure 2.6.

## **2) Conditions de l'Agriculture dans la Zone du Projet**

Il y a 5,048 travailleurs agricoles, 4,022 d'entre eux sont des travailleurs à temps plein, et 1,026 sont à temps partiel dans 7 villages. La proportion de femmes travailleuses est plus basse, 33.5 pour cent, et elles font des travaux simples comme la récolte. Le nombre moyen de travailleurs par famille est de 2.17 personnes. (Se référer au Tableau 2.27).

Le principal groupe ethnique dans la zone du Projet est Wolof, et il y a des Peulhs et d'autres groupes ethniques sont présents tout autour de la zone du Projet.

Il y a 41,196 têtes de bétail dans la zone du Projet: des vaches, des brebis, des chèvres et des ânes. Les prix de vente à la ferme d'élevage sont: vaches, les prix variant de FCFA 160,000 à 228,000; brebis, de FCFA 40,000 à 70,000; chèvres de FCFA 17,500 à 42,500; ânes de FCFA 31,000 à 60,000; et poules de FCFA 1,000 à 2,500.

Il y a 11 tracteurs dans les villages liés au Projet. La zone du village de Ross-Béthio est une sorte de centre pour l'agriculture dans la Commune, et il y a des décortiqueuses et des entreprises de location de matériels agricoles et des privés détenteurs de matériels dans la zone du village de Ross-Béthio. Ces entreprises/prestataires privés et détenteurs de machines de transformation font des affaires non seulement pour le Projet Grande Digue-Tellel mais aussi pour les zones environnantes.

Les saisons de culture dans la zone du Projet peuvent être divisées en trois (3) saisons: i) Saison des pluies (Août-Novembre); ii) Saison sèche froide (Décembre-Mars); et Saison sèche chaude (Avril-Juillet). Si l'eau d'irrigation est en quantité suffisante, il est possible d'avoir deux saisons de culture du riz pendant la saison des pluies et la saison sèche chaude, et en plus il est possible de faire des cultures maraîchères en saison sèche froide. La Figure 2.9 montre la pratique des cultures dans la zone du Projet.

Le riz est la principale culture. Mais à cause du stade de dégradation avancé du réseau d'irrigation et à cause de problèmes de drainage, les chiffres du rendement par hectare sont clairement en dessous de la moyenne pour la Délégation de Dagana (la zone géographique où est situé le périmètre): ici c'est 4.3 tonnes par ha de riz paddy alors qu'ailleurs c'est 5 à 6 tonnes par ha. Ces problèmes techniques ont conduit à une faible intensité culturale.

Les zones irrigables existantes sont de 1,690 ha dans la zone du Périmètre de Grande Digue-Tellel, et 1,308 ha dans les zones avoisinantes où les paysans utilisent des pompes privées, certaines de ces basses terres pouvant être irriguées par gravité. D'après les 59 GIEs, et SV interrogés, les zones de culture ont varié d'année en année. Les surfaces réellement cultivées en riz ont été de 1,746 ha pendant la saison des pluies, et 166 ha pendant la saison sèche chaude en 2009.

## 2.4 Condition (Etat) des Réseaux d'Irrigation et de Drainage

Le Projet, réalisé en 1977 avec l'aide du Gouvernement Français, était un projet d'irrigation fournissant de l'eau d'irrigation à 2,500 ha avec des équipements d'irrigation qui comprennent une station de pompage, des canaux principaux, secondaire et tertiaires d'irrigation et de drainage, et des ouvrages sur réseau. Mais en l'état actuel des équipements d'irrigation après 33 ans depuis la construction, la productivité a sérieusement baissé à cause de la chute de l'efficacité du réseau d'irrigation, chute due à la détérioration du réseau d'irrigation et dans les pires cas, il y a eu abandon et la surface cultivée a graduellement baissé. Les années passées, la SAED a commencé la réhabilitation des périmètres irrigués mais la remise en état n'était pas possible parce que les installations étaient trop vieilles et la surface était trop grande.

Les canaux principaux et secondaires existants du projet sont en terre avec une section trapézoïdale, et ces sections ont été maintenues sans entretien approprié, ils sont déformés par la sédimentation sur le fond des canaux, l'érosion des talus, la couverture de la section du canal par les herbes, et spécialement la détérioration des ouvrages sur réseau et ont besoin d'une réhabilitation ou d'une construction nouvelle.

La station de pompage a été construite en 1977, le débit des pompes est de 5.4 m<sup>3</sup>/sec et le type de pompe est à axe vertical et le nombre de pompes installées est quatre. Les équipements de pompage ont été remplacés en 2009 à cause de l'usure et fonctionnent actuellement.

Pour irriguer la surface nette de Grande Digue & Tellel de 2,175 ha, 4 canaux principaux d'une longueur totale de 28.4 km, 2 canaux latéraux et environ 50 canaux tertiaires sont envisagés.

Tous les principaux et tous les secondaires ont la même cote de plafond de EL +0.45m. La cote des cavaliers est de EL +2.70 m, la cote plan d'eau envisagée est de EL +2.20m. Donc, la pente longitudinale des canaux est nulle. Section transversale des canaux d'irrigation: tous les canaux sont en terre avec une section trapézoïdale. Les tirants d'eau de tous les principaux et latéraux sont de 1.75 m, et les revanches sont entre 0.45 ~ 0.55 m selon les dimensions des canaux, avec 0.4 m dans les canaux d'irrigation tertiaires. Les talus des canaux sont 1:1.5, avec des risbermes de 1 m entre le T.N et le cavalier. Egalement, 1 m de risbermes à l'élévation qui convient dans le cas de pentes particulières.

Pour le drainage l'aménagement de Grande Digue & Tellel (2,175 ha), environ 20 km de longueur de drains sont prévus; 3 drains principaux, 3 drains latéraux et des drains tertiaux.

Les canaux principaux d'irrigation No. 1 ~ No. 4 ont 47 ouvrages vannés. Il n'y a aucun ouvrage sauf un tuyau à l'entrée de l'ouvrage, mais aussi un ouvrage en béton à la sortie avec deux ou trois vanes pour contrôler les niveaux d'eau dans les canaux tertiaires. Là où deux ou plus de deux canaux partent d'un canal, des ouvrages de répartition en béton sont construits. La plupart des ouvrages de prise sont détériorés. Il y a 12 dalots pour le passage des pistes, 1 siphon inversé, tous les ouvrages avec tuyau et 15 dalots pour canaux d'irrigation franchissant des canaux de drainage.

Les pistes à l'intérieur de la zone du projet ne sont pas revêtues mais le réseau est bien organisé le long des canaux principaux d'irrigation et de drainage.

### **3. LE PROJET**

#### **3.1 Levés sur le terrain**

Chaque specialist PMC a visité le terrain avec l'équipe appropriée pour la collecte de données pour l'étude de faisabilité. Pour collecter les données relatives au projet, ils ont visité principalement SAED, le Centre de Documentation à NDIAYE, la Délégation de Dagana de la SAED, et d'autres organisations en relation avec le Projet.

Les levés topographiques, les analyses géotechniques, les analyses pédologiques, les études hydrologiques, et les analyses agricoles et agro-économiques ont été effectués sur la base de contrats avec des compagnies locales spécialisées.

#### **3.2 Revue de la Fourniture d'Eau d'Irrigation**

La zone du projet est irriguée à partir du marigot Lampsar qui est un défluent du fleuve Sénégal . Avant la construction du barrage de Diama dans le Delta du fleuve Sénégal, il était nécessaire de pomper l'eau à partir du fleuve Sénégal parce que le niveau de l'eau du fleuve était bas en saison sèche. Mais après la construction du barrage de Diama , l'eau du fleuve Sénégal peut être introduite dans le Lampsar à partir de l'ouvrage G et de l'ouvrage de Ronq à travers le Gorom Amont et le Gorom Aval parce que le niveau d'eau du fleuve Sénégal peut être maintenu constant grâce au barrage de Diama maintenant. Ainsi, les installations de pompe sont utilisées comme auxiliaires.

Cependant, les plantes aquatiques se multiplient dans les marigots et des points hauts se sont formés dans les chenaux. Pour cette raison, des pertes de charge se produisent dans les chenaux et les débits prévus ne sont pas atteints dans la situation présente.

Selon le Schéma Hydraulique produit en 2006 par le Bureau d'Etudes Français BCEOM, la surface aménageable dans la zone de Delta, y compris la zone de ce Projet , a été estimée à 33,470 ha et les besoins en eau d'irrigation ont été estimés à 89.8m<sup>3</sup>/s au maximum et 55.1m<sup>3</sup>/s en moyenne. Pour satisfaire cette demande, la SAED a travaillé à l'amélioration des infrastructures hydrauliques et des chenaux dans les marigots Gorom et Lampsar..

L'intervention des divers projets inclut le recalibrage et l'aménagement de 50km de chenaux(MCA 25km, 3PRD 25km) et l'amélioration de la capacité de l'ouvrage G de sorte que le débit d'écoulement naturel croisse de 20 m<sup>3</sup>/s à 30m<sup>3</sup>/s, l'amélioration de la capacité de l'ouvrage de Ronkh de sorte que l'écoulement gravitaire et le pompage fasse monter le débit d'environ 8.3m<sup>3</sup>/s à 17.5 m<sup>3</sup>/s, et l'amélioration des infrastructures hydrauliques de Boundoum. Une fois que ces projets sont réalisés , la capacité totale de fourniture d'eau d'irrigation atteindra 87.5 m<sup>3</sup>/s et satisfera pleinement la demande d'eau d'irrigation de 11.6m<sup>3</sup>/s pour la zone du projet. Ainsi la fourniture stable d'eau sera espérée pour la zone du projet .

#### **3.3 Confirmation de la surface concernée par le Projet**

Il a été décidé que la surface totale de l'aménagement soit de 3,600 ha en ajoutant 600 ha aux 3,000 ha initialement demandés par la SAED(surface actuelle pour Grande Digue : 2,500 ha, extensions:

500 ha). De nouvelles surfaces irriguées de 302 ha ont été ajoutées aux 2,998 ha de l'aménagement actuel pour porter la surface totale irriguée à 3,300 ha. La nouvelle surface de 302 ha a été choisie dans les 929 ha des surfaces actuellement non aménagées en considérant la possibilité de fournir de l'eau d'irrigation.

#### Surface à aménager

	Existante	Envisagée	Remarques
Surface zone	4,219 ha	4,219 ha	
Surface à aménager	3,290 ha	3,600 ha	(+)310 ha
Surface Irriguée	2,998 ha	3,300 ha	302 ha
-Surface Existante		2,998 ha	5,532 Plots
- Nouvelle Surface		302 ha	Zone Arbustes, Eau disponible
Surface ouvrages	292 ha	300 ha	Canaux et pistes, etc.
Surface non aménagée	929 ha	619 ha	Terrains hauts et terrains bas

\* New irrigation area of 302 ha is available with water but no land readjustment.

Surface irriguée par les canaux principaux: Dans le but de préparer le calendrier d'irrigation, la surface desservie par chaque canal principal et chaque ouvrage a été calculée comme indiqué au Tableau 2.

### 3.4 Détermination des besoins unitaires d'irrigation

Pour ce projet, l'évapotranspiration pour Richard - Toll (dans la Délégation de Dagana) a été appliquée. La méthode utilisée à la SAED (Sénégal) pour calculer le débit unitaire d'irrigation donne des valeurs différentes selon le nombre d'heures de fonctionnement de la station de pompage. Cependant, le débit unitaire d'irrigation sur le terrain a été ajusté et se situe entre 3 et 4  $\ell/s/ha$  en agissant sur le nombre d'heures de fonctionnement de la station de pompage.

Prenant en compte le débit unitaire d'irrigation dans certains périmètres de la SAED (les cuvettes de Larmsar, Mboun Doum and Debi-Tiguet) et la discussion ci-dessus,  $q=3.5 \ell/s/ha$  a été choisi comme débit unitaire.

### 3.5 Capacité de la Station de Pompage Existante

La capacité totale de la station de pompage existante est de  $6.0 m^3/s$ ; 4 pompes (125Hp) de  $1.5 m^3/s$  chacune et parce que la capacité de la station de pompage existante n'est pas suffisante pour fournir l'eau à l'aménagement projeté, les nouveaux besoins sont utilisés pour concevoir une nouvelle station de pompage comme indiqué dans le tableau qui suit.

Comparaison de la capacité de la station existante avec la capacité nécessitée par les besoins

	Besoins	Station de pompage	Différence	Remarques
Surface Irriguée (A)	3,300 ha	2,550 ha	750 ha	
Besoin Unitaire (q)	$3.5 \ell/s/ha$	$2.3 \ell/s/ha$	$1.2 \ell/s/ha$	
Débit Pompes (Q)	$11.55 m^3/s$	$6.0 m^3/s$	$5.55 m^3/s$	

### 3.6 Plan de Réparation et de Renforcement de la Station de Pompage existante

Suite aux investigations faites sur l'état de la station de pompage existante, le plan de réparation et de renforcement suivant est suggéré.

Plan de Réparation et de Renforcement

Ouvrage	Combinaison de Parties usées	Condition des Parties Usées	Réparation et renforcement
Le bâtiment de la station de pompage	Plancher	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Dégâts sur le plancher en béton</li> <li>▪Fissures sur le mur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Réparation de certaines parties</li> <li>▪Méthode par Injection</li> </ul>
Aspiration	Mur Coté Aspiration	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Ecorçage, apparition de fissures, et apparition des aggrégats du mur de l'aspiration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Réparation de certaines parties et method par Injection</li> </ul>
Refolement	Mur coté refolement, plancher	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Corrosion du portique</li> <li>▪Apparition des aciers et endommagement de certaines parties du plancher et du mur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Réinstaller</li> </ul>
Déversoir	Eléments de refolement	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Apparition des aciers et dégâts sur le béton du mur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Renforcement de certaines parties</li> <li>▪Réinstaller</li> </ul>
Autres Equipements	Grue Automatique extérieure	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Ne fonctionne pas</li> <li>▪Détérioration Sérieuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Remplacer</li> </ul>

### 3.7 Plan de la Nouvelle Station de Pompage

#### 1) Capacité et Section Transversale du Chenal d'Amenée

Le chenal d'amenée existant de la ststion de pompage a une largeur au plafond de 12.0 m, une hauteur de 3.0 m tirant d'eau de 0.75 m et talus intérieur de 1:1.5 pour faire transiter  $Q=6.0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les stations de pompage nouvelle et existante ont besoin d'un chenal d'amenée capable de faire transiter  $Q=11.55 \text{ m}^3/\text{s}$  ; pour cette raison, le chenal d'amenée doit être agrandi.

#### 2) Plan des Eléments de la Station de Pompage

La station de pompage comprend des installations d'aspiration et de refolement, . L'aspiration comprend des batardeaux, des grilles, un dallot et une bache d'aspiration. Des murs en aile seront installés pour protéger le chenal d'amenée et la station de pompage, i lest installé sur les deux cotés de l'aspiration. Un dallot sera installé en face de la station de pompage et fonctionnera comme un pont au dessus de l'aspiration. Pendant le fonctionnement des pompes, la vorticité doit être empêchée pour accroître le rendement. Une portion de bache d'aspiration de 2.6 m de large et 4.0 m de haut sera construite pour chaque pompe .

Les ouvrages de refolement consistent en une chambre de refolement et un déversoir frontal & un déversoir latéral pour eaux excédentaires. La capacité du bassin de refolement est prévue pour stocker l'eau refoulée par les pompes pendant 5 minutes avec comme dimensions une largeur de 33 m et une longueur de 15 m .

#### 3) Equipements Mecaniques

Les pompes à installer dans la nouvelle station de pompage seront du type pompes axiales

submersibles. Les pompes dans la station de pompage existante sont des pompes à axe vertical. Les pompes à axe vertical sont équipés de moteurs électriques et ont donc besoin des structures de protection pour protéger les pompes, mais les pompes dans la nouvelle station de pompage seront des pompes axiales submersibles et n'auront donc pas besoin de superstructures, et les infrastructures additionnelles sont simples.

Les spécifications concernant les pompes dans la nouvelle station de pompage sont: quatre avec 800[Φ] de diamètre, efficaces et faciles à entretenir. Les moteurs électriques sont du type submersible utilisant une tension de 400[V] et une puissance de 90[kW]. Pour prévenir les écoulements en sens inverse, des clapets anti-retour de 800[Φ] seront installés sur les quatre tuyaux de refoulement.

Des grilles de protection seront installées face à chacun des quatre compartiments d'aspiration des quatre pompes pour bloquer les corps étrangers. Pour prévenir la corrosion, elles sont faites en acier inoxydable, et 2 auront une largeur de 2.35[m], une hauteur de 2[m], et 2 seront larges de 2.30 m, hautes de 2 m.

Pour pouvoir réparer les pompes, inspecter les parties souterraines, et réparer les grilles, il doit y avoir un dispositif qui bloque l'entrée d'eau dans la bache. Pour bloquer le dispositif d'entrée d'eau, le dispositif le plus utilisé est le bâtardeau, il y en avait d'installé dans la station existante, mais elle a été perdue. Pour la nouvelle station de pompage, de nouveaux bâtardeaux ont été proposés et seront utilisables pour la station nouvelle et la station existante, qui ont une largeur de 2.35[m] pour l'un et 2.30[m] pour l'autre de sorte qu'ils peuvent être utilisés dans les deux stations. Le matériau utilisé pour fabriquer les bâtardeaux est l'acier.

La grue existante, en mauvais état, sera remplacée par une nouvelle grue sur rail de sorte qu'elle puisse être utilisée pour les deux stations existante et à créer. La grue servira pour la manipulation des bâtardeaux et des grilles et sera installée hors des bâtiments de la station. La capacité de la grue est de 5[tons] et la méthode de contrôle est CHAIN BLOCK parce que la grue n'est pas utilisée fréquemment et le poids à manipuler n'est pas énorme. La grue sera installée près de la nouvelle station de sorte qu'elle puisse être utilisée pour l'évacuation d'une pompe. Une grue sera installée hors des stations et sa capacité sera de 5[tons] et la méthode de contrôle sera CHAIN BLOCK.

#### **4) Equipements Electriques**

L'énergie électrique qui fait fonctionner la station de pompage de GRANDE DIGUE-TELLEL est fournie par la ligne haute tension connectée à aux postes de transformation de Sakal et Dagana. A Ross Bethio l'énergie est acheminée vers la station de pompage par une ligne haute tension qui se termine à la station de pompage.

Le dispositif de fourniture d'énergie électrique existant est usé et a besoin d'être remplacé; c'est pourquoi une nouvelle installation sera intégrée dans le processus d'extension de la station de pompage. Une nouvelle unité de transformation électrique est envisagée et elle est à l'intérieur du bâtiment pour ne pas exposer l'unité de charge de l'installation. Egalement, pour prévenir les accidents, il y a un dispositif automatique d'ouverture de circuit par un système de surveillance de la tension. De cette façon, la sécurité est assurée pour l'opérateur et les accidents sont limités.



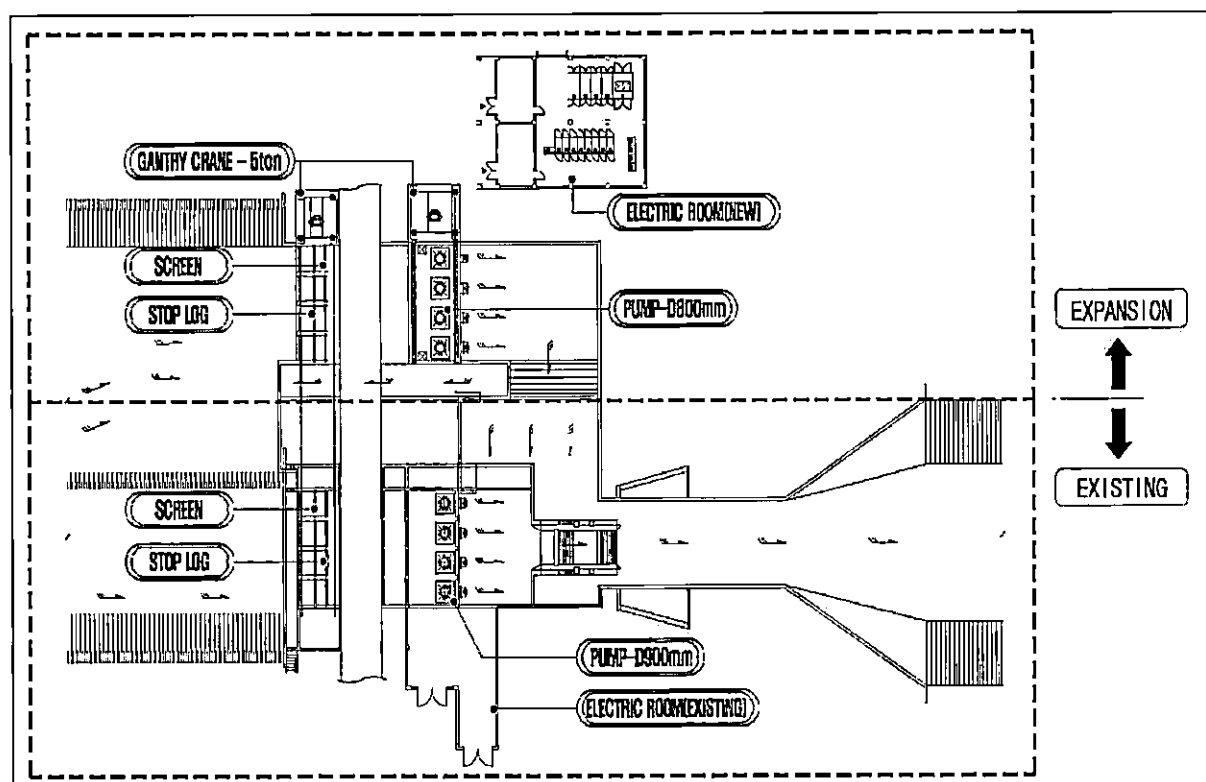
La basse tension fournie par la chambre électrique agrandie de la station de pompage est fournie aux armoires de commande des pompes. Les armoires de commande sont du type sous abris et contiennent des dispositifs d'ouverture de circuit et des alarmes pour court-circuit. Le système de distribution de la station de pompage existante est usé et manqué de dispositifs de sécurité; pour cette raison il sera démolé.

L'unité de contrôle de la station de pompage existante a été remplacée en 2009, donc, la condition est satisfaisante et elle sera réutilisée. Pour l'armoire de commande de la station de pompage agrandie, elle sera installée dans la chambre électrique et une autre sera installée sur le site où elle jouera le rôle de un instrument de contrôle du site. Ceci permettra le fonctionnement dans la chambre électrique aussi bien que sur le site.

Les unités de contrôle de l'ouverture des vannes installées dans la station de pompage agrandie et les canaux d'irrigation seront principalement dans la chambre électrique et sur le site de sorte que le contrôle à distance soit possible.

Dans la station de pompage agrandie et le bassin de dissipation il y aura des instruments de mesure du niveau d'eau pour que les pompes puissent fonctionner en fonction du niveau d'eau. Et aussi pour la collecte et la conservation de données climatiques, il y aura des installations météorologiques (Direction du vent, vitesse du vent, température, humidité)

La vue en plan de la nouvelle station de pompage est montrée dans la figure suivante.



### 3.8 Mise en place de capteurs solaires

Le fonctionnement de la station de pompage est avec de l'énergie reçue de compagnie d'électricité, la productivité énergétique au Sénégal est faible et le coût de l'électricité est élevé. C'est pourquoi, pour réduire le coût de l'électricité, le temps de fonctionnement de la station de pompage a été réduit et cela cause une faible production agricole du fait d'une fourniture insuffisante d'eau.

L'énergie renouvelable consiste en énergies solaire, éolienne, hydraulique, bio et géothermique, mais au Sénégal, les conditions solaires sont excellentes mais la pluviométrie est très faible. C'est pourquoi le développement de l'énergie solaire convient à cette région. Particulièrement pendant les jours sans nuages, les installations solaires produisent beaucoup d'électricité pour la station de pompage qui peut ainsi fonctionner plus facilement.

La puissance fournie à la station de GRANDE DIGUE-TELLEL est de 800[kVA] mais pour fournir de l'énergie à l'ensemble des installations, les frais de fonctionnement sont substantiels et l'utilisation efficace de l'électricité est incertaine, ainsi il a été envisagé d'accroître la capacité de la station de 400[kVA]. Des installations solaires et une connection au réseau électrique sont envisagées avec la réalisation du Projet.

Les installations solaires seront placées dans le voisinage de la station de pompage où il n'y a pas beaucoup de poussière et où l'eau sera disponible pour la maintenance. Le module solaire de l'installation de panneaux solaires produit moins d'électricité comparé au système de suivi, mais il y aura moins de pannes et il sera installé sous forme inclinée et un inverseur sera installé dans la chambre électrique.

### 3.9 Plan du Système d'Irrigation et Canaux

#### 1) Canal Principal d'Irrigation

Pour la fourniture d'eau d'irrigation aux 2,998 ha existants où il y a 5,332 parcelles et la zone d'extension de 302 ha, les canaux existants seront réhabilités et agrandis suivant le tracé existant. Cela concerne les canaux principaux No. 1 et 2 pour Grande Digue et No. 3 et 4 pour Tellel. Et le canal principal No. 2 sera prolongé d'environ 1.2 km pour la zone d'extension.

#### 2) Canal Secondaire d'Irrigation

Il y a seulement deux canaux d'irrigation latéraux connectés au canal principal No. 1. Les canaux principaux No. 2, 3 et 4 fournissent de l'eau directement à des canaux tertiaires. Pour les besoins de l'opération et la maintenance du système d'irrigation, les canaux latéraux seront installés après les ouvrages desservant 50 ha ou plus.

#### 3) Canal Tertiaire

Les canaux tertiaires existants sont de différents types tels que alimentation directe à partir du canal principal, alimentation directe à partir du canal latéral, et des tertiaires en réseau (les points de départ et les points d'arrivée ne sont pas clairs). Pour cette raison, les canaux tertiaires seront réajustés et construits sous la condition d'une utilisation maximum des canaux tertiaires existants. Les canaux

tertiaires existants sont 66 connectés au canal principal No.1 , 42 sur le canal principal No. 2 , 64 sur le canal principal No. 3 ,et 72 sur le canal principal No. 4 .

#### **4) Système d'Irrigation**

Dans le but de déterminer la section transversale du canal, la surface irriguée par chaque canal et l'ouvrage de répartition sont requis. Le canal principal No. 1 démarre à partir de la station de pompage, et les canaux principaux No. 2, 3 et 4 partent du canal principal No. 1 . Toute la surface couverte par chaque ouvrage de répartition des canaux principaux d'irrigation est indiquée dans le tableau 1. Les systèmes d'irrigation ont été préparés sur la base de la surface irriguée par le canal principal /ouvrage de répartition.

### **3.10 Système de Drainage et Canaux de Drainage**

Le projet Grande Digue & Tellel pour la surface de 4,219 ha (surface irriguée 3,300 ha, surface ouvrages 300ha, surface non aménagée 619 ha) sera drainé vers le canal de drainage de Kassack et le marigot Lampsar comme le système de drainage existant. Le canal principal de drainage No. 1 (2.5 km de long), le canal principal de drainage No. 2 (1.4 km de long), et le canal principal de drainage No. 3 (4.7 km de long) draineront vers le canal de drainage de Kassack . Les surfaces d'extension seront drainées directement vers le marigot Lampsar .

### **3.11 Plan des Pistes d'Entretien et d'Exploitation**

Les deux cavaliers des canaux d'irrigation et de drainage principaux seront aménagés comme pistes. La piste coté droit sera une piste pour l'entretien du canal et la piste coté gauche sera une piste d'exploitation générale. La piste d'entretien du canal sera élargie de 4 m à 7 m avec un revêtement en latérite (épaisseur 20 cm \* largeur 5 m), ce qui la rend utilisable pour la circulation même les jours de pluie. Les pistes d'entretien lelong des canaux principaux d'irrigation et de drainage serviront comme pistes principales dans le réseau de pistes comprenant aussi d'autres pistes d'exploitation. En plus des pistes d'exploitation existantes, de nouvelles pistes d'exploitation seront construites lelong des canaux latéraux de drainage ou des canaux tertiaires. Les nouvelles pistes d'exploitation auront une largeur de 4 m et construits avec du matériau provenant de l'excavation des canaux de drainage. Le remblais des pistes d'exploitation sera compacté à 95% ou de l'OPM. Toutes les pistes d'exploitation seront connectées aux pistes d'entretien, aux pistes locales ou aux routes nationales.

### **3.12 Plan de Développement Agricole**

#### **1) Surface Agricole Bénéficiaire avec et sans Projet**

Sur la base de cette requête, les Consultants ont fait le levé topographique et ont tenu une série de réunions avec la SAED et des Représentants des Organisations Paysannes. Les surfaces irriguées confirmées pour la réhabilitation /l'aménagement sont données dans le tableau suivant.

## Surfaces irrigables (sans et avec Projet) présentes et futures

	Présente (A)			Future (B)			(B-A)
	GDT	Hors GDT	Total	Réhabilitation	Nouvelle	Total	
Surface (ha)	1,690	1,308	2,998	2,998	302	3,300	302

Notez: GDT: Surface irrigable par la station de pompage existante;

Hors GDT: Surfaces autour de GDT où l'irrigation est faite avec des pompes privées.

Source: Enquêtes sur le terrain

## 2) Surfaces réellement cultivées dans la situation présente

D'après les résultats d'enquêtes sur les GIE, SV, GTF, et aménagements privés, les surfaces cultivées pendant les saisons de culture ont été les suivantes:

- i) 1,165 ha des 1,690 ha de la surface irrigable de GDT, et 581 ha des 1,308 ha ont été cultivés en riz et 57 ha des zones aux alentours ont reçu d'autres spéculations, telles que l'arachide et la patate douce en saison des pluies.
- ii) La station de pompage de GDT n'a pas fonctionné pendant la saison sèche, et donc les paysans ne pouvaient pas cultiver pendant les saisons sèches chaude et froide dans la zone de GDT;
- iii) Les zones avoisinantes pouvaient cultiver 166 ha de riz et 10 ha de gombo, d'aubergine et de Diakhatou pendant la saison sèche chaude en utilisant des pompes privées; et
- iv) 1.5 ha des zones avoisinantes ont reçu des cultures de gombo et d'aubergine pendant la saison sèche froide.

## 3) Production agricole actuelle

A cause d'un manque d'eau d'irrigation dans la zone de GDT, les surfaces récoltées ont été réduites, et les rendements ont été à peu près 30 pour cent plus bas que la moyenne d'autres zones irriguées, 5,650kg/ha → 3,820kg/ha. Les agriculteurs exploitant les zones autour de GDT ont utilisé des pompes privées à leurs frais, les rendements par ha ont été 22 pourcent plus élevés que pour les parcelles de GDT même si les coûts de production ont été plus élevés que pour la zone de GDT. La production totale de riz a été estimée à 8,097 M/T pour toutes les saisons. En plus, la production d'arachide et de patate douce a été estimée à 227 M/T dans la zone du Projet.

## 4) Estimation de la Surface Exploitée Future et de la Production

La surface couverte par le Projet sera irriguée avec une (1) station de pompage et un réseau de canaux d'irrigation et de drainage après réalisation du Projet, et ainsi il sera possible de mettre en culture toute la surface irrigable pour toutes les trois (3) campagnes agricoles<sup>1</sup>. En plus, puisque la station de

Saison sèche chaude (Avr.-Jul.); Saison des pluies (Aug.-Nov.); Saison sèche froide (Dec.-Mar.)

pompage fonctionnera à l'énergie solaire, les agriculteurs peuvent réduire les coûts de l'énergie; les surfaces cultivées vont augmenter. En vue de réaliser rapidement les objectifs du Projet - accroissement de la production et des revenus paysans, et agriculture durable - il est nécessaire de soutenir le Service d'Appui aux Agriculteurs (FSS) en plus du développement de l'irrigation. C'est pourquoi, cette FS suggère deux (2) alternatives, avec FSS et sans FSS, et fait une comparaison des avantages du Projet avec ces deux (2) alternatives.

### **5) Comparaison de la production estimée dans le futur pour chacune des deux alternatives**

Production après estimation du projet pour chaque alternative

#### **(1) Dans le cas avec FSS**

- i) Surfaces cultivées en hivernage: riz 3,300ha (100%)
  - ii) Surfaces cultivées en saison sèche chaude: riz 2,310ha (70%)
  - iii) Surfaces cultivées en saison sèche froide: légumes (tomate, oignon, etc.) 330ha (10%)
  - iv) Rendements par ha:
    - Actuellement (sans Projet): 4,250 kg/ha (paddy)
    - Dans le futur (avec Projet): Saison des pluies 6,000kg/ha, Saison sèche chaude 7,000kg/ha(Paddy)
- ※ Les rendements futurs sont estimés sur la base du Projet Délégation de Dagana (offert par KOICA), et du périmètre de Débi Tiguet (offert par JICA), où le FSS a été exécuté et un système d'irrigation a été construit.
- v) Accroissement total de la production : il est estimé que 27,873 M/T de riz (paddy), 5.5 percent des objectifs du Plan GOANA seront accrus, de 8,097 M/T à présent à 35,970 M/T à l'avenir; et 4,719 M/ t de légumes seront augmentées.

#### **(2) Dans le cas sans FSS**

- i) Surfaces cultivées en saison des pluies: riz 3,300ha (100%)
  - ii) Surfaces cultivées en saison sèche chaude: riz 1,980ha (60%)
  - iii) Surfaces cultivées en saison sèche froide: Aucune, à cause d'un manque de techniques agricoles et d'intrants agricoles.
  - iv) Rendements par ha:
    - A présent (sans Projet): 4,250 kg/ha (paddy)
    - Futur (avec Projet): Saison des pluies 5,000kg/ha, Saison sèche chaude 6,000kg/ha(Paddy)
- ※ Les rendements futurs sont estimés sur la base de zones irriguées bien équipées mais sans FSS.
- v) Accroissement total de la production: il est estimé que 20,283 M/T de riz (paddy) seront augmentées de 8,097 M/T à présent à 28,380 M/T dans le futur.

### **6) Estimation du Revenu Net actuellement et dans le futur**

Dans le but d'estimer les revenus générés par les cultures actuelles (les profits), les Consultants et la Délégation de Dagana de la SAED ont étudié les GIEs et les organisations paysannes dans le domaine des revenus bruts actuels et des coûts de production, et ont analysé les résultats de l'étude et

les données qui existent à la SAED.

Le revenu brut actuel estimé pour le riz par ha est de 540,141 FCFA; le coût de production est de 370,380 FCFA; et le revenu net est de 169,761 FCFA. Dans le cas où il y a le FSS, le revenu brut futur du riz est 817,500 FCFA; les coûts de production sont de 409,824 FCFA; et le revenu net est de 407,676 FCFA. Et dans le cas sans FSS, le revenu brut futur estimé du riz est de 685,313 FCFA; le coût de production est de 415,750 FCFA; et le revenu net est de 269,562 FCFA.

Dans le cas avec FSS, les bénéfices accrus totaux estimés du Projet sont de 2,052,647,000 FCFA (de 340,306,000 à 2,392,953,000 FCFA) ou 868,000 FCFA (USD 1,801) par famille. Dans le cas sans FSS, les bénéfices accrus totaux estimés du Projet sont 1,082,984,000 FCFA (de 340,306,000 à 1,423,290,000 FCFA) ou 465,000 FCFA (USD 970) par famille.

## **7) Services d'Appui aux Agriculteurs**

### **(1) Besoins pour le Service d'Appui aux Agriculteurs (FSS)**

Les concepts et les procédures pour le développement rural y compris le développement de l'irrigation qui sont sous la maîtrise des agriculteurs eux-mêmes sont démarche relativement nouvelle.. Il y a donc très peu d'expérience d'implication des agriculteurs dans les activités liées aux projets d'irrigation au Sénégal. Même si des infrastructures bien faites existent, s'il n'y a de propriété privée et de système de gestion, l'utilité pour les bénéficiaires peut ne pas être grande. La plupart des bénéficiaires du Projet n'ont pas une connaissance suffisante des techniques de culture, et font face à un manque d'intrants et de main-d'œuvre comme d'habitude. C'est pourquoi, l'utilisation de l'infrastructure mise en place sera réduite et les avantages attendus du Projet ne peuvent pas être complètement atteints.

C'est pourquoi, les Agences Internationales d'Aide pour pays sous développés et en voie de développement, tels que Asian Development Bank (ADB), World Bank (WB), African Development Bank (AfDB), FAO, IFDA, incluent le FSS ou l'Appui au Développement Rural (RDS) comme composantes de projets de développement d'infrastructures rurales y compris les projets de développement de l'irrigation comme d'habitude.

L'on a constaté qu'au Sénégal certains périmètres irrigués sont restés avec quelques zones en jachère (pas de cultures) pendant plusieurs années après réalisation du réseau d'irrigation, tels que les périmètres de Kassack, et Lampsar dans les années récentes.

### **(2) Direction indiquée pour les Services d'Appui à l'Agriculteur**

Dans le but faire réussir le développement du système d'irrigation y compris FSS, l'accent devrait être mis sur les concepts suivants :

- i) Tous les programmes de FSS devraient être préparés sur la base de la méthodologie de participation des bénéficiaires.
- ii) L'Union des GIE devrait être mise en place, et les membres leaders de groupes (président, membres exécutifs) devraient être sélectionnés par les bénéficiaires eux-

mêmes. Le choix de bons leaders sera un facteur clé pour le succès du Projet.

- iii) Les activités du FSS doivent se dérouler en phase de construction, activités telles que la mise en place de GIEs, la distribution des terres, la formation des paysans, l'installation de rizeries, l'achat de machines agricoles, et la préparation des intrants agricoles et la mise en place de règlements.

### (3) Plan d'action pour les Services d'Appui aux Agriculteurs

La plupart des paysans de la zone du Projet sont pauvres et manquent d'expérience pour l'agriculture toutes les saisons, deux (2) ou trois (3) campagnes par année. C'est pourquoi, si les surfaces agricoles augmentent grâce à la réalisation du Projet, les paysans feront face aux problèmes suivants:

- i) Manque de techniques agricoles;
- ii) Manque de main d'œuvre agricole;
- iii) Manque d'intrants agricoles, tels que les semences, les engrais, les pesticides/herbicides;
- iv) Manque de techniques et d'expérience pour l'O & M des installations, telles que les systèmes de capteurs solaires, et les systèmes d'irrigation; et
- v) Coûts de production accrus pour un périmètre élargi, tels que la préparation des sols, le battage et le décortiquage.

En vue d'aider les paysans et réaliser rapidement les bénéfices du Projet, les programmes additionnels d'appui aux agriculteurs suivants sont recommandés (temporairement) en plus l'aménagement, sur la base de la demande par les bénéficiaires eux-mêmes.

- i) Appui pour l'établissement et le renforcement d'associations d'agriculteurs, telles que Union GIE et en dessous: USD 10,000;
- ii) Fournir des services de vulgarisation agricole, tels que les essais de démonstration, et la formation des paysans: USD 50,000
- iii) Appui pour les machines agricoles: USD 1,700,000
- iv) Appui pour les équipements de traitement de la production agricole tels que les rizeries: 2 lots, USD 500,000
- v) Etablissement d'un système de micro crédit pour l'achat d'intrants agricoles: USD 500,000
- vi) Appui pour l'Opération et la maintenance (O & M) des équipements pour l'irrigation: USD 10,000
- vii) Autres: USD 230,000

### 3.13 Plan de Réalisation du Projet

Une période de travaux de deux ans est envisagée. La majeure partie du travail, à l'exception de quelques travaux particuliers, sera faite en saison sèche. Les travaux relatifs à l'irrigation seront réalisés dès le départ après une période de préparation. L'installation de pompes, d'équipements électriques et d'un système d'énergie solaire démarrera quand 50% des travaux de Génie Civil de la station de pompage auront été réalisés.

### 1) Estimation des Coûts du Projet

Les coûts du projet comprennent les coûts directs et les coûts indirects. Le détail des coûts du projet est comme suit;

Unité: 000 US\$

Description	Coûts		GOS	Total
	Devise	Locale		
1. Coût Direct de Construction	5,251	10,174		15,425
1.1 Station de Pompage-Génie Civil	154	601		755
1.2 SP-Travaux Mécaniq./Electriques	986	273		1,259
1.3 Energie Solaire	1,588	397		1,985
1.4 Canaux et ouvrages	2,335	8149		10,484
1.5 Magasin	188	754		942
2. Services d'Ingénierie	1,851			1,851
Coût Direct du Projet (1+2)	7,102	10,174		17,276
3. Coût de la Gestion du Projet	-		771	771
4. Imprévus	923	1,423		2,346
4.1. Imprévus Physiques (10%)	710	1,095		1,805
4.2. Imprévus sur les Prix (3%)	213	328		541
Total	8025	11,597	771	20,393

### 2) Plan de Financement

Classification	EDCF		G.O.S	Total	Ratio de Composition (%)
	Devise	Locale			
EDCF	8,025	11,597	--	19,6221	96.2
G.O.S.			771	771	3.8
Total	8,025	11,597	771	20,393	100

### 3) Calendrier d' Investissement

Il est recommandé que le financement soit assuré par un prêt EDCF . Cela prend 3 ans, y compris 1 an de préparation telle que la conception, etc. et 2 ans pour la période de construction. Le Plan d'investissement sur 3 ans est présenté dans le tableau suivant.

Description	1ère Année	2ème Année	3ème Année	Total
Millions de FCFA	296	3,947	5,842	9,789
US\$ '000	617	8,222	11,554	20,393

### 4) Plan d'Adjudication

Le projet est un un projet sur prêt conditionné, c'est pourquoi, une entreprise Coréenne fera la conception, la supervision des travaux et la réalisation des travaux.

Les Consultants chargés de la conception et de la supervision seront sélectionnés sur appel d'offres parmi les compagnies Coréennes qui figureront sur une shortlist. L'entreprise qui doit réaliser les travaux sera également sélectionnée sur appel d'offres parmi les entreprises Coréennes de construction. Il n'y a pas besoin de préqualification, parce que le projet n'est pas si grand et ne



demande pas de méthodes spéciales de travail.

Le processus d'adjudication pour l'avant-projet détaillé et la supervision des travaux, et l'exécution des travaux par une entreprise sera mené sous la responsabilité du Gouvernement Sénégalais conformément aux Directives EDCF relatives à l'adjudication des marchés.

## **4. ORGANISATION DU PROJET**

### **4.1 Agence d'Exécution du Projet**

Le Sénégal va désigner la SAED, sous tutelle du Ministère du Développement Rural et de l'Agriculture, comme agence d'exécution pour la réhabilitation de l'aménagement hydroagricole de Grande Digue-Tellel, et la SAED va exécuter le Projet sous son entière responsabilité. La SAED s'est occupée du développement de systèmes d'irrigation depuis 1965. Récemment la SAED a rencontré des difficultés pour l'aménagement et l'entretien de systèmes irrigués à cause d'un manque de ressources financières. Depuis 2008, grâce à la politique du Gouvernement et à l'accroissement du financement international, la SAED travaille activement.

Les principales missions de la SAED sont la réalisation des aménagements, l'appui pour l'O & M des systèmes irrigués, et le conseil agricole.

Il y a cinq (5) départements et quatre (4) Délégations (Bureau Départemental) sous le PCA (Président du Conseil d'Administration) et le Directeur Général. Le personnel de la SAED est de 300 agents.

### **4.2 Opération et Maintenance après Réalisation du Projet**

Il y a 59 Organisations Paysannes, tels que 47 GIEs/SVs, 2 GPFs, et 10 fermes privées dans la zone du Projet. L'Union des GIE est déjà mise sur pieds et fonctionne. (se référer au Tableau 3.9). Ces Organisations Paysannes ont été formées dans le but de : i) la maintenance O & M du périmètre irrigué en collaboration; ii) la production et la commercialisation en collaboration; et iii) la promotion du revenu du paysan.

Ces organisations paysannes ne fonctionnent pas correctement et la participation des femmes est faible. Il est nécessaire de réorganiser les organisations paysannes. C'est pourquoi, après la réhabilitation, il est nécessaire de reorganiser toutes les organisations paysannes, et soutenir les programmes destinés à renforcer les organisations paysannes.

## **5. FAISABILITE ECONOMIQUE ET JUSTIFICATION DU PROJET**

### **5.1 Taux de Rentabilité Interne (EIRR)**

Le Taux de Rentabilité Interne (EIRR) du Projet est estimé à 18.1% dans le cas de l'Alternative I et à 11.0% dans le cas de l'Alternative II.

Il est ainsi montré que le Projet, aussi bien dans le cas de l'Alternative I que de l'Alternative II, est très faisable économiquement en tenant compte du fait que le taux de référence au Sénégal est généralement considéré comme étant de 10%. L'Alternative I surtout a une faisabilité économique

supérieure à celle de l'Alternative II. Il est donc recommandé que le Service d'Appui aux Agriculteurs (FSS) soit inclus dans le Projet.

## 5.2 Ratio Bénéfice-Coût (B/C Ratio)

Le Ratio B/C du Projet dans le cas de l'Alternative I est estimé à 1.76 quand le taux d'escompte de 10% est appliqué et 0.90 quand le taux d'escompte de 20% est appliqué. Le ratio B/C du Projet dans le cas de l'Alternative II est estimé à 1.09 quand le taux d'escompte de 10% est appliqué et 0.56 quand le taux d'escompte de 20% est appliqué. C'est pourquoi, le Projet est économiquement faisable dans les deux cas des Alternatives I et II quand le taux d'escompte de 10% est appliqué.

## 5.3 Valeur Actuelle Nette (NPV) du Bénéfice du Projet

La Valeur Actuelle Nette (NPV) du bénéfice du projet est estimée à partir de la somme des valeurs actuelles des bénéfices du projet diminuée de la somme des valeurs actuelles des coûts du Projet pendant la vie économique du Projet. Le NPV est 13,652 mille USD dans le cas de l'Alternative I et 1,375 mille USD dans le cas de l'Alternative II quand un taux d'escompte de 10% est appliqué. Quand un taux de 20% est appliqué, le NPV est -1,481 mille USD dans le cas de l'Alternative I et -5,832 mille USD dans le cas de l'Alternative II.

## 5.4 Analyse de sensibilité

L'analyse économique de projets d'investissement est, en général faite avec des incertitudes sur le futur. C'est pourquoi il est requis d'analyser, en supposant des scénarios, les changements possibles dans l'environnement économique, les risques et les incertitudes dans le futur en relation avec le projet. Chacun des scénarios a ses propres facteurs de risque et distributions de fréquence qui lui sont liés. Les précipitations et les dégâts causés par les crues, par exemple, peuvent être prédits en utilisant ces distributions de fréquence. Cependant, les distributions de fréquence ne sont pas connues dans les cas incertains. Les analyses de sensibilité sont faites en prenant en compte les incertitudes en relation avec le projet dans le futur.

L'analyse de sensibilité est, en général, faite en tenant compte de facteurs d'incertitude positifs et négatifs. Cependant l'Etude prend en compte seulement les facteurs négatifs puisque le Projet est considéré comme ayant une grande faisabilité économique.

Les facteurs d'incertitude négatifs en relation avec le Projet sont ceux qui ont un effet négatif sur EIRR. Les facteurs incluent une baisse des prix des produits agricoles, une baisse des revenus due à une baisse de la production et une augmentation des coûts de construction. L'analyse de sensibilité est donc faite, en supposant que le bénéfice a baissé de 5% ou 10%, ou les coûts de construction ont augmenté de 5% ou 10%.

Le résultat montre que l'Alternative I a une grande faisabilité économique, avec un ratio B/C supérieur à 1, même dans les cas où le bénéfice a baissé ou le coût de la construction a augmenté, si un taux d'escompte de 10% ou 15% est appliqué (Table 5.14).

Cependant, dans l'Alternative II, le ratio B/C est supérieur à 1 si un taux d'escompte de 10% est

appliqué, mais le ratio est en dessous de 1 si un taux d'escompte de 15% est appliqué (Table 5.15). Donc, l'on peut dire que, l'Alternative II a une grande faisabilité économique quand un taux d'escompte de 10% est appliqué et a une faible faisabilité économique si 15% ou plus est appliqué comme taux d'escompte. Les Alternatives I et II ont toutes les deux montré un ratio B/C inférieur à 1 si un taux d'escompte de 20% est appliqué. Les résultats impliquent que les Alternatives I et II ont toutes les deux une faisabilité économique dans n'importe quelle circonstance si un taux d'escompte de 10% est appliqué.

## 5.5 Résultats de l'Analyse de la Faisabilité Economique

Le sommaire des résultats de l'analyse de la faisabilité économique pour le Projet Grande Digue-Tellel est comme suit;

Sommaire de l'Analyse Economique par Alternatives

	EIRR	Ratio B/C			NPV (1,000USD)		
		10%	15%	20%	10%	15%	20%
Alt I	18.1%	1.76	1.21	0.90	13,652	3,334	-1,481
Alt II	11.0%	1.09	0.74	0.56	1,375	-3,643	-5,832

Sommaire de l'Analyse de Sensibilité par Alternatives

		Origine	Bénéfice		Coût de Construction	
			Baisse de 5%	Baisse de 10%	Augmentation de 5%	Augmentation de 10%
IRR (%)		18.1%	17.2%	16.3%	17.3%	16.5%
B/C	i = 10.0%	1.76	1.68	1.59	1.69	1.61
	i = 15.0%	1.21	1.14	1.08	1.15	1.10
	i = 20.0%	0.90	0.86	0.81	0.86	0.82
		Origine	Bénéfice		Coût de Construction	
			Baisse de 5%	Baisse de 10%	Augmentation de 5%	Augmentation de 10%
IRR(%)		11.0%	10.4%	9.8%	10.4%	10.0%
B/C	i = 10.0%	1.09	1.03	0.98	1.04	1.00
	i = 15.0%	0.74	0.71	0.67	0.71	0.68
	i = 20.0%	0.56	0.53	0.50	0.53	0.51

L'analyse économique montre que le Projet "Réhabilitation du Périmètre Irrigué de Grande Digue-Tellel" a une grande faisabilité économique. Le résultat montre que EIRR est de 18.1% dans le cas de l' Alternative I, quand les services d'appui aux agriculteurs (FSS) sont inclus, et 11.0% même dans le cas de l'Alternative II, où les FSS ne sont pas inclus.

Les ratios B/C sont supérieurs à 1.0 dans le cas de l'Alternative I si un taux d'escompte de 10% ou 15% est appliqué. Dans l'Alternative II, le Ratio B/C est également plus grand que 1 avec un taux d'escompte de 10%. Considérant que le coût moyen du capital au Sénégal est, en général, fixé d'accord parties à 10%, le Projet, "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" est économiquement faisable dans les deux cas des l'Alternatives I et II en termes de ratios B/C .

Pour résumer, le Project est économiquement faisable dans les deux cas de l'Alternative I et de l'Alternative II. Cependant, l'Alternative I, où les services d'appui aux agriculteurs sont inclus, a une plus grande faisabilité économique et donc, une plus grande efficience de l'investissement. L'Alternative I, avec FSS inclus, a une plus grande faisabilité économique et une plus grande efficience de l'investissement que, et donc a un avantage sur, l'Alternative II.

En conclusion, le projet est économiquement faisable avec des effets mesurables plus élevés tout en ayant des effets non mesurables. C'est pourquoi le projet est justifié comme étant pleinement faisable.

## **6. ANALYSE DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET PLAN DE REDUCTION**

### **1) Les mesures protectives de la flore**

La surface de l'aménagement existant est de 2,500 ha, l'aménagement futur de 901 ha supplémentaires pour la production d'aliments, provoquant une extension de la zone irriguée, amènera un accroissement de la végétation, sur des terres hautes de EL 1.50 m ou plus, avec des dunes présentes qui supportent des arbustes, une protection maximale devrait être exercée, Aussi, la végétation devrait être préservée.

### **2) Création d'un écosystème pour Terres humides**

La distribution des terres humides dans la zone du projet n'a pas été étudiée, mais les plantes aquatiques y trouvent un environnement favorable. Les terres humides jouent différents rôles dans l'écosystème, et des caractéristiques typiques comprennent la purification de l'eau, des animaux dans un environnement favorable à l'écologie.

Typiquement, la présence des plantes sur des terres humides agit comme source de phosphore(P), d'azote (N) et des substances inorganiques et des dépôts riches en matière organique et leur présence dans l'écosystème est un important avantage pour les producteurs. Les conditions environnementales sont connues.

C'est pourquoi, ce projet améliorera l'environnement et ne perturbera pas l'écosystème des terres humides..

### **3) Les mesures protective de la faune**

Un défluent du fleuve Sénégal, le Gorom Lampsar, alimente la station de pompage, et les animaux de l'écosystème, du fait de l'aménagement, verront leur habitat modifié et les pistes qu'ils empruntent modifiées.

Pendant les travaux de construction, le niveau du bruit croîtra et des mesures limitant le bruit doivent être adoptées pour déranger le moins possible les animaux.

Fonctionnement: il faut éduquer les résidents à éviter la capture excessive d'animaux et la pêche exagérée.

#### **4) Normes pour la qualité de l'eau d'Agriculture**

En 1977, le Gouvernement Français a financé la réalisation d'un Projet d'aménagement de 2,500 ha avec une station de pompage qui tire son eau du marigot Lampsar..

### **7. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

A l'origine, le Projet envisageait l'aménagement de 3,000ha incluant les 2,500ha existants et l'addition de 500ha. Mais, d'après les résultats du levé topographique, la surface rizicole existante est de 2,998ha et les surfaces occupées par les infrastructures telles que les canaux et les pistes sont de 300ha. Les paysans ont demandé l'inclusion de terres arables d'une surface de 302ha dans la zone à aménager, terres qui peuvent être facilement converties en terres rizicoles si de l'eau d'irrigation est fournie. La surface totale de l'aménagement, y compris les 302ha va atteindre 3,600ha, 600ha de plus que la surface initialement proposée de 3,000ha.

De nombreuses réunions ont eu lieu entre l'Union des Agriculteurs, SAED, et les Consultants PMC pour parler du sujet ci-dessus. Le PMC a étudié la taille accrue de la station de pompage et des canaux d'irrigation due à l'augmentation de 600ha de la surface de l'aménagement, mais l'ampleur de l'accroissement de la surface des infrastructures n'est pas grand-chose comparée à l'avantage de l'accroissement de la surface de l'aménagement. C'est pourquoi, en considérant la contribution à l'autosuffisance alimentaire au Sénégal, et les importants effets du projet, il a été finalement conclu que la surface à aménager allait être de 3,600ha.

L'une des tâches urgentes de la politique agricole Sénégalaise est d'atteindre l'autosuffisance alimentaire. Pour cet objectif, le Gouvernement du Sénégal est en train de promouvoir "la Grande Offensive pour l'Agriculture et l'Abondance (GOANA)" depuis 2008 qui a pour objectif d'accroître la production de nourriture. Le Projet "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" vise principalement l'accroissement de la production de riz et de légumes grâce à l'amélioration des équipements d'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal. C'est pourquoi le Projet, une fois réalisé, contribuera beaucoup à l'atteinte de l'objectif majeur de la politique agricole, GOANA, du Sénégal. Si le service d'appui aux agriculteurs (FSS) est inclus, le Projet, comme bon modèle de projet de développement rural, doit être un point crucial pour le développement rural sur toute la superficie du Sénégal.

La pollution de l'environnement et la désertification sont au centre des débats depuis quelque temps. Le Projet "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel", une fois réalisé, fournira de l'eau à la fois en saison sèche et en saison des pluies permettant les cultures en toutes saisons au Sénégal. Si les cultures deviennent possibles durant les trois saisons, (Hiv., CSC, et CSF) des terres qui habituellement n'étaient pas exploitées se transformeront en terre de verdure couvertes de cultures. Cela contribuera finalement à l'atténuation de la désertification. En plus, le Projet contribuera à l'amélioration de l'habitat rural, et finalement à l'amélioration de la qualité de vie des résidents, grâce à la réhabilitation des canaux et le revêtement des pistes rurales..

Les Bénéfices tirés du Projet comprennent les bénéfices agricoles, l'accroissement de la productivité dans l'agriculture, l'accroissement des surfaces cultivées, la réduction du coût de l'eau grâce à l'introduction d'un système photovoltaïque, et les effets sur l'emploi.

Les bénéfices agricoles, accrus par le Projet, sont estimés à 3,899 mille USD dans le cas de l'

Alternative I et 2,115 mille USD dans le cas de l'Alternative II respectivement. Dans le bénéfice accru du cas de l'Alternative I, 3,741 mille USD viennent de la production de riz et 158 mille USD viennent de la production de légumes tels que le gombo, l'aubergine, l'oignon, et la tomate. Dans le cas de l'Alternative II, 2,143 mille USD sont un accroissement dû à la production de riz et 28 mille USD sont une baisse due à la production de légumes. Ces bénéfices agricoles devraient croître chaque année pendant la vie du Projet.

En ce qui concerne la productivité agricole, la plus importante vient de la production de riz. La productivité du riz sans le Projet était de 4,236 MT de paddy par hectare et avec le Projet elle est montée à 6,412 MT par hectare dans le cas de l'Alternative I et 5,375 MT par hectare dans le cas de l'Alternative II. La productivité du riz est augmentée de 48% dans le cas de l'Alternative I et 24% dans le cas de l'Alternative II comparé au cas sans Projet.

L'augmentation de la productivité avec le Projet aura pour résultat la production totale de 35,970 MT de riz dans le cas de l'Alternative I pour la première et la seconde récolte. La production totale de riz atteindra 28,380 MT dans le cas de l'Alternative II. La production de riz, avec le Projet, représentera 4% des importations de riz au Sénégal.

La surface totale cultivée, première et seconde campagnes comprises, va augmenter de 2,030ha sans Projet à 5,610ha avec le Projet, le résultat étant un accroissement de 3,580ha.

Le système d'énergie solaire est introduit, pour la première fois au Sénégal, dans le Projet. L'électricité requise pour le fonctionnement des pompes pour l'irrigation et le drainage, et pour les pompes immergées, qui a été achetée à la compagnie d'électricité du Sénégal, sera remplacée par l'électricité générée par le système d'énergie solaire. En conséquence, les coûts d'énergie électriques sont réduits de 30% pour la fourniture d'eau à usage agricole.

Il est également prévu que le Projet ait besoin d'employer au total 198,440 homme-jours de travail pendant la période d'aménagement et ainsi a un effet important sur l'emploi.

L'augmentation du revenu régional et les effets du transfert de technologie sont attendus de la réalisation du Projet.

Le Projet, pendant la période de construction et de fonctionnement, a des effets de lien avant et après avec d'autres industries qui, ensemble avec l'accroissement de la production agricole par le Projet, doivent accroître le produit régional brut (GRP) de la zone du Projet.

Pendant la réalisation du Projet, il est prévu que le transfert de technologie ait lieu dans les domaines de l'aménagement et du fonctionnement de systèmes irrigués avancés, du levé topographique et de la conception des projets, et de l'introduction et l'utilisation de systèmes photovoltaïques etc. Le Projet, pendant la phase de transfert de technologie, contribuera à l'accroissement de la capacité des agents du Gouvernement du Sénégal et des agriculteurs de la zone du Projet.

Les accroissements estimés de la production annuelle sont de 27,873 M/T de paddy ou 17,800 M/T de riz (dans le cas avec FSS) et 5,977M/T de légumes. Ces augmentations de la production de riz peuvent couvrir les 7.2 pour cent de la production annuelle de riz au Sénégal (production moyenne 2004-2008), et peuvent économiser en devises, environ USD 0.9 million chaque année grâce à la

réduction des importations de riz. Ce Projet est un Projet longtemps chéri par le Gouvernement Sénégalais et les paysans bénéficiaires. C'est pourquoi, ce Projet est le Projet chéri par les paysans de la zone.

Le revenu annuel net estimé est de 2,022, million FCFA équivalents à 868,000 FCFA par famille (dans le cas avec FSS); ou 1,423 million FCFA équivalents à 465,000 FCFA (dans le cas sans FSS). C'est pourquoi, ce Projet contribuera de manière significative à l'accroissement des revenus et à la réduction de la pauvreté pour les paysans de la zone du Projet.

Dans le but de réaliser l'effet de synergie, de montrer rapidement les bénéfices et la soutenabilité du Projet, il est recommandé que le programme FSS suive l'aménagement et la réhabilitation du système irrigué.

Le FSS devrait être basé sur le "de la base au sommet" et la Méthode Participatoire. La SAED doit aider et guider les GIEs pour le renforcement de leurs capacités dans les phases d'initiation.

Ce Projet, comme un de la série de Projets KOICA dans la zone du bassin du fleuve Sénégal, contribuera à i) la réalisation de l'objectif Sénégalais d'autosuffisance alimentaire grâce à l'accroissement de la production de riz et d'autres produits agricoles, ii) réduction de la pauvreté chez les paysans de la zone du Projet, iii) amélioration des conditions de vie des paysans de la zone du Projet, iv) amélioration des conditions environnementales grâce à l'arrêt de la désertification due à l'expansion des surfaces couvertes par le paddy; et v) l'amélioration des relations de coopération entre la Corée et le Sénégal.

L'analyse économique montre que le Projet "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" a une grande faisabilité économique. Le résultat montre que EIRR est 18.1% dans le cas de l'Alternative I, où les services d'appui aux agriculteurs (FSS) sont inclus, et 11.0% même dans le cas de l'Alternative II, où les FSS ne sont pas inclus.

Les ratios B/C sont supérieurs à 1 dans le cas de l'Alternative I si un taux d'escompte de 10% ou 15% est appliqué. Dans l'Alternative II, les ratios B/C sont aussi supérieurs à 1 avec un taux d'escompte de 10%. Considérant que le coût moyen du capital au Sénégal est, en général, fixé à 10%, le Projet, "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" a une faisabilité économique dans les deux cas des Alternatives I et II en termes de ratios B/C.

Pour résumer, le Projet jouit d'une faisabilité économique dans les deux cas des Alternatives I et II. Cependant, l'Alternative I, où les services d'appui aux agriculteurs (FSS) sont inclus, a une plus grande faisabilité économique et donc, une plus grande efficacité de l'investissement.

L'Alternative I, avec FSS inclus, a une plus grande faisabilité économique et une plus grande efficacité de l'investissement que, et donc a un avantage sur, l'Alternative II. Aussi, le projet a des bénéfices non mesurables y compris une contribution à la réalisation des objectifs de la politique agricole, des effets sur l'environnement, un accroissement du revenu régional, et un effet sur le transfert de technologie.

En conclusion, le projet est économiquement faisable avec des effets mesurables importants aussi bien que des effets non mesurables; la réalisation du projet justifiée comme étant pleinement faisable.

# TABLE DES MATIERES

## 1. INTRODUCTION

<b>1.1 Grandes Lignes du Projet .....</b>	<b>1-1</b>
1.1.1 Background du Projet .....	1-1
1.1.2 Objectifs du Projet .....	1-4
1.1.3 Envergure du Projet .....	1-4
1.1.4 Justification du Projet .....	1-4
<b>1.2 Etendue des Taches Contiées au Service de Consultance .....</b>	<b>1-5</b>
1.2.1 Sujet des Services: .....	1-5
1.2.2 Période des Services: .....	1-5
1.2.3 Etendue des Services .....	1-5
<b>1.3 Rédaction des Rapports .....</b>	<b>1-7</b>
1.3.1 Composition des Rapports et Plan d' Evaluation .....	1-7
1.3.2 Rapport de Démarrage .....	1-7
1.3.3 Rapport sur l'Etude de Faisabilité .....	1-8
1.3.4 Atelier sur le Site pour l'Etude de Faisabilité .....	1-9
1.3.5 Production Audio-Visuelle .....	1-15
<b>1.4 Participants à l'Etude de Faisabilité .....</b>	<b>1-15</b>

## 2. LA ZONE DU PROJET

<b>2.1 La Condition Naturelle de la Zone du Projet .....</b>	<b>2-1</b>
2.1.1 Situation (géographique) du Projet .....	2-1
2.1.2 Météorologie et Hydrologie / Ressources en Eau .....	2-2
2.1.3 Topographie et Géologie .....	2-7
2.1.4 Condition du Sol .....	2-7
<b>2.2 Condition Socio-Economique du Pays .....</b>	<b>2-8</b>
2.2.1 Vue d'Ensemble de l'Economie Nationale .....	2-8
2.2.1.1 Structure Industrielle .....	2-8
2.2.2 Conditions Socio-Economiques de la Zone du Projet .....	2-15
<b>2.3 Agriculture et Développement Agricole au Sénégal .....</b>	<b>2-20</b>
2.3.1 Cconditions de l'Agriculture et Développement Agricole au Sénégal .....	2-20
2.3.2 Conditions de l'Agriculture dans la Zone du Projet .....	2-32



<b>2.4 Conditions de l'Irrigation et du Drainage .....</b>	<b>2-37</b>
2.4.1 Zone du Projet .....	2-37
2.4.2 Equipements Station de Pompage .....	2-38
2.4.3 Canaux d'Irrigation et de Drainage .....	2-46
2.4.4 Pistes .....	2-47
2.4.5 Problèmes et Solutions .....	2-48
 <b>3. LE PROJET</b>	
<b>3.1 Levés sur le Terrain .....</b>	<b>3-1</b>
3.1.1 Collection de Données et Investigations sur le terrain .....	3-1
3.1.2 Levé Topographique .....	3-1
3.1.3 Investigations relatives au Sol .....	3-2
3.1.4 Analyse du Sol .....	3-5
3.1.5 Examen de la Sécurité des Installations de la Station de Pompage Existante .....	3-7
3.1.6 Travail sur le Terrain pour l'Agronomie et l'Agro-economie .....	3-9
3.1.7 Etude Hydrologique .....	3-11
<b>3.2 Revue de la Fourniture d'Eau d'Irrigation .....</b>	<b>3-11</b>
3.2.1 Revue de la Capacité de Fourniture d'Eau d'Irrigation du Marigot Lampsar .....	3-11
3.2.2 Plan pour l'Augmentation de la Fourniture d'Eau d'Irrigation .....	3-14
<b>3.3 Sélection des Surfaces Nouvelles et Confirmation de la Surface du Project .....</b>	<b>3-16</b>
3.3.1 Sélection des Surfaces Nouvelles .....	3-16
3.3.2 Confirmation de la Surface du Project .....	3-17
<b>3.4 Débit Unitaire d'Irrigation .....</b>	<b>3-19</b>
3.4.1 Caractéristiques de la Méthode Conventionnelle Locale pour le Débit Unitaire d'Irrigation .....	3-19
3.4.2 Comparaison entre la Méthode Convectionnelle Locale et la Méthode Générale pour le Calcul du Débit Unitaire d'Irrigation .....	3-20
3.4.3 Analyse du Débit Uniaire d'Irrigation .....	3-21
<b>3.5 Capacité de la Station de Pompage Existante .....</b>	<b>3-22</b>
3.5.1 Capacité de pompage de la Station de Pompage Existante .....	3-22
3.5.2 Plan de Réparation et de Renforcement de la Station de Pompage Existante .....	3-23
<b>3.6 Plan de la Nouvelle Station de Pompage .....</b>	<b>3-27</b>
3.6.1 Situation et Dimensions de la Nouvelle Station de Pompage .....	3-27
3.6.2 Capacité et Section Transversale du chenal d'Amenée .....	3-27
3.6.3 Structures de la Station de Pompage .....	3-28
3.6.4 Conception de la Fondation de la Station de Pompage .....	3-31
3.6.5 Plan des Installations Mécaniques de la Station de Pompage .....	3-33

3.6.6	Plan des installations Electriques de la Nouvelle Station de Pompage .....	3-37
<b>3.7</b>	<b>Installations de Capteurs Solaires .....</b>	<b>3-40</b>
<b>3.8</b>	<b>Planning pour le Système d'Irrigation et les Canaux .....</b>	<b>3-41</b>
3.8.1	Conditions pour la Conception et Critères pour Canaux d'Irrigation .....	3-41
3.8.2	Niveau d'Eau au Départ pour la Conception du Canal Principal d'Irrigation .....	3-42
3.8.3	Plan de Tracé du Canal .....	3-43
3.8.4	Système d'Irrigation .....	3-43
3.8.5	Dimensions of des canaux d'irrigation .....	3-44
3.8.6	Analyse de la Stabilité des Talus des Cavaliers .....	3-44
3.8.7	Plan des Ouvrages sur Canaux .....	3-45
<b>3.9</b>	<b>Planning du Système de Drainage et des Canaux de Drainage .....</b>	<b>3-49</b>
3.9.1	Débit Unitaire de Drainage .....	3-49
3.9.2	Système de Drainage .....	3-49
3.9.3	Système de Drainage .....	3-49
3.9.4	Plan Type et Dimensions des Canaux de Drainage .....	3-50
3.9.5	Ouvrages de Drainage .....	3-50
<b>3.10</b>	<b>Plan pour les Pistes de Circulation et les Pistes d'Exploitation longeant les Canaux .....</b>	<b>3-51</b>
<b>3.11</b>	<b>Plan pour le Développement Agricole .....</b>	<b>3-52</b>
3.11.1	Plan pour le Développement Agricole .....	3-52
3.11.2	Services d'Appui aux Agriculteurs .....	3-55
<b>3.12</b>	<b>Plan de Réalisation du Projet .....</b>	<b>3-59</b>
3.12.1	Etape Préliminaire dans la Réalisation .....	3-59
3.12.2	Planning pour la Réalisation .....	3-59
<b>3.13</b>	<b>Coût du Projet .....</b>	<b>3-60</b>
3.13.1	Général .....	3-60
3.13.2	Conditions pour le Calcul .....	3-61
3.13.3	Calcul des Coûts Unitaires .....	3-61
3.13.4	Calcul du Coût Direct du Projet .....	3-62
3.13.5	Coûts Indirects du Projet .....	3-63
3.13.6	Coûts Totaux du Projet .....	3-63
3.13.7	Plan de Financement et d'Acquisition .....	3-63

## **4. ORGANISATION DU PROJET**

<b>4.1</b>	<b>Agence d'Execution du Projet .....</b>	<b>4-1</b>
------------	---	------------

<b>4.2 Aptitude à Exécuter le Projet .....</b>	<b>4-3</b>
<b>4.3 Opération et Maintenance après Exécution du Projet .....</b>	<b>4-4</b>
<b>5. Analyse Economique et Analyse de la Faisabilité du Projet</b>	
<b>5.1 Bénéfices (avantages) du Projet .....</b>	<b>5-1</b>
5.1.1 Estimation du Bénéfice Agricole.....	5-1
5.1.2 Ajustement du Bénéfice Agricole.....	5-2
5.1.3 Flux du Bénéfice du Projet .....	5-3
<b>5.2 Coût du Projet .....</b>	<b>5-3</b>
5.2.1 Estimation du Coût du Projet .....	5-3
5.2.2 Ajustement du Coût du Projet .....	5-4
5.2.3 Flux du coût du Projet .....	5-6
<b>5.3 Analyse de l'Effet Economique .....</b>	<b>5-7</b>
5.3.1 Taux Interne Rentabilité (EIRR).....	5-7
5.3.2 Ratio Bénéfice-Coût (B/C Ratio) .....	5-8
5.3.3 Valeur Actuelle Nette (NPV) du Bénéfice du Projet .....	5-10
5.3.4 Analyse de Sensibilité .....	5-11
<b>5.4 Résultats de l'Analyse Economique.....</b>	<b>5-12</b>
<b>5.5 Analyse de la Convenance du Projet .....</b>	<b>5-13</b>
5.5.1 Bénéfices Mesurables .....	5-13
5.5.2 Bénéfices non-mesurables .....	5-13
5.5.3 Conclusion (Convenance du Projet).....	5-15
<b>6. Analyse de l'Impact sur l'Environnement et Plan de Réduction</b>	
<b>6.1 Analyse de l'Impact sur l'Environnement.....</b>	<b>6-1</b>
6.1.1 Une étude de la situation présente de l'environnement.....	6-1
<b>6.2 Plan de réduction.....</b>	<b>6-4</b>
6.2.1 Plan de réduction de l'environnement naturel.....	6-4
6.2.2 Plan de réduction de l'éco-environnement.....	6-6
6.2.3 Normes de qualités de l'eau pour l'Agriculture.....	6-7

## **7. ANALYSE DES RISQUES LIES AU PROJET**

## **8. PLAN POUR D'AUTRES TRAVAUX**

<b>8.1</b>	<b>Avant-Projet Sommaire.....</b>	<b>8-1</b>
8.1.1	Méthodologie pour l'Avant-Projet Sommaire.....	8-1
8.1.2	Plans (dessins) pour l'Avant-Projet Sommaire .....	8-1
8.1.3	Estimation des Coûts .....	8-2
8.1.4	Rapport sur l'Avant-Projet Sommaire.....	8-2

## **9. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

## Liste des Tableaux

Tableau 1.1: Composition du Rapport et Plan d'Evaluation .....	1-7
Tableau 1.2: La situation d'implication des Experts PMC (en Juillet 2010 ).....	1-16
Tableau 1.3: 1ere Mission au Sénégal .....	1-16
Tableau 1.4: 2eme mission au Sénégal .....	1-17
Tableau 2.1: Données Pluviométriques de la Station Météorologique de Saint Louis .....	2-3
Tableau 2.2: Données Météorologiques de la Station Météorologique de Saint Louis .....	2-3
Tableau 2.3: Description du Bassin du fleuve Sénégal.....	2-4
Tableau 2.4: Structure Industrielle au Sénégal .....	2-9
Tableau 2.5: Taux de Croissance Moyen Annuel par Secteur.....	2-9
Tableau 2.6: Indicateurs Majeurs de Croissance Economique .....	2-10
Tableau 2.7: Taux de Croissance Annuelle Moyen dans des Indicateurs Clés.....	2-10
Tableau 2.8: Taux de Croissance Annuelle Moyen par Secteur .....	2-11
Tableau 2.9: Indicateurs de GDP (PIB) .....	2-12
Tableau 2.10: indicateurs de GNI (Revenu National Brut).....	2-12
Tableau 2.11: Indicateurs Majeurs pour le Commerce Extérieur .....	2-13
Tableau 2.12: Dette Extérieure .....	2-14
Tableau 2.13: Population .....	2-14
Tableau 2.14: Taux de participation au Travail de la population de plus de 15 ans .....	2-15
Tableau 2.15: Taux de chômage par sexe .....	2-15
Tableau 2.16: Nombre de Ménages et Familles dans la Zone du Projet.....	2-16
Tableau 2.17: Population dans la Zone du Projet .....	2-16
Tableau 2.18: Nombre d'Elèves dans la Zone du Projet .....	2-17
Tableau 2.19: Nmbre d'Elèves de l'Ecole Elément. dans la Région de Saint-Louis, Sénégal (2008).....	2-17
Tableau 2.20: Tarif Passager et Taux de Freight .....	2-20
Tableau 2.21: Structure de l'économie et taux de croissance annuelle .....	2-21
Tableau 2.22: Taux de croissance annuelle moyens dans le secteur agricole.....	2-21
Tableau 2.23: Tarif Extérieur Commun (CET) de l'UEMOA.....	2-24

Tableau 2.24: Commerce alimentaire avec l'étranger.....	2-26
Tableau 2.25: Effectifs de la SAED (2008) .....	2-31
Tableau 2.26: Surfaces irriguées placées sous l'autorité des Délégations SAED .....	2-32
Tableau 2.27: Maind'oeuvre Agricole .....	2-32
Tableau 2.28: Bétail.....	2-33
Tableau 2.29: Machines Agricoles, Outils, et Equipements de Transformaion de Produits Agric. ..	2-34
Tableau 3: Changement de la Surface Cultivée après les Levés.....	3-2
Tableau 3.2 Résultats des essais au laboratoire pour les trous de sondage.....	3-4
Tableau 3.3: Etude de la Durabilité .....	3-7
Table 3.4: Vue d'ensemble des organisations étudiées pour la faisabilité agronomique .....	3-9
Tableau 3.5: Contenus des enquêtes sur le terrain sur l'économie, l'agriculture, et les données sociales. .....	3-10
Tableau 3.6: Surface à aménager.....	3-18
Tableau 3.5: Surface Irriguée par le canal principal d'irrigation et les ouvrages.....	3-18
Tableau 3.8: Evapotranspiration par Mois.....	3-19
Tableau 3.9: Comparaison de la Station de Pompage Existante et des Besoins.....	3-22
Tableau 3.10: Plan de Réparation et de Renforcement.....	3-23
Tableau 3.11: Méthode de Réparation de l'Ouvrage en Béton et ses matériaux de Réparation.....	3-25
Tableau 3.12: Endroit de la Construction et Largeur des Fissures et Classification de la Méthode de Réparation.....	3-25
Tableau 3.13: La Méthode de Réparation de la Construction.....	3-26
Tableau 3.14: Considérations Générales pour le choix du type de fondation.....	3-31
Tableau 3.15: Normes pour Pentes Longitudinales sur la base des Dimensions du Canal.....	3-41
Tableau 3.16: Revanche.....	3-42
Tableau 3.17: Calcul des Pertes de Charge.....	3-42
Tableau 3.18: Nouveau plan pour latéraux.....	3-43
Tableau 3.19: Dimensions du canal par canal d'irrigation .....	3-44
Tableau 3.20: Surface drainée par le drain principal .....	3-49
Tableau 3.21: Section transversale du drain principal.....	3-50

Tableau 3.22: Dimensions de la section transversale des canaux de drainage .....	3-50
Tableau 3.23: Surfaces irrigables (sans et avec Projet) présentes et futures du Projet .....	3-52
Tableau 3.24: Surfaces récoltées actuelles, rendements, et production .....	3-53
Tableau 3.26: Calendrier pour la réalisation du Projet .....	3-60
Tableau 3.27: Coûts totaux du projet .....	3-63
Tableau 3.28: Plan de Financement .....	3-64
Tableau 3.29: Calendrier pour l'investissement annuel .....	3-64
Tableau 4.1: Etat des projets exécutés par la SAED dans le Delta du fleuve Sénégal depuis 2007 .....	4-4
Tableau 5.1: Résumé du Bénéfice Net Avec et Sans le Projet .....	5-1
Tableau 5.2: Accroissement du Bénéfice Net Avec et Sans le Projet .....	5-2
Tableau 5.3: Bénéfice Annuel du Projet .....	5-3
Tableau 5.4: Flux du Bénéfice du Projet .....	5-3
Tableau 5.5: Coût du Projet pour l'Alternative I par année (Avec FSS) .....	5-4
Tableau 5.6: Coût du Projet pour l'Alternative II par année (Sans FSS) .....	5-5
Tableau 5.7: Coût de l'Opération et la Maintenance .....	5-5
Tableau 5.8: Estimation du Coût de Remplacement des Equipements de pompage .....	5-6
Tableau 5.9: Flux du Coût du Projet .....	5-6
Tableau 5.10: EIRR dans le cas de l'Alternative I .....	5-7
Tableau 5.11: EIRR dans le cas de l'Alternative II .....	5-8
Tableau 5.12: Ratio B/C de l'Alternative I .....	5-9
Tableau 5.13: Ratio B/C de l'Alternative II .....	5-10
Tableau 5.14: Analyse de sensibilité dans le cas de l'Alternative I .....	5-12
Tableau 5.15: Analyse de sensibilité dans le cas de l'Alternative II .....	5-12
Tableau 5.16: Sommaire de l'Analyse Economique par Alternatives .....	5-12
Tableau 6.1: La prédiction de l'impact causé par l'exécution du projet .....	6-4
Tableau 6.2: Paramètre de force qui a été appliqué .....	6-5
Tableau 6.2 Normes de qualité de l'eau pour l'agriculture concernant la plante du riz (Sources: Administration du Développement Rural) .....	6-7

## Abbreviations

ADB	Asian Development Bank
AfDB	African Development Bank
AIA	Farming Input Support and Micro Credit Management Committee
CCIAR	Chambre de Commerce d'Industrie et d'Agriculture Regionale de Saint Louis, Saint Louis Regional Office of Commerce Industry and Agriculture (GIE Register and Permit Agency)
CEC	Cation Exchange Capacity
cmol/kg	Centi mole per Kilogram
B/C	Benefit Cost Ratio
BOD	Biochemical Oxygen Demand
BM	Bench Mark
CDS	Cool Dry Season
CGERW	Rural Economic Management Center of WALO, Centre Gestioned' Économie Rurale du Walo (Sub-District Level Farmers Union' Association)
CNCAS	Caisse National de Credit Agricole du Senegal
CAD	Computer Aid Design
CD	Compact Disk
CDH	The Horticultural Development Training Center
CET	Common External Tariff
CIF	Cost, Insurance and Freight
COD	Chemical Oxygen Demand
DAIH	Direction des Aménagements et Infrastructures Hydroagricoles. SAED
DAM	Direction Autonome de Maintenance, SAED
DAP	Diammonium Phosphate
DDAR	Direction du Développement et de l'Aménagement Rural, SAED
DFC	Direction Financière et Comptable, SAED
DRHA	Direction des Ressources Humaines et de l'Administration, SAED
DSR	Debt Service Ratio
dS/m	deci siemen per meter
EC	Electrical Conductivity
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EISMV	The Inter-States Veterinary College
EDTA	Ethylene Diaminetetraacetic Acid
f Cfa	cefa franc
FAO	Food and Agriculture Organization
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FOB	Free On Board
FSS	Farmer Support Services
GDP	Gross Domestic Product
GDT	Grande Digue Tellel
GIE	Groupeement d' Interect Economique, Income/Economic Improvement Group/Cooperatives for the KOICA Project
GNI	Gross National Income
GOANA	Grand Offensive for Food and Abundance
GPF	Women GIE
GPS	Global Position System
GRP	Gross Regional Product



Ha	Hectare
HDS	Hot Dry Season
HYV	High Yield Variety
Hp	Horse Power
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development
IFA	Irrigation Farmers Association
IFAD	International Fund for Agricultural Development
ISRA	Senegalese Agricultural Research Institute
ITA	Food Technology Institute
JICA	Japan International Cooperation Agency
KECC	Korea Engineering Consultant Corporation
KIC	Korea International Consultant
KOICA	Korea International Cooperation Agency
MA	Ministry of Agriculture, Ministère L'Agriculture
MT	Metric Ton
NGO	Non-Government Organization
NPV	Net Present Value
ODA	Official Development Assistance
OJT	On Job Training
OM	Organic Matter
OMVS	Senegal River Basin Organization
O & M	Operation and Management
pH	Acidity
P/M	Person Month
PMC	Project Management Consultants
PMO	Project Management Office
ppm	part per million
PPP	Purchasing Power Parity
PSC	Project Steering Committee
R/D	Record of Discussion
RDS	Rural Development Specialist
REVA	Return to Agriculture
RIS	Rural Infrastructure Specialist
RS	Rainy Season (July - October)
RTAs	Regional Trading Agreements
SAED	Senegal River Delta and Valley Development Authority, Société nationale d'Aménagement des Terres du Delta et de la Vallée du Fleuve Sénégal.
SCA	Accelerated Growth Strategy
SCF	Standard Conversion Factor
SWRF	Shadow Wage Rate Factor
TOR	Terms of References
UEMOA	West African Economic and Monetary Union
USAID	United States Agency for International Development
USD	United States Dollar
WADB	West African Development Bank
WARDA	The Africa Rice Center
WB	World Bank

---

## **Chapitre 1**

## **Introduction**

# 1. INTRODUCTION

## 1.1 Contours du Projet

### 1.1.1 Contexte du Projet

Le secteur agricole de la République du Sénégal est le secteur le plus important de ses industries. Environ 16 pour cent (estimé en 2008) de son PIB a pour origine les produits agricoles; Environ 57.6 pour cent (estimé en 2008) de sa population vit dans les zones rurales; et environ 72 pour cent de la force de travail est dans le secteur agricole y compris la foresterie et la pêche, et les industries de transformation de produits agricoles. Le développement du secteur agricole est un des éléments les plus importants pour le Développement économique Sénégalais. Le taux de croissance moyen du secteur agricole a été de 1.3% de 1988 à 1998, et c'est le même taux entre 1999 et 2008. Il semble être stable, mais les variations année par année ont été tout-à-fait différentes, par exemple il a chuté de 7 pour cent en 2007, par contre, en 2008 il est monté de 19.6 pour cent grâce à la montée du prix des céréales sur le plan international et à la production domestique.

Environ 40% (2.8 millions, estimés en 2008, IFAD) de la population rurale du Sénégal ont été classés comme pauvres. Quand on compare la consommation alimentaire de la période de 2001 à 2003 à celle de la période de 1995 à 1997, le taux annuel moyen de consommation alimentaire augmentant de 2.8%, dépasse le taux de croissance de la population qui est de 2.4%. Ainsi, c'est une tâche très importante pour Gouvernement Sénégalais de résoudre le problème du déficit alimentaire en améliorant la productivité agricole.

D'après un rapport FAO de 2007, le Sénégal a produit 331 mille tonnes d'arachide avec coque, 319 mille tonnes de mil, 193 mille tonnes de riz, 158 mille tonnes de maïs, et 308 mille tonnes de manioc en 2006. Quand on compare l'indice de production alimentaire, il est réduit à 82.0 (1,486 mille tonnes) en 2003, ayant été de 100 en 1999-2001 et réduit de nouveau à l'indice 72 (1,297 mille tonnes) en 2007, ce qui montre une tendance à la baisse de la production alimentaire.

L'accroissement de la population rurale a baissé d'un taux annuel de 2.2% dans la période 1980-1989 à 0.6% pour la période de 1990 à 2003 et des symptômes de paysans quittant l'agriculture apparaissent, et la productivité agricole a été réduite du taux annuel de croissance de 4.0% de 1980 à 1989 à 1.1% dans la période de 1990-2003 pendant que les importations agricoles ont eu tendance à augmenter d'un taux annuel moyen de 1.6% de 1980 à 1989 à un taux annuel de 4.5% de 1990 à 2003.

Dans le cas des exportations agricoles, la tendance est à une baisse du taux moyen annuel de 8.6% de 1980 à 1989 à -1.1% de 1990 à 2003 et cette tendance est due à l'augmentation rapide de la consommation de riz provoquant un accroissement des importations de produits agricoles alors que les exportations d'arachide et de coton ont baissé.

Le riz, qui est l'aliment de base des Sénégalais, est importé à 80% environ. La quantité de riz importée a été d'environ 0.6 à 0.7 million de tonnes annuellement. En 2007, les importations de riz ont atteint 1.019 millions de tonnes. Pendant que la consommation de riz en zone urbaine augmente, la production de riz ne peut pas suivre adéquatement le taux de croissance de la consommation, provoquant ainsi plus d'importations de riz.

Les Sénégalais préfèrent le riz brisé qui convient plus à la cuisine du Tiéboudieune, un plat traditionnel Sénégalais. Environ 94 pour cent du riz importé est du riz brisé, et cela a pu réduire la facture des importations du fait des prix plus bas sur le marché international du riz.

Le Gouvernement Sénégalais a dépensé environ 50% du total des importations d'un montant de 2,390 millions de dollars en 2008 pour importer des produits agricoles, principalement du riz et du blé. Et cela pendant que les bassins des fleuves Sénégal et Casamance, en dépit de la faible pluviométrie, peuvent permettre l'irrigation de milliers d'hectares, ce potentiel n'étant pas exploité à cause d'un manque de capital. Le taux de chômage des jeunes est supérieur à 40% et de nombreux jeunes tentent d'émigrer vers d'autres pays et c'est l'obstacle majeur pour le développement économique et social du Sénégal. Quand environ 200,000 ha de rizières sont aménagés, l'autosuffisance en riz peut être atteinte et beaucoup de devises utilisées pour importer du riz peuvent être économisées.

L'Autorité pour le Développement du Delta et de la Vallée du Fleuve Sénégal (SAED) réalise des aménagements pour la culture du riz, et le Bassin du Fleuve Sénégal est la zone No. 1 pour la culture du riz, et 95,030 ha (2009) de terres agricoles irriguées ont été aménagées (50,757 ha gérés par la SAED et autres agences publiques, et 44,273 ha aménagés par le privé). La double culture du riz est possible dans ces zones en saison humide comme en saison sèche, mais dans le cas de la saison sèche seules les zones irrigables sont rizicultivables. (Voir l'Attachement 5)

Malgré les efforts du Gouvernement Sénégalais pour accroître la production de riz, notamment en accroissant les surfaces irriguées, les importations de riz augmentent. Depuis 2008, le Gouvernement Sénégalais, qui dépend des importations pour plus de 80% de la consommation de riz, a décidé changer l'objectif initial pour l'autosuffisance en riz, en rapprochant l'échéance de 2015 à 2012 à cause de la montée des prix des céréales en 2008. Dans ce but, le Ministère de l'Agriculture et la SAED ont accéléré la politique visant à accroître la production de riz et le prix au consommateur par kg en 2007 est monté en passant de 300 f cfa à 400 f cfa et en conséquence la rentabilité de la culture du riz pour les agriculteurs s'est considérablement améliorée.

Le Gouvernement Sénégalais subventionne 50% du prix des engrais et des herbicides en faveur des agriculteurs depuis la saison des pluies de 2008, donnant de la motivation aux agriculteurs ; il est estimé que les surfaces cultivées en riz dans le Bassin du Fleuve Sénégal ont augmenté d'environ 50% et il est également estimé une augmentation de 10-20% de la production par ha grâce à un usage approprié des engrais. La tendance à l'accroissement des surfaces cultivées en riz se confirme et dans le cas de la zone de la Délégation de Dagana de la SAED où le projet se situe, la surface cultivée en riz a été doublée de 9,000 ha à 18,000 ha en saison sèche en 2008 et il y a eu des plaintes dans certaines zones à cause d'un manque d'eau d'irrigation.

En termes de productivité la quantité produite est très faible, comme 1 tonne par ha dans les champs de paddy arrosés par la pluie en Région de Casamance, mais elle est de 5-6 t/ha dans le cas des terres irriguées du bassin du Fleuve Sénégal, pendant que la quantité dans l'Anambé dans le sud est basse, de l'ordre de 2-3 tonnes/ha à cause des coûts de production. Les agriculteurs cultivateurs de riz dans le bassin du fleuve Sénégal ont plus de 40 ans d'expérience des systèmes irrigués alors que les agriculteurs dans la zone de l'Anambé ont seulement 10 ans d'expérience.

Les contraintes à la production de riz au Sénégal sont comme suit;

- La stérilité due à la chaleur et la stérilité due au froid en Décembre dans les zones irriguées
- Le manqué d'eau en saison sèche
- Le riz importé bon marché, de faible qualité
- Intrants inadéquats; semences, engrais, et crédit
- Manque de machines agricoles spécialement pour les opérations post-récolte
- Utilisation de la maind'œuvre par d'autres activités de production
- Manque d'une politique appropriée de production du riz
- Appui faible à la recherche et à la vulgarisation
- Sols acides sulfatés dans le sud
- Sécheresse périodique affectant les terres basses et les terres hautes sous pluie

Le Gouvernement Sénégalais a pour objectif d'atteindre l'autosuffisance en riz en 2015. Pour atteindre ce but, il peut être nécessaire d'aménager environ 0.2 million ha équipés avec des infrastructures d'irrigation. Le Sénégal a dépensé environ 57 pour cent de la valeur de ses exportations pour importer de la nourriture. Cependant, le Sénégal a un bon potentiel pour développer des terres irriguées, a d'importantes ressources en eau et des terres plates dans la zone des bassins du fleuve Sénégal et du fleuve Casamance. Ces zones n'ont pas été développées à cause d'un manqué de capital. Le taux de chômage est Presque de 40 pour cent, et de nombreux jeunes veulent émigrer vers l'Europe et les USA, et essaient de passer clandestinement . C'est l'une des contraintes qui freinent le développement économique et qui causent des problèmes diplomatiques. Si le Sénégal aménage 200,000 ha de terres irriguées, l'autosuffisance en riz sera réalisée, et ainsi des devises seront économisées.

Le Gouvernement Sénégalais s'était fixé comme objectif l'autosuffisance en riz en 2015. Pour atteindre ce but, le Gouvernement Sénégalais est en train de mettre en œuvre les Plans GOANA et PNAR, et de nombreuses agences internationales soutiennent le Sénégal travers Projets sur dons et sur prêts.

En 1988 le Gouvernement Coréen a financé le Projet de démonstration d'environ US\$ 811 mille dans la zone de Bountou Bath dans le Département de Dagana. Le Projet comprenait un aménagement de 60ha de terres irriguées pour la culture du riz, la construction d'un magasin pour machines agricoles, et la fourniture de machines agricoles et de matériels agricoles.

Trois ans après la bonne réalisation du Projet Coréen, à cause des inondations les infrastructures d'irrigation ont été détruites au point d'être inutilisables, et de devoir être réhabilitées. En plus, le magasin et la maison communautaire ont été endommagés par la rouille , attendant d'être réparés.

En conséquence, en 2007, le Gouvernement Sénégalais a sollicité une aide pour: i) l'aménagement de 200 ha de terres irriguées (réhabilitation de l'aménagement existant de 60ha; la fourniture d'eau d'irrigation à 80ha; et 60 ha additionnels de terres irriguées adjacentes à l'aménagement existant); ii) la construction de 11.5 km de piste; iii) la construction de 4 salles de classe et une maison communautaire y compris la réhabilitation d'un magasin ; et iv) autres services d'appui aux agriculteurs pour les paysans de la zone du Projet. A travers ces activités le but du Projet est de contribuer à: l'accroissement des revenus des villageois; l'amélioration des conditions de vie; la réduction du niveau de pauvreté; l'amélioration de l'autosuffisance en produits agricoles de base , le

riz; et l'amélioration des opportunités pour l'emploi.

La KOICA a décidé d'appuyer le "Projet pour l'Amélioration de la Productivité Agricole dans le Département de Dagana, Sénégal" (ci-après appelé le "Dagana Project") de 2007 à 2009. KECC comme PMC, a réalisé le Projet avec succès. En plus du Dagana Project, le Gouvernement Sénégalais a demandé le financement de "Projet pour le Développement de l'Irrigation à Podor, Sénégal" (ci-après appelé le "Podor Project"). Ce Projet est en cours et sera terminé en 2010.

Le Gouvernement Sénégalais – Ministère de l'Agriculture (ci-après le "MA"), et l'Autorité pour le Développement du Delta et de la Vallée du fleuve Sénégal (ci-après SAED) – ont demandé le financement du "Projet pour l'Etude de Faisabilité et l'Avant-Projet Sommaire pour la Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel au Sénégal" (ci-après le "Projet") en 2008. Pour le Gouvernement Coréen, la KOICA a envoyé une Equipe chargée de l'Etude de la Réalisation en Juin 2009 et a officiellement signé le Record of Discussion (Protocole d'Accord) entre la KOICA et le MA. KECC – Project Management Consultant (Consultant Gestionnaire du Projet) (ci-après le "PMC") a dispatché les consultants pour la réalisation du Projet en Janvier 2010. Le Projet doit durer 12 mois pour l'Etude de Faisabilité et l'Avant-Projet Sommaire.

### **1.1.2 Objectifs du Projet**

Les objectifs du projet sont d'élever le niveau d'autosuffisance en cultures vivrières, réduire la pauvreté et accroître les revenus agricoles en améliorant la productivité agricole grâce à l'accroissement des surfaces irriguées et la diversification des cultures, en construisant un système d'irrigation pour la zone existante et la zone d'extension de Grande Digue Tellel.

### **1.1.3 Envergure du Projet**

L'envergure (domaines couverts) du projet est l'étude de faisabilité et l'avant-projet sommaire pour la réhabilitation et l'extension du système irrigué pour une surface de 3,000ha qui incluent 2,500ha d'aménagement existant et une surface nouvelle de 500ha dans la zone de Grande Digue Tellel. Cela comprend les investigations sur le site, l'étude de faisabilité et l'avant-projet sommaire faits par des Consultants PMC, des voyages d'étude et des stages pour officiels Sénégalais et pour le personnel intervenant dans le projet, et la fourniture d'équipements et de véhicules.

### **1.1.4 Justification du Projet**

Le Gouvernement du Sénégal donne une grande priorité au développement rural et à l'autosuffisance alimentaire et à l'exécution de diverses politiques agricoles, y compris la Stratégie de Réduction de la Pauvreté (PRSP), des Stratégie pour la Croissance Accélérée (SCA), le Plan pour l'Autosuffisance en Riz (PNAR), et la politique pour le retour des jeunes dans les zones rurales pour l'agriculture (REVA) et particulièrement depuis 2008 le plan gouvernemental Sénégalais de réaliser 150,000

à 200,000 ha d'aménagements irrigués jusqu'en 2015 pour réaliser l'autosuffisance en riz à travers la politique de développement agricole (GOANA) pour l'accroissement de la production alimentaire et l'accroissement des revenus paysans et l'économie de devises, etc.

Ce projet, avec l'éradication de la pauvreté grâce au développement de l'irrigation, devrait contribuer à l'expansion de la zone verte avec la fourniture d'eau d'irrigation, les cultures étant également pratiquées en saison sèche, et devrait également contribuer à l'amélioration de l'environnement en répondant à la préoccupation internationale anti-désertification et contribuer à la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement (MDGs).

Grâce à la réalisation du Projet, la production de riz dans la zone de Grande Digue Tellel va croître des 4,000 tonnes actuelles à 21,000 tonnes et devrait aider l'économie nationale sénégalaise en réduisant les importations de riz d'environ 3%.

La zone du Projet aussi bien que d'autres zones irriguées où l'irrigation n'est pas possible même avec une infrastructure pour l'irrigation croît en importance à cause de la détérioration des infrastructures d'irrigation due à la mauvaise maintenance. Ce projet est prévu pour être un exemple où le passage à la double culture sera effectif contrairement à la situation actuelle où une seule culture est pratiquée, en hivernage, même si cette double culture est normalement facilitée, même actuellement, par l'infrastructure d'irrigation.

Une fois ce projet réalisé, 15,000 résidents de la communauté rurale de Ross Bethio verront les bénéfices immédiats, des effets secondaires agricoles et industriels en relation avec le développement tout en contribuant simultanément au but ultime du projet, le développement rural et l'éradication de la pauvreté, et l'atteinte de l'autosuffisance alimentaire pour les résidents.

Le Sénégal est un des pays les moins développés avec un revenu par tête d'habitant de \$ 888 (en 2006) et à peu près 70% des habitants vivant en zones rurales et 60% de la population active vivant dans les zones rurales. L'Agriculture compte pour 20% du PIB, l'accroissement de la productivité agricole est comparativement un avantage dans la stratégie de développement national et pour cette raison, l'accroissement des revenus paysans grâce au développement des zones rurales est une priorité dans le plan national de développement. En particulier, dans la zone du projet, comme zone centrale d'agriculture, le projet d'amélioration du système d'irrigation a une valeur significative dans la communauté locale, agissant en termes de valeurs culturelles.

## **1.2 Envergure de Services de Consultance**

### **1.2.1 Etudes concernées par les Services:**

Services de Consultance PMC pour le Projet d'une Etude de Faisabilité et d'un Avant-Projet Sommaire pour la Réhabilitation du Casier de Grande Digue-Tellel au Sénégal

### **1.2.2 Période couverte par les Services:**

12 mois après la Date de Signature du Contrat

### **1.2.3 Envergure des Services**

#### **1) Superficie concernée par les Services demandés**

La zone du projet est située à Grande Digue-Tellel dans la Communauté Rurale de Ross Bethio ,  
Département de Dagana , Région de Saint Louis et la surface concernée est de 3,000ha comprenant;

- (1) La réhabilitation de la surface existante de 2,500ha
- (2) l'aménagement d'une surface nouvelle de 500ha.

## **2) Envergure (Etendue) des Services**

### **(1) Etendue des Services en Détail**

#### **① Revue du planning de Base**

- Collection de données relatives au Projet
- Collection de données pour les ressources en eau et le planning de l'irrigation
- Analyse du plan de base et des études précédentes
- Revue et évaluation des plans existants relatifs au projet
- Investigations sur le site et analyse

#### **② Etude du Site**

- Etude Topographique
- Etude pédologique et géotechnique
- Etude des cultures et étude agro-economique
- Etude des ressources en eau

#### **③ Etude de Faisabilité**

- Etude synthétique de faisabilité (économique et technique)
- Analyse économique et financière du projet
- Devis quantitatif et estimation des coûts

#### **④ Avant-Projet Sommaire**

- Avant-Projet Sommaire pour le système d'irrigation



## 1.3 Rédaction du Rapport

### 1.3.1 Composition (Contenu) du Rapport et Plan d'Evaluation

La Composition (le contenu) du Rapport et le Plan d'Evaluation sont indiqués dans le Tableau 1.1.

Table 1.1: Composition du Rapport et Plan d'Evaluation

Division	Date de Remise (Après Contrat)	Contenu Principal	Sénégal		KOICA		Plan d'Evaluation
			Version. Angl.	Version Franç.	Version. Angl.	Version Coréen.	
Rapport de Démarrage	2 mois	Données Collectées, Rapport, Plan Détaillé, Méthodologie d'Etude	5	5	5	5	Réunion pour le Démarrage
Rapport d'Etape	6 mois	Investigations sur site et résultats, Analyse Economique, Résultats Etude de	10	10	5	5	Atelier sur le Site, Evaluation
Version Provisoire du Rapport Final	12 mois	Etude de Faisabilité et APS (Provisoire)	10	10	5	5	Atelier sur le Site, Evaluation Finale
Rapport Final	14 mois	Etude de Faisabilité et APS (Finale)	10	10	10	10	-

### 1.3.2 Rapport de Démarrage

Le Consultant PMC a été en mission sur le site du projet au Sénégal pour une période d'un mois du 25 Janvier au 24 Février 2010 pour les objectifs suivants et a eu des activités liées au démarrage.

- Annonce du début des travaux de consultance pour le projet invitation à coopérer adressée aux agences Sénégalaises concernées,
- Compréhension des conditions sur le site pour les travaux de consultance et la préparation du rapport de démarrage,
- Coopération/discussion avec les agences Sénégalaises de contrepartie et collection de données pour une exécution efficiente du travail de consultant, et
- Début du levé topographique pour l'exécution efficiente d'une bonne étude

Sur la base des activités de démarrage décrites ci-dessus, le PMC a préparé le Rapport de Démarrage et les contours de ce Rapport de Démarrage sont comme suit;

Le Chapitre 1 inclut le contexte du projet, les objectifs, l'envergure du projet, la justification du projet, et les domaines couverts par les services consultance.

Le Chapitre 2 contient un résumé des investigations concernant le 1er site, une collection de

données/rapports, et une revue des études existantes.

Le Chapitre 3 inclut la situation existante dans la zone du projet dans les domaines de l'hydrologie et des ressources en eau, l'agriculture actuelle, et la situation de l'irrigation et du drainage .

Le Chapitre 4 contient l'approche et la méthodologie de l'étude de faisabilité dans les domaines du Levé Topographique, de l'Hydrologie/des Ressources en eau, de l'Hydraulique, de la Mécanique des Sols, de l'Agronomie et de l'Irrigation et du Drainage du sol, de l'Inspection de la Sécurité des ouvrages, de l'Environnement, et de l'Analyse Agro-Economique.

Le Chapitre 5 inclut le plan pour l'étude d'APS,

Le Chapitre 6 contient le Chronogramme du Travail, le chronogramme des Missions, le Chronogramme des Rapports, L'Organisation et la Gestion du Projet, et l'Organisation du Consultant.

Le Chapitre 7 parle des stages, le Chapitre 8 parle des provisions et équipements, et le Chapitre 9 traite des problèmes et remèdes à ces problèmes.

Pendant la phase de démarrage, le chronogramme des missions du Consultant PMC a été revu et il a été reconnu que ce chronogramme des missions du Consultant PMC avait besoin d'être correctement ajusté sur la base des exigences du travail en hommes-mois du contrat. Il a également été reconnu nécessaire qu'il y ait un assistant pour les travaux de dessin dans la phase APS. Sur la base des exigences ci-dessus, le chronogramme de mission du Consultant PMC a été révisé des 52 hommes-mois au départ à 47 hommes-mois .

Les sommes déduites par l'ajustement des hommes-mois ont été affectées à l'intervention d'un bureau d'étude local pour aider dans les travaux de dessin de l'APS.

### **1.3.3 Rapport sur l'Etude de Faisabilité**

Le Rapport sur l'Etude de Faisabilité décrit les contenus suivants.

Le Chapitre 1, comme introduction, décrit le contexte du projet, les objectifs du projet, le contenu du projet, le contenu et l'ampleur des services de consultance, la rédaction du rapport, et le contenu du volume de personnel pour l'étude de faisabilité,

Le Chapitre 2, comme situation existante du projet, inclut les conditions naturelles, les conditions socio-économiques, l'agriculture et les sols, et les conditions d'irrigation et de drainage de la zone du projet,

Le Chapitre 3, comme plan du projet, inclut les contenus des investigations de terrain, la revue de la disponibilité de l'eau d'irrigation, la sélection des surfaces nouvelles et la confirmation de la surface à aménager, le calcul des débits unitaires d'équipement, le plan de réhabilitation de la station de pompage existante, le plan de la nouvelle station de pompage, plan du système de fourniture d'énergie solaire, système d'irrigation et canaux d'irrigation, système de drainage et canaux de drainage, pistes d'entretien et pistes d'exploitation, plan de développement agricole, plan de réalisation de projet, et

estimation du coût du projet,

Le Chapitre 4, parle de l'introduction de l'agence d'exécution du projet et de sa capacité à exécuter le projet, et du plan O&M après la réalisation du projet,

Le Chapitre 5 décrit la Faisabilité Economique et la justification du projet,

Le Chapitre 6 inclut l'Analyse de l'Impact sur l'Environnement et des Mesures Correctives,

Le Chapitre 7 inclut l'Analyse des Risques liées au Projet ,

E Chapitre 8 contient le Plan de l'APS comme future plan de travail,

Le Chapitre 9 donne la Conclusion et les Recommandations.

Le rapport sur l'étude de faisabilité inclut le Rapport Principal et les Annexes pour chaque spécialité des domaines intervenant dans l'étude. Les Annexes incluent 11 Annexes, Levé Topographique, Hydrologie/Ressources en Eau, Hydraulique, Irrigation et Drainage, Mécanique des Sols, Inspection de la Sécurité des Equipements, Agriculture, Sols, Economie Agricole, et Rapport sur l'Environnement.

Le contenu du Rapport sur l'Etude de Faisabilité est comme suit;

Volume I: Rapport Principal

Volume II: Levé Topographique, Hydrologie/Ressources en Eau, Hydraulique, Irrigation et Drainage, Mécanique de Sols, Inspection de la Sécurité des Equipements, Agriculture, Sols, Economie Agricole, et Rapport sur l'Environnement

### **1.3.4 Atelier sur le Site pour l'Etude de Faisabilité**

Le but de l'atelier set d'expliquer les résultats de l'étude de faisabilité à l'agence de contrepartie coté Sénégalais, la SAED, et aux représentants des agriculteurs et écouter leur opinion sur les résultats de l'étude de faisabilité, et tenir compte des résultats de l'atelier pour la finalisation de l'Etude de Faisabilité. Le résultat de l'atelier est comme suit;

- 1) Date: 29 Juin (Mardi)
- 2) Place: Centre de Formation (CIFA), NDIAYE (35 km de Saint Louis dans la direction de Ross Bethio)
- 3) Participants: 53 personnes

Représentants de KOICA au Sénégal, Directeur Général Adjoint de la SAED, des Directeurs dont les domaines concernent le Projet à la SAED, des cadres de la Délégation de Dagana, des Représentants des agriculteurs, des journalistes locaux, des journalistes TV, etc.

- 4) Chronogramme de l'Atelier

Heure	Contenu	Remarques
09:30 ~ 10:00	▷ Liste de présence	Dirigé par: Mr. Sow (SAED Directeur) Interprète: Mr. Dia
10:00 ~ 10:30	▷ allocution des principaux participants <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Directeur Général Adjoint de la SAED</li> <li>○ Représentant de KOICA au Sénégal</li> </ul>	
10:30 ~ 11:00	▷ Explication des résultats de la version provisoire de l'Etude de Faisabilité (I) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schémas Hydrauliques du Delta : Présentation: Mr. Gassama, SAED</li> <li>○ Vue d'ensemble et Partie technique: Présenté par : Chung in Young, PM</li> </ul>	
11:00 ~ 11:30	▷ Pause Café	
11:30 ~ 11:50	▷ Explication des résultats de la version provisoire de l'Etude de Faisabilité (II) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Partie Agronomique et Agro-Economique: Présentée par: Hong Bum Hee, Agronome</li> <li>Présentée par: Mr. SAMB, SAED Dagana Delegation</li> </ul>	
11:50 ~ 12:40		
12:40 ~ 13:00	▷ Questions et Réponses	
13:00 ~ 13:30	▷ Clôture	
13:30 ~	▷ Déjeuner	

## 5) Contenus majeurs de la Présentation

### (1) Schéma Hydraulique du Delta

Comme source d'eau du projet Grande Digue-Tellel, et pour l'aménagement de terres agricoles à l'intérieur du delta, le Gouvernement Sénégalais a élaboré un plan d'ensemble pour le recalibrage du marigot Gorom Lampsar. A ce propos, le plan de recalibrage du marigot Gorom Lampsar a été introduit dans cet atelier.

- i) Condition des ressources en eau du Gorom Rampsar.
- ii) Présentation du plan d'ensemble pour le recalibrage du Gorom Lampsar et son état d'avancement.

### (2) Vue d'ensemble et Partie Technique

#### i) Vue d'ensemble

- Les Grandes Lignes du Projet
- Chronogramme du Travail

#### ii) Partie Irrigation

- Zone du Projet
- Etat Actuel de la Station de Pompage Existante
- Plan de la Nouvelle Station de Pompage
- Plan des Canaux d'Irrigation

- Plan des Ouvrages sur Canaux
- Plan des Pistes d'Exploitation
- Chronogramme pour l'Exécution du Projet
- Estimation des Coûts du Projet

iii) Partie Mécanique/Electrique

- Revue de la Capacité de la Station de Pompage Existante
- Plan des Installations Recevant les Pompes
- Plan des Installations Electriques
- Plan des Installations d'automatisation
- Plan des Installations d'Energie Solaire

iv) Equipements pour Inspection de Sécurité

- Résultats des observations et de l'examen des machines
- Suggestions d'une méthode pour les réparations et la réhabilitation

(3) Partie Agriculture et Agro-Economie

i ) Situation Economique et Agricole du Sénégal

- Proportion (part de) l'Agriculture dans l'Economie du Sénégal
- Production de Cultures vivrières, taux d'autosuffisance, situation des exportations et des importations.
- Politique du Gouvernement Sénégalais en vue de l'autosuffisance en cultures vivrières ( riz) au Sénégal(GOANA)
- Nécessité de développer l'irrigation

ii) Condition de l'Agriculture dans la zone du projet

- Population, maind'oeuvre, machines agricoles, bétail, situation de l'agriculture, etc.
- Situation de la production agricole dans la zone du projet (types de cultures, production agricole, etc.)
- Coût de production du riz
- Achat d'intrants agricoles, transformation de produits agricoles, situation du marketing, etc.
- Contraintes liées à la culture du riz
- Services d'Appui aux Agriculteurs, etc.

iii) Plan pour le Développement de l'Agriculture

- Types de cultures avant et après le projet et estimation de la production
- Formation de l'organisation paysanne et plan pour le renforcement des capacités
- Services d'Appui aux Agriculteurs, etc.

iv) Analyse Economique Agricole

- Objectif de l'analyse agricole
- Etude alternative
- Bénéfice agricole
- Estimation des effets économiques
- Analyse des effets techniques et économiques

v) Conclusion et Recommandation

6) Discussion Majeure et Question

1) Représentants des Agriculteurs: 4 personnes

- i) Généralement la présentation FS est bonne et les agriculteurs apprécient le PMC et la SAED.
- ii) En particulier la fourniture d'électricité par l'énergie solaire sera d'une grande aide pour les paysans. Actuellement, la facture d'électricité est trop lourde pour les agriculteurs et en conséquence l'irrigation en saison sèche est presque impossible.
- iii) Le projet est un projet très important pour l'autosuffisance alimentaire au Sénégal et donc, ils espèrent que le projet sera réalisé et espèrent sérieusement que la surface aménagée passera de 3,300ha à 3,600ha.
- iv) Le programme d'appui aux agriculteurs, y compris la formation des paysans, est tout-à-fait requis et nous prévoyons que la formation accroîtra les connaissances des paysans et donnera de bons résultats.
- v) Il est très souhaité que la réalisation du projet démarre et se termine dans un futur proche, autant que possible.
- vi) Les femmes sont très pauvres dans cette zone et espèrent que des programmes d'appui aux femmes seront inclus. Nous espérons que le projet sera réalisé aussitôt que possible, particulièrement la formation des paysans qui est une condition pour obtenir une technologie agricole nouvelle. La facture d'électricité est trop élevée pour les paysans et l'énergie solaire est une bonne idée et il est espéré qu'elle sera disponible. Nous espérons que la KOICA va soutenir le Sénégal pour la réalisation du projet et qu'un programme d'appui aux agriculteurs sera inclus (représentante des femmes paysannes)

(2) Adjoint au Sous-Préfet de Ross Béthio

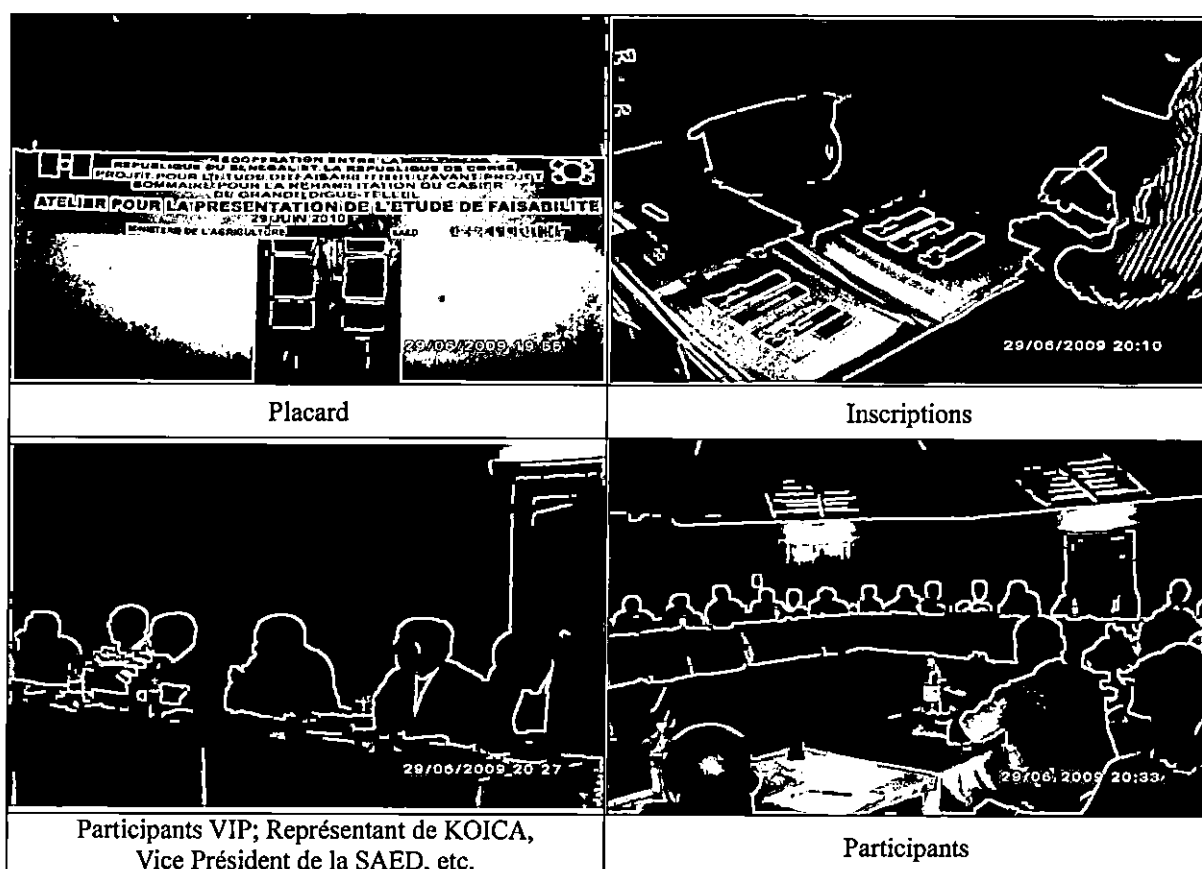
- i) Apprécie l'aide de la KOICA au nom du Président de la Communauté Rurale de Ross-Béthio
- ii) Projet très important qui donne de gros espoirs aux paysans de la zone du projet. Il est certain que les infrastructures du projet seront bien gérées par l'organisation paysanne après la réalisation du projet.
- iii) Il est espéré que la préparation et la réalisation du projet seront exécutées sans problèmes jusqu'à la fin.

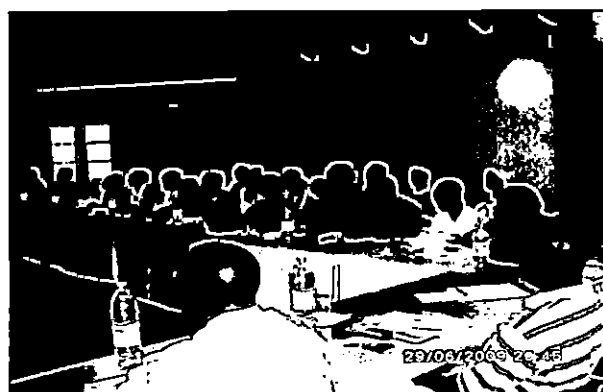
iv) Il est espéré que tous les participants à l'atelier seront présents à la cérémonie d'inauguration.

(3) Mr. Sow (SAED Directeur)

- i) Merci à tous ceux qui ont participé à l'atelier. Le projet est un important projet du Gouvernement Sénégalais et les populations dans la communauté concernée attendent avec impatience la réalisation du projet.
- ii) La date de 2015 pour la fin des travaux est trop éloignée et souhaite que cette date soit 2013.
- iii) Les couloirs de passage du bétail, les magasins, la maison communautaire réclamés par l'union paysanne sont déjà inclus dans l'étude de faisabilité.
- iv) Mr. Mor DIOP (Directeur Général Adjoint de la SAED)

- Apprécie la bonne présentation.
- Toute l'équipe SAED souhaite vivement la réalisation du projet.
- Ce projet est très attendu depuis 1977. Le projet a été soumis à d'autres bailleurs de fonds plusieurs fois sans pouvoir être réalisé et le soutien de la KOICA à ce projet est très apprécié.
- Nous ferons de notre mieux pour que le projet soit réalisé sur la base d'un prêt.
- Nous sommes très satisfaits du contenu de l'Etude de Faisabilité et l'approche de la participation paysanne est une très bonne idée.
- Nous attendons de bons résultats du projet puisque la planification est bonne.

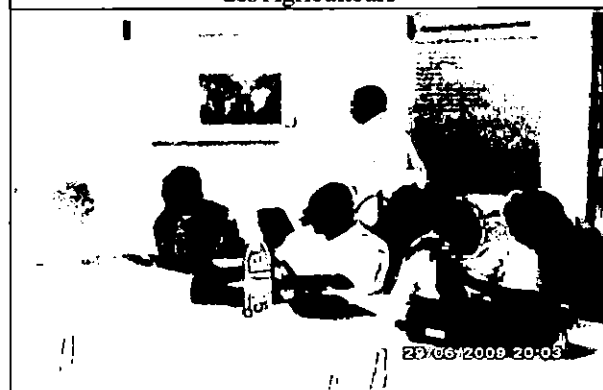




Participants de la Délég. de Dagana SAED, et Union  
des Agriculteurs



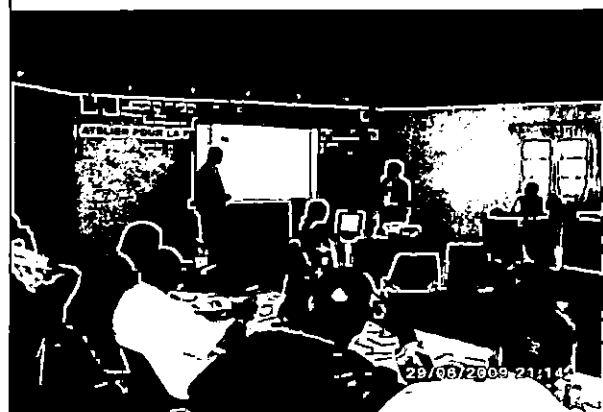
Représentants des Agriculteurs



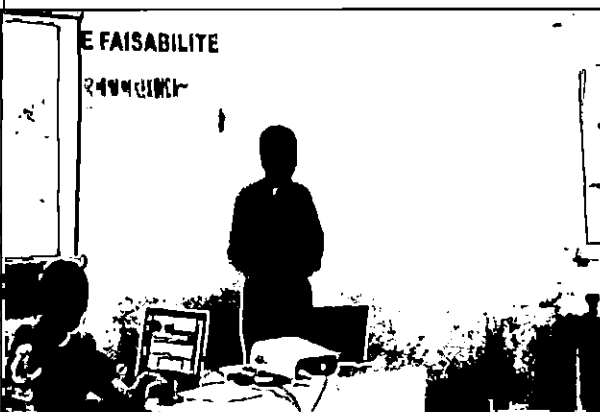
Journalistes



Presentation



Presentation



Presentation



Questions et Réponses



Questions et Réponses



L'atelier a été présenté dans cinq journaux et émissions téléviséesy compris le quotidien national Le Soleil comme suit;

No.	Journal / TV	Remarques
1	LE SOLEIL	Quotidien National
2	A.P.S	Nouvelles sur l'Internet
3	WALF/TV	Journal/TV
4	2S/TV	TV
5	RTS	Radio/TV

### 1.3.5 Production Audio-Visuelle

La production audio-visuelle pour toutes les activités liées à l'étude de faisabilité et à l'APS du projet y compris l'état des équipements actuels, les travaux de levé notamment le levé topographique, l'atelier, les voyages d'étude, etc. avance et continuera jus qu'à la fin de la période d'étude de sorte qu'elle sera utilisée comme information de base à la fin des travaux d'étude de faisabilité et d'APS.

## 1.4 Participants à l'Etude de Faisabilité

Les Agences d'Exécution du Projet sont l'Agence Coréenne de Coopération Internationale (KOICA) de la République de Corée et le Ministère du Développement Rural et de l'Agriculture (MDRA) de la République du Sénégal.

Pour la réalisation effective du projet, la Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta et de la Vallée (SAED) sous le MDRA et le Consultant Chargé de la Gestion du Projet (PMC) sélectionné par KOICA exécuteront la réalisation du projet.

Korea Engineering Consultants Corporation (KECC), PMC Consultant exécute les travaux de consultance du projet y compris le plan global de réalisation du projet, les levés et les investigations, l'étude de faisabilité, l'APS, et les voyages d'étude, en envoyant des experts dans leurs domaines spécifiques d'étude.

L'Etude de Faisabilité est cours au Sénégal et en Corée et la SAED fournit un personnel de contrepartie quand le Consultant PMC est en mission au Sénégal.

Dans le but d'entreprendre l'étude de faisabilité, des experts PMC ont été en mission sur le site du projet comme suit. L'arrivée en mission d'experts PMC jusqu'à la fin Juillet 2010 est indiquée dans le tableau 1.2.

Tableau 1.2: L'arrivée et le séjour en mission d'experts PMC (Jusqu'en Juillet 2010 )

Position	Nom	Service H/M (Au 31.7.2010 )			Responsabilité
		Total	Exhausted	Remains	
1. Project Manager	Chung In Young	12.0	7.0	5.0	Ensemble Projet
2. Civil/Irrigation	Lim Pyung Dae	10.0	6.0	4.0	Supervise Levé topo, Etude de faisabilité et APS sur irrig et drainage
3. Hydrologie/Ressources. en Eau	Yu Chan Jong	3.0	3.0	-	Hydrologie/ressources en eau
4. Hydraulique	Lee Eung Chun	2.5	2.5	-	Analyse Hydraulique du marigot Lampsar
5. Agriculture	Hong Beom Hee	4.0	4.0	-	Etude de Faisabilité. sur agriculture
6. Sols	Chung Pil Gyun	2.5	2.5	-	Etude. Fais. sur les Sols
7. Inspection Sécurité	Kim Young Eui	1.5	1.5	-	Inspection Sécurité station de pompage
8. Mécanique des sols	Kim Dong Min	1.5	1.5	-	Etu. Fais. Mécanique des sols/ Fondations
9. Mécanique	Choi Jong Eun	2.0	2.0	-	Etu. Fais. Installations mécaniques station de pompage
10. Electricité	Kwon Kyung Sik	1.5	1.5	-	Etu. Fais. Installations électriques station de pompage
11. Environnement	Sim Woo Jong	2.5	2.5	-	Etu. Fais. Impacts sur l'Environnement
12. Agro-Economie	Kim Jung Boo	3.0	3.0	-	Etu. Fais. en Socio-Economie
13. Autres		1.0	-	1.0	
Total		47.0	37.0	10.0	

Tableau 1.3: 1ère Mission au Sénégal

Nom	Position	Tâche Majeure	Période Mission au Sénégal
Chung In Young	Chef de l'Equipe	Ensemble Projet	2010. 25Janv ~ 24Fév (1mois)
Lim Pyung Dae	G. Civil/Irrigation	Etudes Génie Civil	
Yu Chan Jong	Hydrologie/ Ressources en Eau	Etudes Hydrolog/Ressources en Eau	

Tableau 1.4: 2ème Mission au Sénégal

Nom	Position	Tâche Majeure	Période Mission au Sénégal
Chung In Young	Chef de l'Equipe	Ensemble Projet	2010. 5 Av ~ 5 Juil(3mois)
Lim Pyung Dae	G.Civil/Irrigation	Etudes Irrigation	
Lee Eung Chun	Hydraulique	Etudes Hydrauliques	2010. 9 Mai ~ 23 Mai(0.5mois)
Kim Dong Min	Mécanique des Sols/Fondations	Etudes Mécanique des Sols/Fondations	
Kim Young Eui	Inspection Sécurité	Inspection Sécurité	
SimWoo Jong	Environnement	Environnement	
Chung Pil Gyun	Sols	Etude desSols	
Hong Beom Hee	Agriculture	Etudes Agriculture	2010.7 Mai ~ 4 Juil(2mois)
Kim Jung Boo	Agro-Economie	Etudes Agro-Economiques	2010. 9 Mai ~ 15 Juin (1mois et 7jours)
Choi Jong Woon	Mécanique	Etudes Mécaniques	2010. 1er Juin~ 15 Juin(0.5mois)
Kwon Kyung Sik	Electrique	Etudes Electriques	

---

## **Chapitre 2**

## **La Zone du Projet**

---

## **2. LA ZONE DU PROJET**

### **2.1 La Condition Naturelle de la Zone du Projet**

#### **2.1.1 Situation (géographique) du Projet**

La Commune de Ross-Béthio où le Projet "Etudes de Faisabilité pour la Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellél " se situe est à 325km de la capitale du Sénégal, Dakar. Cela prend cinq heures de route en voiture de Dakar à Ross-Béthio. La distance de St. Louis, la deuxième ville située dans la partie nord du Sénégal, à Ross-Béthio est de 55km et cela prend une heure de route en voiture.

Le Fleuve Sénégal coule à travers quatre pays et a ainsi un vaste bassin versant. Il prend sa source en Guinée et coule à travers le Mali, la Mauritanie et vers le Sénégal. Le Projet "Etude de Faisabilité pour la Réhabilitation du Périmètre de Digue-Tellél " se situe le long du fleuve Sénégal et a ainsi des avantages pour l'utilisation de l'eau pour l'agriculture, et dans le transport de cargaisons et de passagers. Des bateaux pour touristes naviguent actuellement de manière régulière le long du fleuve vers l'amont.

La zone irriguée du projet Grande Digue-Tellél est située dans le delta du fleuve Sénégal dans les limites administratives de la Communauté Rurale de Ross-Béthio Rural, Département de Dagana, Région de Saint Louis. Au nord, elle a une frontière avec le marigot Kassac, à l'Est et au Sud la frontière est avec la route vers Saint-Louis et Ross-Béthio et à l'Ouest, la limite est le marigot Lampsar.

Actuellement, la Délégation de Dagana de la SAED est basée à Ross-Béthio et exécute l'opération et la maintenance du périmètre irrigué et la majorité des agriculteurs de la zone du projet vit dans la Communauté Rurale de Ross Béthio ou tout près de Ross Béthio.

La station de pompage est située à environ 7km de la route nationale et elle est située au bord d'une piste latéritée connectée à la route nationale, piste praticable même en saison des pluies. La station de pompage de drainage a été construite en 2007 et est en bon état, et comme elle est située près de la route nationale, l'accès est facile. C'est pourquoi, la position de la zone du projet est très bonne pour sa réalisation.

Les pistes d'exploitation du projet ne sont pas revêtues mais le réseau de pistes est bien organisé, longeant les canaux principaux d'irrigation et les canaux principaux de drainage. Les zones hautes (au dessus de EL. +1.50m) ou les zones basses (en dessous de EL. -0.60m) sont exclues des zones à aménager. Les terres hautes peuvent être utilisées dans le futur pour les besoins des paysans comme des endroits pour se reposer. Les terres hautes peuvent également fournir du bon matériau (sable) pour la construction après décapage de la couche superficielle, et donc peuvent réduire les coûts de construction, tandis que les terres basses peuvent servir comme bassins pour le stockage en urgence d'eaux d'irrigation et aussi comme bassin pour eaux de drainage pendant la saison des pluies, réduisant les dégâts causés par les inondations.

## **2.1.2 Météorologie et Hydrologie/ Ressources en Eau**

### **2.1.2.1 Condition Météorologique**

La zone du projet est située dans le delta du Fleuve Sénégal dans la partie nord du Sénégal. La pluviométrie annuelle dans cette zone est inférieure à 350mm, insuffisante pour les cultures de terres hautes ou la culture du riz sous pluie en terres basses. Mais les ressources en eau sont suffisantes avec le pompage à partir des marigots ou de la réserve des barrages.

Le fleuve Sénégal arrive du Mali, pays limitrophe, et constitue la frontière avec la Mauritanie. Le fleuve est long de 1800km et coule à travers les régions Ouest Africaines. Le deuxième bassin le plus long du Sénégal compte pour 10% de la surface appartenant au Sénégal. La majeure partie des ressources en eau vient de la Guinée qui reçoit 1600mm de pluies par an. L'eau du marigot Lampsar, un défluent du fleuve Sénégal, est pompée pour l'irrigation et l'eau monte jusqu'à 2-3m après la construction du barrage de Diama.

Le Tableau 2.1 montre les résultats de l'analyse de données pluviométriques obtenues d'une station de Saint Louis d'où dépend la zone de Grande-Digue Tellel. La pluviométrie annuelle moyenne est de 249.0 mm et environ 239.1 mm équivalents à 96% de la pluviométrie annuelle sont concentrés dans la saison des pluies de Juillet à Octobre.

Puisque l'évaporation mesurée au bac Class-A pendant la saison des pluies atteint Presque 770mm, même si la culture du riz sous pluie est possible pendant cette période, une bonne croissance et un rendement optimal des cultures ne peuvent pas être attendus sauf si de l'eau additionnelle d'irrigation est fournie. Avec des températures élevées et un nombre suffisant d'heures d'insolation de Février à Juin, une bonne croissance et de bons rendements peuvent être attendus si une quantité suffisante d'eau d'irrigation est fournie.

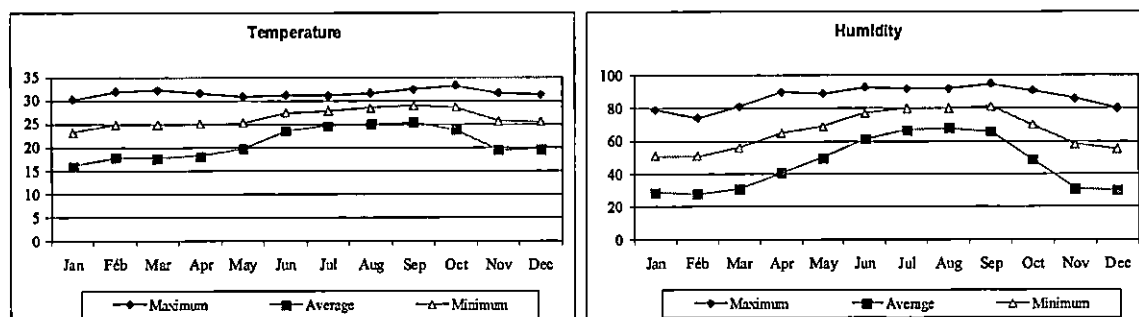
Dans la période entre Février et Juin, les pluies sont faibles et l'Evapo-Transpiration et la température sont élevées dans la zone du projet, les besoins en eau des plantes sont élevés mais, heureusement cette zone a de bonnes conditions naturelles avec beaucoup d'eau fournie par le fleuve Sénégal via le marigot Gorom Lampsar.

Tableau 2.1: Données pluviométriques de la Station Météorologique de Saint Louis

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	44.3	51.7	75.2	0.5	0.0	0.0	172.9
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	39.3	31.6	267.8	0.0	0.0	0.0	340.2
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	8.7	149.0	136.0	0.0	0.0	0.0	309.1
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.2	27.7	138.2	30.2	0.0	0.0	5.8	239.1
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.3	52.2	48.1	17.4	0.0	0.0	169.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.9	53.1	25.9	43.7	0.0	0.0	158.6
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	163.4	104.2	0.2	0.0	0.0	274.6
1994	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.0	192.3	20.3	0.0	0.0	276.6
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	37.6	101.5	125.9	11.2	0.2	0.0	278.9
1996	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	19.2	44.6	51.5	15.6	15.6	0.0	157.9
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	8.7	0.1	146.0	6.2	0.0	0.0	0.0	164.1
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	132.4	140.9	3.5	0.0	0.0	0.0	280.3
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.6	160.4	33.3	130.3	0.0	0.0	377.6
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	149.7	163.6	70.5	46.1	0.0	0.0	429.9
2001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	72.0	101.3	19.1	0.0	0.6	213.2
2002	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.7	28.0	69.5	88.8	0.0	0.0	281.9
2003	0.0	0.0	0.0	1.7	1.2	0.0	9.8	55.0	228.6	62.3	0.0	0.0	358.6
Moyenne	3.8	0.0	0.0	0.1	0.3	4.5	36.9	89.7	87.2	25.3	0.9	0.4	249.0

Tableau 2.2: Données Météorologiques de la Station Météorologique de Saint Louis

Mois		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Température °C	Max.	30.2	31.9	32.2	31.7	30.9	31.2	31.1	31.7	32.5	33.3	31.7	31.3
	Min.	16.1	17.9	17.7	18.2	19.7	23.6	24.6	25	25.4	23.8	19.5	19.6
	Moyenne	23.2	24.9	24.9	25	25.3	27.4	27.8	28.4	28.9	28.6	25.6	25.5
Evapo- Transpiration mm	Mois	231	230	245	236	244	195	202	191	185	193	218	209
	Jour	7	8	8	8	8	6	7	6	6	6	7	7
Heures d'Insolation	Hr	185	199	244	237	251	172	193	231	226	240	191	192
Humidité Relative %	Max.	79	74	81	90	89	93	92	92	95	91	86	80
	Min.	29	28	31	41	50	61	67	68	66	49	31	30
	Moyenne	51	51	56	65	69	77	80	80	81	70	58	55



Les défluent du fleuve Sénégal sont dépendants des températures tropicales et des conditions pluviométriques dans le bassin du fleuve. En relation avec la pluviométrie, l'année peut être divisée en trois saisons, la saison des pluies de Juin à Septembre, la saison sèche avec des températures basses d'Octobre à Février, et la saison sèche avec des températures élevées de Mars à Juin ; il y a, l'on peut dire, une saison des crues de Juillet à Octobre et une saison sèche de Novembre à Juin. L'on peut diviser l'année en périodes pour le fleuve Sénégal, une période de hautes eaux de Juillet à Octobre et une période de basses eaux de Décembre à Juin. Donc, les contraintes hydrologiques qui doivent être prises en considération avant la construction des infrastructures pour l'irrigation dans le bassin du fleuve Sénégal sont comme suit;

- Quantité d'eau d'irrigation disponible variable suivant l'importance des crues.
- Limitation de l'eau disponible pour les hommes et le bétail, et l'irrigation quand le niveau de l'eau est bas en saison sèche cause de la salinité des sols liée à la montée du niveau de l'eau de mer.

### 2.1.2.2 Système de Gestion du Fleuve

Dans le but de développer en commun l'énergie hydroélectrique et l'agriculture, ainsi que l'alimentation en eau et le transport fluvial le long du fleuve Sénégal, l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) a été mise sur pieds en 1972 par les trois pays que sont le Sénégal, le Mali, la Mauritanie, la Guinée est devenue membre en 2006 et maintenant, l'OMVS est gérée par quatre pays comme une "organisation régionale". L'OMVS a planifié la construction des barrages de Manantali et Diama dans le but d'accroître les surfaces irriguées, de fournir de l'eau pour les municipalités et l'industrie, de fournir de l'énergie hydroélectrique, et d'améliorer la navigation fluviale.

Tableau 2.3: Description du Bassin du Fleuve Sénégal par Pays

Description		Mali	Mauritanie	Sénégal	Guinée
Superficie(km <sup>2</sup> )	Pays	1,248,574	1,030,700	197,000	245,857
	Bassin (Ratio Bassin %)	155,000 (53%)	75,500 (26%)	27,500 (10%)	31,000 (11%)
Pluviométrie Moyenne Annuelle(mm)	Pays	850	290	800	2,200
	Bassin	300~700	80~400	150~450	1,200~2,000
Température	Moyenne	29	28	29	26
	Minimum et Maximum	15~42	18~43	17~40	10~33

Remarques: Le Mali occupe la moitié de la surface du bassin mais le débit est principalement de Guinée où la pluviométrie annuelle moyenne est de 1,600mm

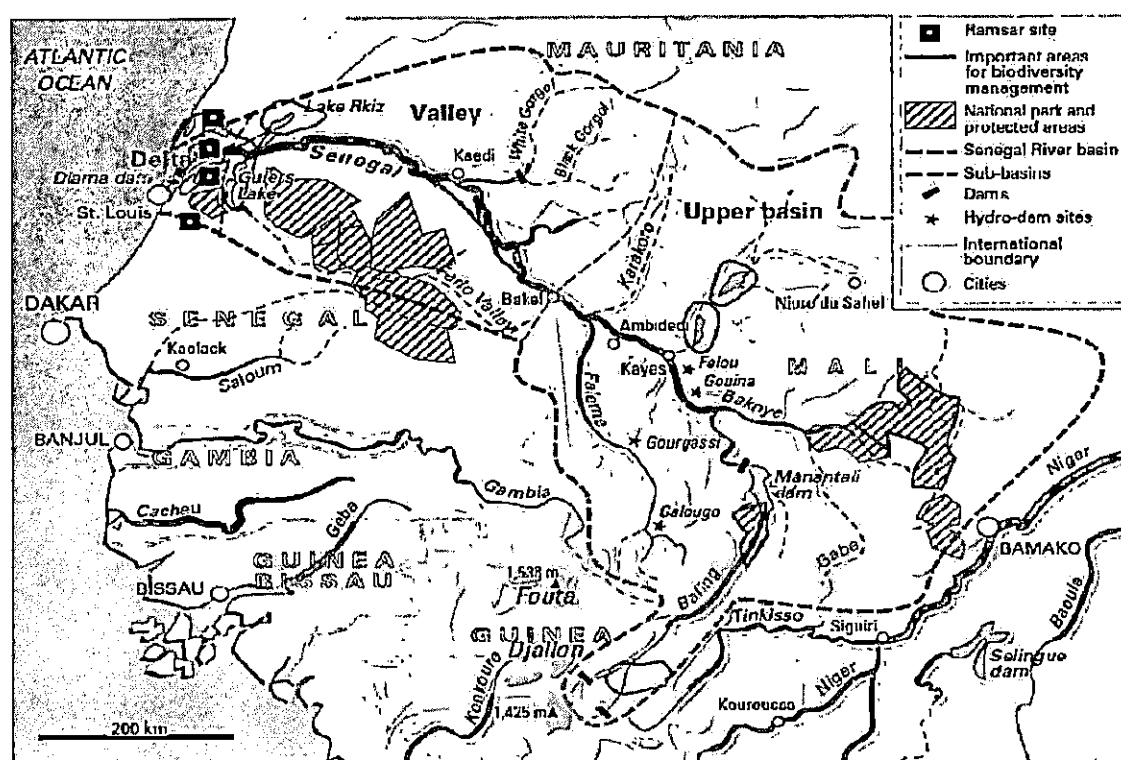


La gestion du fleuve requiert des organisations hiérarchisées aux différents niveaux et dans le cas du fleuve Sénégal, la gestion est faite du point de vue administratif dans les villages, ainsi qu'au niveau national et international.

Au Sénégal, la SAED (Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et de la Vallée) sous le Ministère du Développement Rural et de l'Agriculture gère les ressources en eau.

La SAED exécute diverses activités y compris générer de l'électricité par l'exploitation de l'énergie hydraulique, distribuer l'eau pour la boisson et l'irrigation, et assurer le fonctionnement du barrage dans le cadre de la coopération entre les quatre pays du bassin du fleuve Sénégal. La SAED assure la gestion de l'eau avec pour tâche principale la qualité de l'eau et l'analyse des sols, la maintenance des infrastructures hydrauliques, la tenue de données hydrologiques, et l'expansion des infrastructures d'irrigation, et elle a quatre délégations à Dagana, Podor, Matam, et Bakel.

Figure 2.1: Diagramme du Bassin Versant du Fleuve Sénégal



Le fleuve Sénégal vient du Mali voisin et constitue la frontière avec la Mauritanie. La longueur totale du fleuve est de 1,800km et c'est le deuxième fleuve en longueur en Afrique de l'Ouest et son bassin versant est de 335,000 km<sup>2</sup>, composés comme suit : Mali 53%, Mauritanie 26%, Guinée 11%, et Sénégal 10%.

Trois affluents majeurs fournissent 80% du débit du fleuve Sénégal et le Bafing fournit environ la moitié de tout le débit au niveau de Bakel. Deux importants affluents à l'amont du Bafing nommés Gorgol et Oued Gharfa sur la rive droite du fleuve Sénégal fournissent seulement 3% du débit. Bakel est l'endroit où la Falémé, l'affluent le plus à l'aval, rejoint le fleuve et joue un rôle comme point de référence. Son débit annuel moyen est de 690m<sup>3</sup>/s ou 22 milliardsm<sup>3</sup>.

Les volumes annuels écoulés du fleuve Sénégal sont d'un minimum de 6.9 milliardsm<sup>3</sup> à un maximum de 41 milliardsm<sup>3</sup> et un débit de 200m<sup>3</sup>/s est assuré après la construction du barrage de Manantali en 1991. Le barrage de Manantali construit en 1987 à 1,200 km de l'embouchure du fleuve et le barrage de Diama construit en 1986 à 23 km de l'embouchure du fleuve ont été construits par l'OMVS avec le soutien de la Banque Mondiale. Grâce à la construction des deux barrages, le niveau de l'eau dans le fleuve Sénégal est stable toute l'année et a rendu possible le développement des ressources en eau, y compris le développement de l'irrigation.

Le barrage de Manantali a pour fonction d'assurer la disponibilité des ressources en eau, le contrôle des crues et l'hydroélectricité tandis que le barrage de Diama a été construit pour arrêter la remontée de la langue salée et faire monter le niveau d'eau à 1.5m en saison des pluies et à 2.2m en saison sèche pour les besoins de l'irrigation et les besoins municipaux.

Figure 2.2: Barrage de Diama

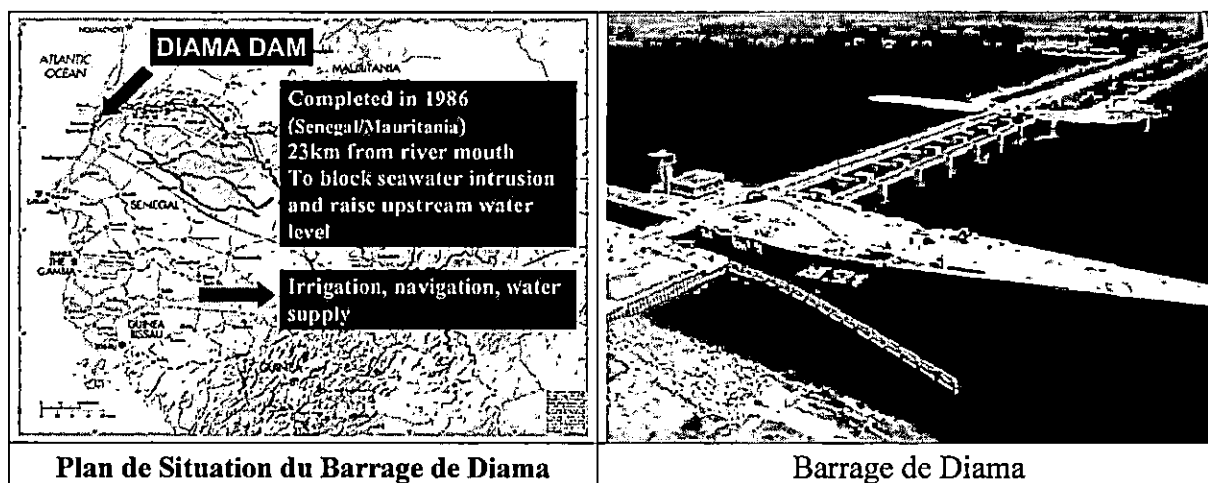
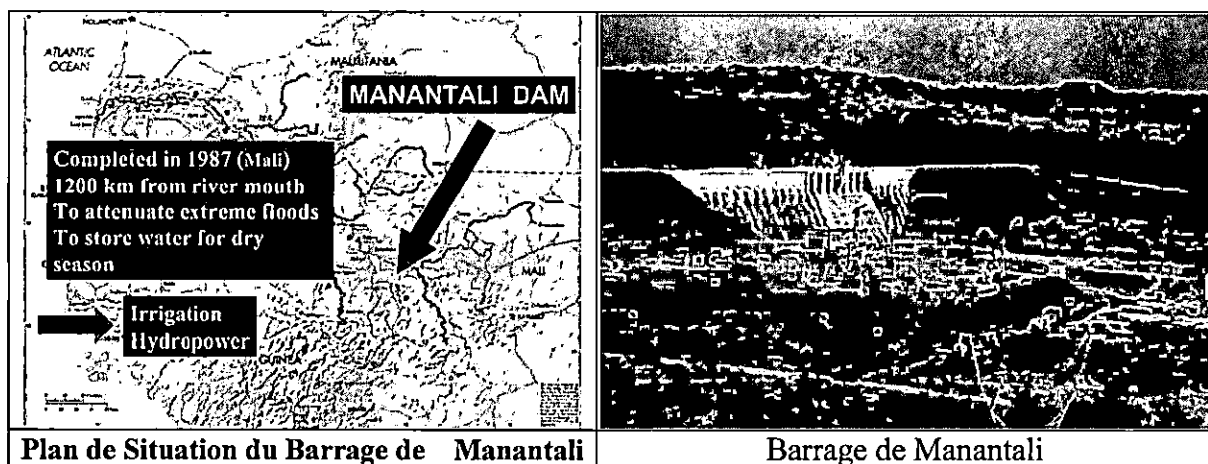


Figure 2.3: Barrage de Manantali



### 2.1.3 Topographie et Géologie

La zone du projet consiste en des terres très plates d'altitude inférieure à 2 m au dessus du niveau de la mer. Les terres hautes, avec des dunes de sable, d'altitude supérieure à 1.4m au dessus du niveau de la mer, sont des terres non agricoles avec des arbres. Les terres basses, moins de 0.6m au dessus du niveau de la mer, sont utilisées comme bassins de drainage pendant la saison des pluies.

Deux sondages ont été faits pour connaître la condition générale du sous sol sur le site du projet pour le calcul des fondations de la nouvelle station de pompage. Le forage a été fait dans les dépôts alluviaux du marigot. Ces trous de sondage ont été faits jusqu'à une profondeur de 15.0 m.

D'après le résultat obtenu des deux trous de sondage, dans le cas du trou no.1, le sous-sol consiste principalement en du sable, et l'argile est en partie située entre les profondeurs 0.7m et 2.5m des couches supérieures. La couche sableuse, comme matériau majeur, est constituée de sable limoneux et argileux avec des valeurs SPT N- variant de 0 à 8 coups, ce qui indique un dépôt de sol léger. La couche d'argile est située à une profondeur de 0.7 à 2.5m et la valeur SPT N est de 3 coups, ce qui indique un dépôt de sol léger.

Dans le cas du trou no.2, le sous-sol est composé de couches d'argile et de sable. La couche d'argile va de la surface à une profondeur de 9.5m. Les valeurs SPT N varient de 0 à 3 coups d'une profondeur de 4.0 à une de 8.5m, ce qui indique un dépôt de sol léger. Alors que les valeurs SPT N à d'autres profondeurs sont de 8 coups ce qui indique un dépôt de sol dur. Le coquillage est trouvé à une profondeur comprise entre 7.5 et 9.5m. La couche de sable est située entre les profondeurs 9.5m et 15.0m. Les valeurs SPT N varient de 8 à 11 coups ce qui indique un dépôt de sol léger à moyen .

### 2.1.4 Condition du Sol

Le sol de la zone du projet, dérivé des dépôts fluviaux marins, correspondent à la série Hollaldé , Faux Hollaldé et Fondé. La série Hollaldé a une forte teneur en argile avec 50% à 75% d'argile et une très faible perméabilité . La série Faux Hollaldé est argilo limoneuse avec 30% à 50% d'argile et une très faible perméabilité. La série Fondé est limoneuse avec 10% à 30% d'argile et une faible perméabilité.

La plupart des sols sont des sols à texture fine avec des argiles gonflantes et une très faible perméabilité. Le niveau de la nappe phréatique se situe entre 0.4 et 1.2 m dans la zone du projet, et change avec la longue période de saturation du sol

Le pH du sol est de 5.7 à 7.9 avec une vaste plage acide. La conductivité électrique est de 0.4 à 1.5 dS/m ce qui peut réduire les rendements pour les cultures sensibles aux sels, mais la plage de CE est négligeable pour les champs de riz irrigué.

Les sols ont une très faible teneur en matières organique à cause des conditions du climat sec et chaud, et la paille de riz n'est pas abandonnée dans les champs ces 30 dernières années.

La teneur optimale du phosphate disponible dans le sol varie de 100 à 150 ppm. Cependant, les sols ont une très faible teneur en phosphate disponible, moins de 20ppm. La déficience en phosphate dans cette zone peut souvent être constatée dans les rizières.

La capacité d'échange de cations est très élevée avec 12.8 à 28.9 cmol/kg ce qui est une grande capacité de retenue de nutriments. Les cations échangeables tels que Ca, Mg et K sont d'une teneur importante dans les sols du projet. Les agriculteurs n'utilisent pas beaucoup l'engrais au potassium dans la zone du projet.

Les sols de la zone du projet sont des sols à fine texture avec des argiles gonflantes et avec une forte teneur en sodium échangeable. Ces propriétés des sols sont instables et il est conseillé de procéder au labour et à l'offsetage.

Les teneurs en sels sont suffisamment basses pour que la culture du riz irrigué soit faisable. Mais la salinité des sols peut varier considérablement d'un endroit à l'autre et pendant l'année. Nous devons bien nous occuper de la gestion de l'eau pendant la saison des cultures. La double culture dans les rizières est envisagée. Les sols Fondé conviennent à la culture des légumes tels que les choux Chinois, l'oignon et le gombo.

La teneur en matière organique des sols est très faible dans la zone du projet. Après réhabilitation du système d'irrigation, la zone du projet peut permettre la double culture du riz. La paille de riz peut constituer une solution adéquate au problème de matière organique. Une rotation des cultures entre le riz et les cultures fourragères permet d'avoir une plus grande teneur en matières organiques qu'une culture continue de riz.

Les dosages d'engrais recommandés sont: 110 kg/ha pour l'azote, 60-73 kg/ha pour le phosphate (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et 38-42 kg/ha pour le potassium (K<sub>2</sub>O) avec une variation des types de sol. Le taux recommandé est accru de 20 % pour l'azote et 30-59 % pour le phosphate comparé aux quantités appliquées par les agriculteurs dans la zone de ce projet. La seconde culture dans la double culture du riz recevra 20% d'engrais de moins que la dose recommandée pour la première culture de riz.

## **2.2 Condition Socio-Economique du Pays**

### **2.2.1 Vue d'Ensemble de l'Economie Nationale**

#### **2.2.1.1 Structure Industrielle**

L'Economie nationale est composée de 57.1% d'industries du service, 21.7% d'industries manufacturières et d'ingénierie, et 21.2% d'agriculture en 1988. Cette composition a continué jusqu'en 2008 quand les industries du service comptaient pour 62.6%, les industries manufacturières et d'ingénierie pour 21.7%, et l'agriculture pour 15.7% (Tableau 2.4). Pendant les 22 dernières années, la composition des industries du service a augmenté de 5.5% et l'agriculture a décliné de 5.5%.

Tableau 2.4: Structure Industrielle au Sénégal

Unité: % du PIB

	1988	1998	2007	2008
Agriculture	21.2	19.4	13.4	15.7
Industrie	21.7	23.7	23.6	21.7
- Manufacture	14.6	16.0	14.3	12.8
Services	57.1	56.9	63.0	62.6

Notez: Les données 2008 sont des estimations préliminaires.

Ce tableau a été produit par la base de données Development Economics LDB.

Source: La Banque Mondiale

Le taux de croissance annuel de 1988 à 1998 a été de 3.3% dans les industries manufacturières et 2.0% dans les industries du service respectivement, montrant un taux de croissance relativement élevé, et 1.3% dans le cas des industries agricoles (Tableau 2.5).

Les industries du service ont montré un taux de croissance rapide de 6.0% annuellement pendant 1998-2008, cependant, les industries manufacturières ont enregistré 3.8% et l'agriculture 1.3% respectivement ne montrant aucune grosse différence d'avec la décennie précédente (Tableau 2.5).

Dans le cas de 2008, l'agriculture a montré un taux de croissance remarquable de 19.6% et les industries du service 5.6%, cependant, les industries manufacturières ont eu un taux de croissance négatif de -3.2%.

Tableau 2.5: Taux de Croissance Annuel par Secteur

Unité: %

	1988-98	1998-08	2007	2008
Agriculture	1.3	1.3	-6.0	19.6
Industrie- Manufacture	3.3	3.8	5.6	-3.2
	2.9	2.0	3.9	-5.1
Services	2.0	6.0	8.5	5.6

Notez: Les données 2008 sont des estimations préliminaires.

Ce tableau a été produit par la base de données Development Economics LDB.

Source: La Banque Mondiale

Comme montré ci-dessus, les industries du service, dominant le PIB du Sénégal, comprennent surtout les communications, le service bancaire, et le tourisme. De ce fait, des nécessités quotidiennes comme la nourriture, le matériel électronique, et les automobiles dépendent surtout des importations, montrant une structure typique de pays en voie de développement.

Le gouvernement Sénégalais, dans le but de changer cette dépendance excessive vis-à-vis des industries tertiaires, essaie de promouvoir les industries manufacturières à travers la libéralisation du commerce et en sollicitant l'investissement étranger. Malgré ces efforts, les industries manufacturières ont eu une faible croissance à cause des coûts de production élevés (énergie et coût du transport) et de la faible demande domestique.

## 2.2.1.2 Croissance Economique

Le Sénégal, depuis l'indépendance vis-à-vis de la France en 1960, a eu un taux de croissance stable grâce à sa politique étrangère de non alignement, de neutralité et pro occidentale et d'investissement actif dans des industries du service telles que le tourisme, l'information et les télécommunications.

Le Sénégal a eu un taux de croissance économique moyen de 5.7% en 2004 et 2005 grâce à des conditions favorables pour l'exportation de ressources minérales et une croissance stable du tourisme, des industries de l'information et des télécommunication (Tableau 2.6).

Tableau 2.6: Indicateurs Majeurs de Croissance Economique

Unité: %

	2004	2005	2006	2007	2008 <sup>1</sup>
Croissance Economique	6.2	5.1	2.0	4.5	4.7
Balance Budgétaire/PIB	-3.1	-2.8	-5.9	-3.8	-5.5
Changement du CPI <sup>2</sup>	1.8	1.3	3.9	6.2	4.3

Note: 1. Les données 2008 sont des estimations préliminaires

2. Consumer Price Index (Indicateur de Prix au Consommateur)

Source: IMF (FMI), EIU

L'économie s'est ralentie en 2006 enregistrant un taux de croissance de 2% attribué à une chute de la production agricole liée à un changement inattendu du climat et à une montée des prix internationaux du pétrole et des produits agricoles. L'économie sénégalaise a connu une reprise en 2007 et 2008 enregistrant une croissance de 4.5% et 4.7% respectivement. La croissance est due à une reprise de la production agricole et à un accroissement des investissements du gouvernement dans les industries du tourisme et des services (Tableaux 2.5 et 2.6).

Cependant, malgré les efforts continus du Gouvernement pour le développement des infrastructures et une croissance favorable dans le secteur agricole, l'économie devrait se ralentir pendant la période 2009-2012 où le taux de croissance moyen annuel devrait être de 3.2%. Cela est dû à une baisse de l'investissement étranger direct (FDI) liée à la stagnation de l'économie mondiale (Tableau 2.7).

Tableau 2.7: Taux de Croissance Annuelle Moyen suivant les Principaux Indicateurs Economiques

Unité: %

	1988-98	1998-08	2007	2008	2008-12 (prévu)
PIB	2.1	4.4	4.9	3.3	3.2
PIB per capita	-0.6	1.7	2.1	0.6	-0.1
Exportations (biens et services)	3.3	3.2	8.1	6.2	-0.6

Notez: Les données 2008 sont des estimations préliminaires.

Ce tableau a été produit par la base de données Development Economics LDB.

Source: La banque Mondiale

### 2.2.1.3 Finances et Dépenses liées à la Consommation

Le rapport balance budgétaire sur PIB a été de -3.1% en 2004 et a baissé à -2.8% en 2005 et est monté à -5.9% en 2006 et a enregistré -5.5% en 2008 (Tableau 2.6). Cela implique que le budget du Gouvernement du Sénégal est en déficit. Bien que le Gouvernement Sénégalais essaie d'accroître les rentrées fiscales, l'expansion des infrastructures, les mesures de stimulation fiscale, et les subventions pour l'achat de biens de consommation et de gaz butane maintiennent le budget gouvernemental en situation de déficit.

Le rapport du déficit budgétaire au PIB est resté à une moyenne annuelle de -4.2% dans la période 2004-08. Il est prévu que la situation s'améliore en 2009 avec l'abandon par le Gouvernement des subventions destinées à l'achat de biens de consommation et de gaz butane. Cependant, la possibilité d'un retour des subventions existe toujours au cas où les prix du pétrole et des produits agricoles remontent. En plus, considérant que le Sénégal dépend de l'aide étrangère pour une bonne part de son budget, il est probable que le déficit budgétaire se creuse à cause de la baisse de l'aide étrangère si la récession économique s'aggrave à travers le monde.

Les prix à la consommation au Sénégal ont connu un taux d'inflation stable de 3% de 2004 à 2006 grâce à la production agricole favorable et à l'effet positif du Système de Lien à l'Euro. Cependant, le taux est monté à 4.8% de 2006 à 2008 à cause de la montée des prix internationaux du pétrole et la montée record du prix des produits agricoles (Tableau 2.6).

Les dépenses de ménage ont augmenté d'un taux annuel de 1.9% pendant la période 1988-98 et le taux est monté à 5.0% dans la période 1998-2008. En particulier le taux a enregistré 7.0% en 2007 et a baissé à 4.3% en 2008 montrant la baisse du niveau de consommation (Tableau 2.8).

Les dépenses gouvernementales ont baissé d'une moyenne annuelle de -0.1% de 1988 à 1998 et le taux est monté à 1.1% de 1998 à 2008. Le taux a enregistré un remarquable 7.8% en 2007, comme dépenses de ménage, et s'est affaibli à 3.3% en 2008 montrant une chute du niveau de consommation du gouvernement (Tableau 2.8).

Les importations de biens et services ont augmenté d'un taux annuel moyen de 0.9% pendant les dix années de 1988 à 1998 et sont montées à 6.9% de 1998 à 2008. Les importations ont enregistré une montée remarquable 20.4% en 2007, comme dépenses de ménage et par le Gouvernement, et sont retombées à 6.9% en 2008 reflétant une baisse de la demande domestique (Tableau 2.8). L'exportation, cependant, a enregistré un faible taux de croissance comparée aux importations pendant la même période

Tableau 2.8: Indicateurs de PIB

Unité: %

	1988-98	1998-08	2007	2008
Dépenses de consommation des ménages	1.9	5.0	7.0	4.3
Dépenses de consommation du Gouvernement	-0.1	1.1	7.8	3.3
Formation du capital brut	0.8	10.0	17.6	3.5
Exportation de biens et services	3.3	3.2	8.1	6.2
Importation de biens et services	0.9	6.9	20.4	6.9

Note: Les données 2008 sont des estimations préliminaires.

Ce tableau a été produit par la base de données Development Economics LDB .  
Source: La Banque Mondiale

### 2.2.1.4 Produit Intérieur Brut

Le Produit Intérieur Brut (PIB) du Sénégal a augmenté de 8.69 milliards USD en 2005 à 13.27 milliards USD en 2008 (Tableau 2.6). En conséquence, le PIB par tête d'habitant a été multiplié par 1.4 de 770 USD à 1,087 USD et le pays est sorti du groupe des Pays à Faible Revenu et est entré dans celui des Pays à Revenu Intermédiaire (niveau bas de ce groupe) en 2006 (Tableau 2.9).

Le taux de croissance annuelle du PIB était de 5.6% en 2005 et s'est affaibli à 3.3% en 2008.

Tableau 2.9: Indicateurs de PIB

	Unité	2000	2005	2006	2007	2008
PIB	Current USD billions	4.69	8.69	9.40	11.32	13.27
PIB par tête d'habitant	Current USD	453	770	809	952	1,087
PIB par personne employée	Constant 1990 PPP USD	n. a.	3,662	3,662	3,744	3,745
Taux de croissance du PIB	%	3.2	5.6	2.5	4.9	3.3
Valeur ajoutée	Agriculture	% of GDP	19.0	16.7	14.8	15.7
	Industrie	% of GDP	23.0	23.8	23.0	23.6
	Service	% of GDP	58.0	59.5	62.2	63.0
Valeur Agricole ajoutée par travailleur	Constant 2000 USD	n. a.	246	221	202	235

Note: PPP = Purchasing Power Parity (Parité du Pouvoir d'Achat)

Source: La Banque Mondiale, *World Development Indicators Database*, Avril 2010

Le Revenu National Brut (GNI), s'il est converti en parité pour le pouvoir d'achat (PPP), était de 17.88 milliards USD en 2005 et 21.73 milliards USD en 2008 montrant un accroissement de 1.2 fois. En conséquence, GNI par tête d'habitant, en termes de PPP, a montré une faible croissance de 1,590 USD à 1,780 USD pendant la même période (Tableau 2.10).

Tableau 2.10: Indicateurs de GNI

	Unité	2000	2005	2006	2007	2008
GNI, method Atlas	Current billion USD	5.04	n. a.	9.31	10.35	11.93
GNI, PPP <sup>1</sup>	Current international billion USD	12.58	17.88	19.09	20.57	21.73
GNI per capita, method Atlas	Current USD	510	n. a.	800	870	980
GNI per capita, PPP	Current international USD	1,270	1,590	1,650	1,730	1,780

Note: 1. PPP = Purchasing Power Parity (Parité du Pouvoir d'Achat)

Source: La Banque Mondiale, Avril 2010, *World Development Indicators Database*

### 2.2.1.5 Commerce International et Echanges avec l'Etranger

La balance commerciale et le compte courant du Sénégal sont en déficit. Le Sénégal a joui de termes favorables pour l'exportation pour les produits marins, les phosphates, et la pétrochimie. Cependant, les balances commerciales et des comptes courants sont chroniquement dans le rouge à cause d'une



faible structure économique trop inclinée vers les industries du service, des prix internationaux élevés du pétrole, et un fardeau croissant des importations causé par des prix élevés des produits agricoles sur le marché international.

Le ratio du déficit commercial au PIB était de -6.7% en 2004 et est monté à -11.7% en 2008 enregistrant un déficit de 1,551 millions USD . Le déficit dans la balance des biens était de 986 millions USD en 2004 et de 2,571 millions USD en 2008 (Tableau 2.11).

Tableau 2.11: Indicateurs Majeurs du Commerce avec l'Etranger

	Unité	2004	2005	2006	2007	2008 <sup>1</sup>
Balance des paiements	Millions USD	-513	-567	-753	-1,180	-1,551
Balance des paiements /PIB	%	-6.7	-6.9	-7.7	-10.5	-11.7
Balance des biens	Millions USD	-986	-1,311	-1,600	-2,081	-2,571
Exportations	"	1,509	1,578	1,594	1,650	1,743
Importations	"	2,496	2,889	3,194	3,731	4,313
Taux de change/EURO (base milieu Année)	FCFA/URO	655.9	655.9	655.9	655.9	655.9
Taux de change /USD (base milieu année)	FCFA/USD	528.3	527.4	522.8	479.2	447.8

Notez: 1. Chiffres Estimés.

Source: FMI, EIU

Les exportations étaient de 1,509 millions USD en 2004 et ont augmenté modérément de 1,743 millions USD en 2008. Les produits d'exportation majeurs comprennent les produits marins, l'arachide, l'huile d'arachide, des produits pétroliers, et des engrais etc. Les importateurs majeurs des produits sénégalais sont le Mali(19.2%), la France(8.3%), l'Inde(5.3%), la Gambie(5.5%), l'Espagne(5.1%), et l'Italie(4.9%).

Les importations ont été de 2,496 millions USD en 2004 et ont enregistré une croissance remarquable à 4,313 millions USD en 2008. Les produits majeurs d'importation incluent des produits comme le sucre, le riz et le blé, et des consommables et des produits pétroliers. Les exportateurs vers le Sénégal sont la France(25.1%), la Grande Bretagne(5.2%), la Thaïlande(4.8%), la Chine(4.5%), et l'Espagne(4.0%).

Le taux de change était déterminé sur la base du Franc français jusqu'en 1999 quand l'EURO a été lancé. Un système de taux de change fixe a été adopté dépréciant la monnaie sénégalaise de 50% en 1994. Quand l'EURO a été lancé, la monnaie sénégalaise a été liée à l'EURO et le taux de change a été fixé à 655.957 FCFA pour 1 EURO<sup>2</sup>. D'autre part, un système de change flottant est appliqué au US dollar et le taux est de 528.30 FCFA pour 1 US dollar en 2004, il est monté à 447.81 FCFA en 2008.

La réserve de devises étrangères augmente et la situation de la dette étrangère s'améliore. Grâce à l'entrée constante de l'investissement direct étranger(FDI) pour le développement de l'infrastructure

<sup>2</sup> In Senegal, Euro currency exchange rate is fixed exchange rate system, and USD currency exchange rate is fluctuating exchange rate system. Commissions for exchanging money are 3% to EURO, and 5% to USD in Senegal.

des télécommunications, les réserves de devises continuent d'augmenter, enregistrant 1,386 millions USD en 2004 et 1,675 millions USD en 2008.

La dette étrangère totale a atteint le chiffre inquiétant de 50% du PIB jusqu'au début des années 2000. Cependant, la situation d'endettement du Sénégal s'améliore graduellement du fait que le pays a reçu un allègement de sa dette en remplissant les conditions en 2004 pour le programme HIPC du FMI et de la Banque Mondiale. Le pays a trouvé un accord avec Initiative pour l'Allègement de la Dette (MDRI) en 2006. En conséquence, la dette extérieure du Sénégal a atteint 1,773 millions USD (13.3% du PIB) en 2008, a décliné de 3,940 millions USD (51.7% du PIB) en 2004 (Tableau 2.9). Le Ratio de Service de la Dette (DSR<sup>3</sup>) a également décliné à 7.1% en 2008 de 15.4% en 2004. Le Sénégal est considéré comme ayant une capacité suffisante pour respecter ses engagements financiers.

Tableau 2.12: Dette Etrangère

	Unité	2004	2005	2006	2007	2008 <sup>1</sup>
Réserves Devises Etrangères	Millions USD	1,386	1,191	1,334	1,660	1,675
Balance totale des prêts étrangers	"	3,940	3,883	1,984	1,798	1,773
Balance totale des prêts étrangers/PIB	%	51.7	47.1	20.8	16.0	13.3
DSR (Debt Service Ratio)	"	15.4	14.1	13.2	8.6	7.1

Note: 1. Chiffres Estimés.

Source: FMI, EIU

### 2.2.1.6 Population et Emploi

La population du Sénégal est de 12.21 millions d'habitants en 2008 avec un taux de croissance annuel de 2.6% (Tableau 2.13). La population rurale compte pour 57.6% et les 42.4% restants constituent la population urbaine.

Tableau 2.13: Population

	Unité	2000	2005	2006	2007	2008
Population <sup>1</sup>	Millions	9.90	11.28	11.58	11.89	12.21
	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Rurale	Millions	n. a.(n.d)	6.59	6.73	6.88	7.04
	%	n. a.(n.d)	58.4	58.1	57.9	57.6
Urbaine	Millions	n. a.(n.d)	4.69	4.85	5.01	5.17
	%	n. a.(n.d)	41.6	41.9	42.1	42.4
Taux de croissance	annual %	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Nbre de Ruraux	million	n. a (n.d).	n. a.(n.d)	n. a (n.d).	n. a (n.d).	2.85

n.d=non disponible

Note: 1. Milieu Année

Source: La Banque Mondiale, *World Development Indicators Database*, Avril 2010

<sup>3</sup> DSR implies Debt Service Ratio which is obtained from annual repayment of foreign debt divided by total export. The World Bank considers it as a warning sign in redemption of foreign debt if DSR reaches 18%.

La force totale de travail du Sénégal croît de 4,772 milles en 2005 à 5,245 milles en 2008 (Tableau 2.14).

Le rapport de la force de travail à la population totale âgée de 15ans et plus est de 76.4% en 2008. Les mâles ont eu un taux de participation plus élevé, 86.8%, que les femelles, 64.5% (Tableau 2.14).

Tableau 2.14: Participation au travail de la population âgée de plus de 15 ans

	Unité	2005	2006	2007	2008
Force de Travail Totale <sup>1</sup>	1,000 personnes	4,772	4,925	5,076	5,245
Femelle	% population féminine ages 15+	63.8	64.0	64.2	64.5
Mâle	% population masculine ages 15+	87.5	87.4	87.0	86.8
Total	% population totale ages 15+	6.1	76.2	76.2	76.4

Notez: 1. La force totale de travail comprend les 15ans et plus qui répondent à la définition de l'Organisation Internationale du Travail de la population économiquement active: toutes les personnes qui fournissent du travail pour la production de biens et services pendant une période spécifiée. Cela inclut ceux qui ont un employ comme ceux qui n'en ont pas. Pendant que les pratiques nationales varient dans le traitement de groups tels que les forces armées et les travailleurs saisonniers ou à temps partiel, en général la force de travail inclut les forces armées, les sans emploi et ceux qui cherchent un premier emploi, mais exclut les maçons et autres aides sociaux non payés et les travailleurs du secteur informel..

Source: La Banque mondiale, *World Development Indicators Database*, Avril 2010

Le taux de chômage au Sénégal, pour ceux qui sont recensés comme sans emploi, est de 11.1% en 2006. Les femmes ont eu un taux de chômage plus élevé, 13.6%, que les hommes, 7.9% (Tableau 2.15).

Table 2.15: Taux de chômage par sexe

	Unité	2005	2006	2007	2008
Femelle	% de la force de travail féminine	n. a. (n.d)	13.6	n. a.(n.d)	n. a.(n.d)
Mâle	% de la force de travail mâle	n. a. (n.d)	7.9	n. a.(n.d).	n. a.(n.d)
Total	% de la force totale de travail	n. a. (n.d)	11.1	n. a.(n.d)	n. a.(n.d)

Note: 1. Le chômage se réfère à la part de la force de travail qui est sans emploi mais disponible pour et cherchant un emploi. Les définitions de la force de travail et du chômage varient selon les pays.

Source: La Banque Mondiale, *World Development Indicators Database*, Avril 2010

## 2.2.2 Conditions Socio-Economiques de la Zone du Projet

### 2.2.2.1 Condition Sociale de la Zone du Projet

#### 1) Ménages et Population

Le Projet se situe administrativement dans la commune de Ross Béthio, département de Dagana, Région de St. Louis. Le Projet bénéficie à une vaste zone qui inclut 7 villages tels que Ross Béthio, Ndiorno, Souloul, Ouroulbé begaye, Fondé boki, Raynabé 1 & 2, and Wouro Séna.

Le nombre total de ménages de la commune de Ross Béthio est de 5,608 et, parmi eux, 2,329

ménages résident dans la zone du Projet (Tableau 2.16). Pour cette raison, 50% des résidents de la commune de Ross Béthio bénéficient du Projet. Le village de Ross Béthio a 1,105 ménages, ce qui constitue environ 50% du nombre total de ménages bénéficiaires.

Les principales occupations des 2,329 ménages bénéficiaires comprennent 1,338 ménages dans l'agriculture, puis viennent 338 ménages dans l'élevage, et 46 ménages dans la pisciculture.

La population de la commune de Ross Béthio est de 51,278 avec 25,525 hommes et 25,753 femmes. La population de la zone du Projet est de 15,947 avec 7,938 hommes et 8,009 femmes (Tableau 2.17). La population du village de Ross Béthio est de 7,568, constituant environ 50% de la population totale de la zone du Projet.

Tableau 2.16: Nombre de ménages et de familles dans la zone du Projet

Unité: Ménages

	HH	Familles	Agriculture	Elevage	Pêche
Autour de Ross Béthio	6,333	8,161	-	-	-
CR Ross Bethio	4,336	5,698	-	-	-
<b>Zone du Projet</b>	<b>1,772</b>	<b>2,329</b>	<b>1,338</b>	<b>388</b>	<b>46</b>
Rosso Bethio	841	1,105	657	158	26
Ndiorno	294	386	234	55	5
Souloul	168	221	123	40	5
Ouroulbé begaye	26	34	16	10	-
Fondé boki	77	101	46	31	-
Raynabé 1 & 2	351	461	250	91	10
Wouro Séna	15	20	12	3	-

Source: Enquêtes sur le terrain

Table 2.17: Population in the Project Area

Unité: Personne

	Mâle	Femelle	Total
Autour de Ross Béthio	35,837	36,535	72,372
CR Ross Bethio	25,525	25,753	51,278
<b>Zone du Projet</b>	<b>7,938</b>	<b>8,009</b>	<b>15,947</b>
Rosso Bethio	3,767	3,801	7,568
Ndiorno	1,317	1,329	2,646
Souloul	753	759	1,512
Ouroulbé begaye	116	118	234
Fondé boki	345	348	693
Raynabé 1 & 2	1,572	1,586	3,159
Wouro Séna	67	68	135

Source: Enquêtes sur le terrain

## 2) Etablissements Scolaires et Nombre d'Elèves

Le nombre d'élèves dans la commune de Rôss Béthio est de 2,238 avec 1,276 élèves garçons et 962 élèves filles. Le nombre d'élèves de l'école élémentaire est de 1,493 avec 790 garçons et 703 filles. Les élèves du CEM et du Lycée sont 745 avec 486 garçons et 259 filles.

Le nombre d'élèves de l'école élémentaire de la zone du Projet représente 1.3% de l'effectif de la région de St. Louis et 4.6% de l'effectif du département de Dagana.

Les élèves garçons de la zone du Projet sont plus nombreux que les élèves filles. La tendance est renforcée dans les écoles secondaires. La tendance est presumée ne pas être sans relation avec le caractère religieux de région.

Tableau 2.18: Nombre d'élèves dans la zone du Projet

Unité: Personne

	Total			Ecole Elémentaire			Ecole Secondaire		
	Total	Garçons	Filles	Total	Garçons	Filles	Total	Garçons	Filles
<b>Zone du Projet</b>	<b>2,238</b>	<b>1,276</b>	<b>962</b>	<b>1,493</b>	<b>790</b>	<b>703</b>	<b>745</b>	<b>486</b>	<b>259</b>
Rosso Bethio	1,374	754	620	824	390	434	550	364	186
Ndiorno	464	300	164	343	212	131	121	88	33
Souloul	132	79	53	101	72	29	31	7	24
Ouroulbé begaye	32	19	13	27	16	11	5	3	2
Fondé boki	24	17	7	23	16	7	1	1	-
Raynabé 1 & 2	197	98	99	161	75	86	36	23	13
Wouro Séna	15	9	6	14	9	5	1	-	1

Source: Enquêtes sur le terrain

Tableau 2.19: Nombre d'Elèves de l'Ecole Elémentaire dans la Région de Saint-Louis, Sénégal (2008)

	Unité	Saint-Louis			
		Dagana	Podor	Saint-Louis	Total
Mâle	Personne	16,181	17,089	20,300	53,570
Femelle	"	16,060	24,543	19,692	60,295
<b>Total</b>	<b>"</b>	<b>32,241</b>	<b>41,632</b>	<b>39,992</b>	<b>112,865</b>

Source: Agence Nationale de la Statistique et de la Demographie, 2008, *Situation économique et sociale de la 17<sup>ème</sup> région de Saint-Louis de 2008*, p.22.  
www.ansd.sn

## 2.2.2.2 Marketing(Ecoulement) des Produits Agricoles

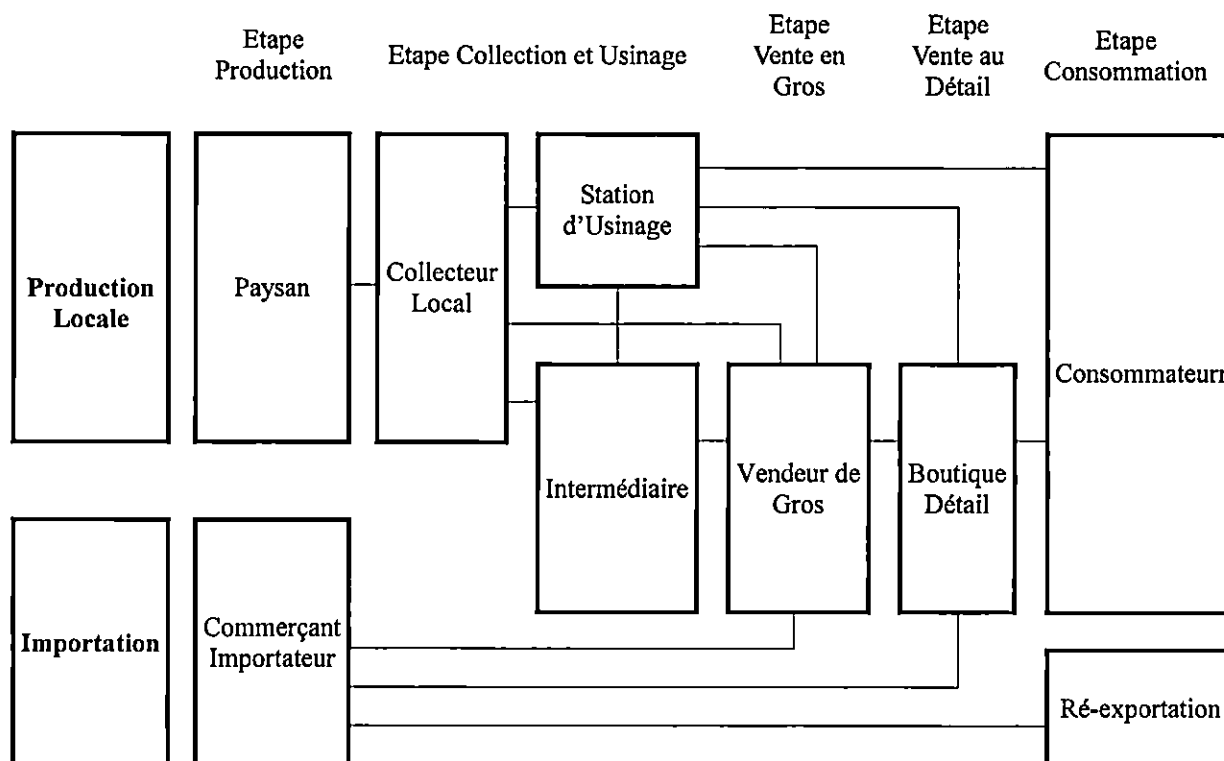
### 1) Chemins du Marketing

Il y a divers canaux pour les produits agricoles vendus au Sénégal. En général, les produits sont collectés par des intermédiaires venus des zones urbaines et sont vendus à des grossistes installés dans les villes, et sont ensuite vendus à des détaillants ou au consommateur.

Dans le cas du riz, l'aliment de base du peuple sénégalais, les canaux du marketing sont indiqués dans la Figure 2.4. Le riz est fourni au Sénégal soit par la production locale soit par l'importation. Le riz produit par le paysan est collecté par des intermédiaires et vendu au décortiqueur, au collecteur, au grossiste, au détaillant, et finalement au consommateur. Le riz importé est vendu par l'importateur au grossiste, au détaillant, et finalement au consommateur. Une partie du riz importé est réexportée.

La zone du Projet a été étudiée comme dans la Figure 2.4 qui montre la même tendance que dans d'autres zones du Sénégal. La zone du Projet a été étudiée comme dans la Figure 41 qui montre la même tendance que dans d'autres zones du Sénégal

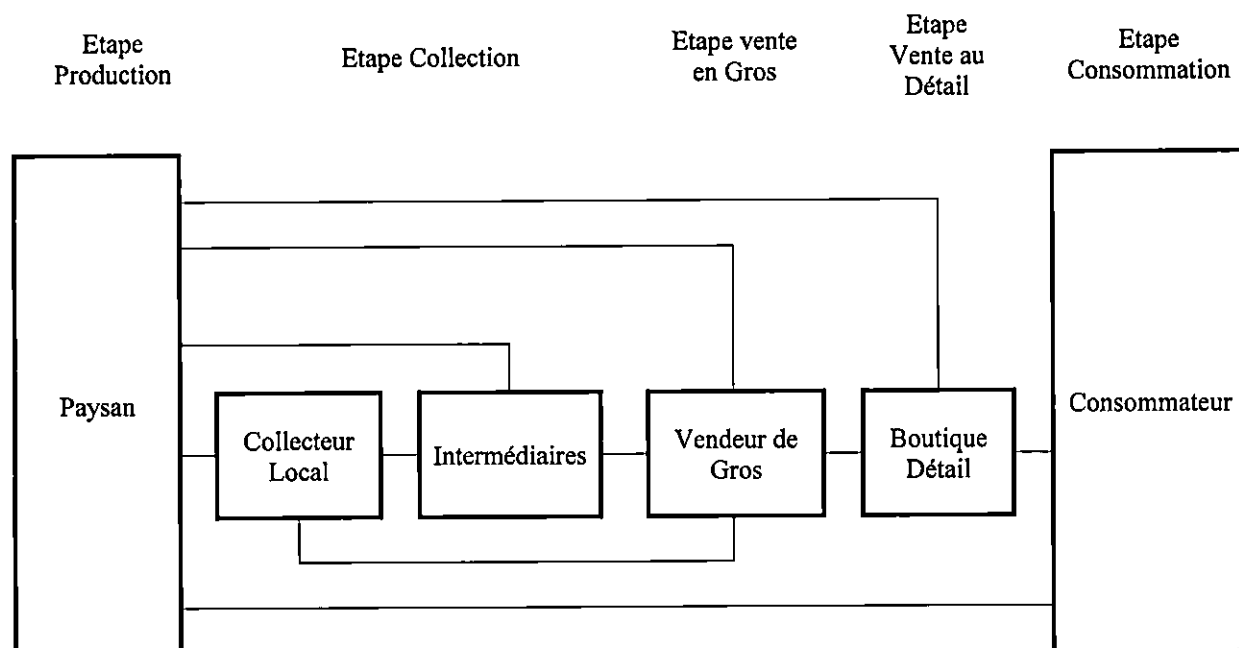
Figure 2.4 : Canaux de Marketing du Riz



Source: Enquêtes sur le terrain

Les canaux de Marketing de l'oignon, un des principaux légumes au Sénégal, est comme indiqué dans la Figure 2.5. L'oignon produit par le paysan est vendu au collecteur local, aux intermédiaires, aux grossistes, au détaillant, et finalement fourni au consommateur

Figure 2.5: Canaux de Marketing de l'Oignon



Source: Field survey

## 2) Transport et Coûts des Produits Agricoles

Les produits agricoles produits à Ross Béthio, la zone du projet, sont vendus surtout à Dakar et St. Louis. En particulier, le riz produit dans la zone du Projet est vendu surtout à Dakar sous forme de paddy, et une partie du paddy est décortiquée dans la zone du Projet et vendu à St. Louis ou à Dakar. Les intrants agricoles comme les semences et les engrais sont fournis à la zone du Projet à partir de Dakar via St. Louis. D'autres produits nécessaires sont fournis à la zone du Projet à partir de Dakar via St. Louis.

Des charrettes tirées par des ânes et des camions sont utilisés comme véhicules pour le transport de produits agricoles de la zone du projet. La charrette est utilisée par les paysans quand ils transportent leurs produits des champs au marché local et quand ils transportent des intrants du marché local aux champs. Le camion est utilisé par des collecteurs locaux ou des marchands des zones urbaines quand ils transportent de grandes quantités de produits agricoles tels que le riz.

Le riz est transporté surtout sous la forme paddy et mis en paquet une fois usiné. Un paquet de riz usiné pèse 80kg et 35~40kg dans le cas de l'oignon

L'origine, la destination et le taux de freight du riz et de l'oignon sont indiqués dans le Tableau 2.20.

Les taux de freight variant en fonction de la distance de transport et du type de produits. Le coût du transport du paddy est de 3,500 FCFA par tonne par camion de St. Louis à Dakar et 7,000 FCFA par tonne à partir de Ross Béthio. Le riz est usiné, mis en paquet et transporté de Ross Béthio à St. Louis et le coût est 200 FCFA par paquet. Le coût du transport est équivalent à 2,500 FCFA par tonne.

Dans le cas de l'oignon, les coûts du transport par camion de St. Louis à Dakar, ou de Ross Béthio à

Dakar sont les mêmes, 350 FCFA par paquet. Le coût du transport de l'oignon est de 200 FCFA par paquet de Rosso Béthio à St. Louis, le même taux que le riz.

Tableau 2.20: Taux (billet) pour Passager et Taux de Freight

		Destination	Distance (km)	Unité	Charges par Véhicule		
					Bus	Petit Véhicule	Camion
Billet Passager		Dakar ↔ St. Louis	270	FCFA/personne	3,000	5,000	-
		Dakar ↔ Rosso Béthio	325	"	3,300	5,500	-
		St. Louis ↔ Rosso Béthio	55	"	300	500	-
Faux de Freight	Riz <sup>1</sup>	Dakar ↔ St. Louis	270	FCFA/t	-	-	3,500
		Dakar ↔ Rosso Béthio	325	"	-	-	7,000
		St. Louis ↔ Rosso Béthio	55	"	-	-	2,500
				FCFA/paquet	-	-	200
	Oignon <sup>2</sup>	Dakar ↔ St. Louis	270	FCFA/paquet	-	-	350
		Dakar ↔ Rosso Béthio	325	"	-	-	350
		St. Louis ↔ Rosso Béthio	55	"	-	-	200

Notez: 1. Le riz est transporté en gros par camion (20T). 1 sac de riz pèse 80kg.

2. L'oignon est transporté en sacs par camion. 1 sac d'oignon pèse 35~40kg.

Source: Enquêtes sur le terrain

## 2.3 L'Agriculture et le Développement Agricole au Sénégal

### 2.3.1 Condition Agricole et Développement Agricole au Sénégal

#### 2.3.1.1 Introduction

Le secteur agricole de la République du Sénégal est le secteur le plus important de ses industries. Environ 16 pour cent (estimés en 2008) de son PIB proviennent des produits agricoles; environ 57.6 pour cent (estimés en 2008) de sa population vit dans les zones rurales; et environ 72 pour cent de la main-d'œuvre économique est dans le secteur agricole y compris la foresterie et la pêche, et les industries de transformation agricole. Le développement agricole est un des sujets les plus importants dans le développement économique sénégalais. Le taux de croissance du secteur agricole a été de 1.3% en moyenne de 1988 à 1998, et le taux a été le même de 1999 à 2008. Il semble stable, mais les variations année par année ont été tout-à-fait différentes, par exemple il a baissé de 7 pour cent en 2007, d'un autre côté en 2008 il est monté de 19.6 pour cent à cause d'une montée des prix internationaux des graines et de la production domestique. Se référer au Tableau 2.21.





### 2.3.1.2 Productions Agricoles

#### 1) Productions Alimentaires

Environ 23 pour cent des Sénégalais étaient considérés comme pauvres en 2003 (2.2 millions de personnes, IFAD). Quand on compare la consommation alimentaire pendant la période de 1995 à 1997 à celle de la période de 2001 à 2003, le taux annuel moyen de consommation alimentaire qui augmente de 2.8 pour cent, dépasse le taux de croissance de la population qui est de 2.4 pour cent. Ainsi, c'est une tâche de la plus haute importance pour le Gouvernement Sénégalais de résoudre le problème du déficit de nourriture en améliorant la productivité agricole.

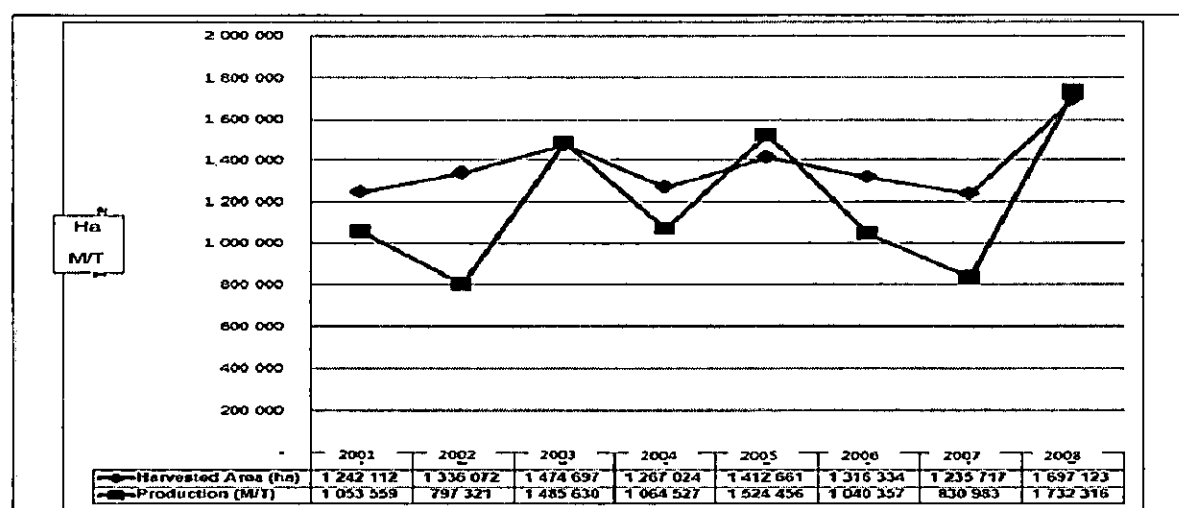
La production alimentaire a montré une tendance à la baisse. Quand on compare les indices de production d'aliments, sur la base des moyennes de 1999 à 2001 (100), l'indice en 2003 est tombé à 82 ou 1,486 milles tonnes, et est de nouveau tombé à 72 ou 1,297 milles tonnes en 2007.

Grâce à la vigoureuse politique Gouvernementale pour la production alimentaire, "le Plan GOANA", la production alimentaire est montée à 1,732 milles tonnes en 2008.

Le riz, qui l'une des denrées principaux pour les Sénégalais, est principalement importé. La quantité de riz importée a été d'environ 0.6 à 0.7 million de tonnes annuellement. En 2007, les importations de riz ont atteint 1.0 million de tonnes. Le fait que la production de riz ne puisse pas correspondre au taux de croissance de la consommation, les importations de riz augmentent. Les Sénégalais préfèrent le riz brisé qui convient plus à la cuisine du Tiéboudiène, un plat traditionnel Sénégalais. Environ 94 pour cent du riz importé est du riz brisé, et peut permettre d'économiser des devises à cause des prix plus bas sur le marché international du riz.

Les surfaces de cultures alimentaires récoltées en 2008 sont montées à 1,697 milles ha à partir de 1,267 milles ha en 2001. En conséquence, la production alimentaire est montée de 1,191 milles M/T à 1,732 milles M/T à la même période. Les variations des surfaces récoltées entre 2001 et 2007 ont été de 1,267 milles ha à 1,511 mille ha, et les variations de la production aussi ont été de 1,053 milles M/T à 1,236 milles M/T pour la même période. Ces variations des surfaces récoltées et des productions dépendaient des conditions climatiques telles que la pluie et la température. Se référer à la Figure 2.6.

Figure 2.6: Production Alimentaire au Sénégal (2001-2008)



Source: FAO SATA, Ministry of Agriculture, Senegal

Les prix internationaux des céréales y compris le riz sont montés en 2008. Comme une partie du Plan GOANA et PNAR, le Gouvernement Sénégalais a créé les nouvelles politiques pour stimuler la production alimentaire, spécialement la production de riz, a subventionné les intrants agricoles tels que les engrais, les herbicides. Grâce à ces politiques les surfaces rizicoles récoltées et les rendements se sont améliorées de manière significative. Se référer à la Figure 2.6.

La production de riz a été de 181 milles M/T pour une surface récoltée de 72,957 ha en 1990, et ces chiffres sont montés à 207 milles M/T pour une surface récoltée de 87,230 ha, et à 368 mille M/T pour une surface récoltée de 115,097 ha en 2001 et 2008 respectivement. Les surfaces récoltées pendant la période de 2001 à 2007 étaient de 76,025 ha à 97,779 ha, et ces surfaces variaient en fonction des conditions climatiques. La production de riz a augmenté de manière significative en 2008, 90 pour cent de plus que l'année précédente, à cause des subventions gouvernementales et a fait monter le prix du riz sur le marché national et sur le marché international. Les surfaces récoltées ont augmenté de 43 pour cent, et les rendements par ha ont augmenté de 33 pour cent, de 2,408 kg/ha à 3,198 kg/ha, causant un accroissement de l'application des engrais et une fourniture améliorée d'eau d'irrigation.

Il est prévu que l'accroissement de la production de riz continue grâce aux vigoureuses politiques gouvernementales et au soutien à la culture du riz pour atteindre l'autosuffisance en riz.

Le mil est une culture majeure au Sénégal. La production a été de 600 milles M/T dans la surface récoltée de 943 milles ha en 2008. Le mil et le sorgho, cultivés dans les zones sous pluie, ont atteint l'autosuffisance.

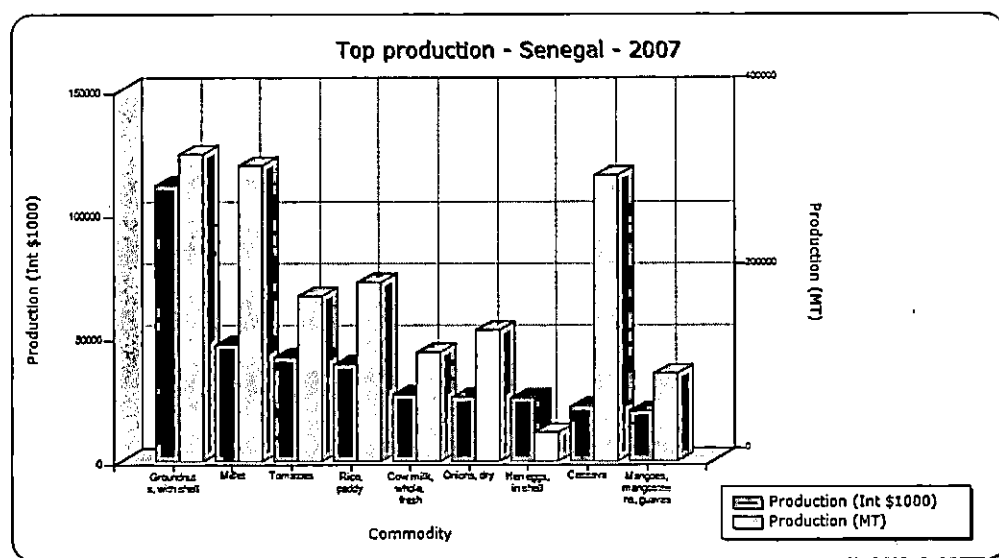
## **2) Production des Cultures de Rente**

La canne à sucre a été cultivée sur 7,200 ha et a produit 1,161 milles tonnes de cannes en 2008

La majeure partie des cultures a été influencée par les conditions climatiques en ce qui concerne la production, telles que la pluviométrie et les températures. En accord avec la politique du Gouvernement Sénégalais pour la production de nourriture, les productions agricoles ont été améliorées depuis 2008.

La valeur totale de la production des 20 premières denrées agricoles était de 493,168 milles USD en 2007 (estimation FAO). La première denrée a été l'arachide avec une valeur de 111,722 milles USD, et suivie par le mil et la tomate. La valeur de la production de riz était quatrième avec 39,475 mille USD. Se référer à la Figure 2.7.

Figure 2.7: La valeur de la production agricole par type de culture en 2007



Source: FAO

### 2.3.1.3 Commerce de Produits Agricoles

#### 1) Les Politiques et les Tarifs pour le Commerce des Produits Agricoles

Le Franc CFA a été dévalué en Janvier 1994, mais les exportations n'ont pas augmenté comme prévu. Jusqu'ici, il y a eu peu de difficultés pour respecter les engagements avec le WTO (OMC), mais un environnement plus libre dans le future peut affecter négativement certains secteurs agricoles et des industries, tels que : l'oignon, le riz, le sucre, et le concentré de tomate.

Le Sénégal est un signataire d'un certain nombre de RTA, et a récemment mis en place une série de changements dans sa politique commerciale pour se conformer à ces accords. Le plus significatif d'entre eux est l'importante réduction de tarifs frontaliers suivant son application du Tarif Extérieur Commun (CET) de l'Union Monétaire et Economique de l'Afrique de l'Ouest (UEMOA) en Janvier 2000. Sous le CET, le Sénégal a abaissé sontaux le plus élevé, plaçant ses tarifs pour quatre catégories de produits sous des taux de 0, 5, 10 et 20 pour cent. Se référer au Tableau 2.23.

Tableau 2.23: Tarif Extérieur Commun (CET) de l'UEMOA

Catégorie/produits	Tarif
Catégorie I: Produits sociaux essentiels: produits pharmaceutiques, livres, journaux, etc.	0%
Catégorie II: Produits de consommation de base: matières premières, équipements et intrants spécifique, etc.	5%
Catégorie III: Produits et intrants de consommation intermédiaire	10%
Catégorie IV: Produits de consommation finale et tous les autres produits non cités dans I-III	20%

Source: Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan du Sénégal

La plupart des produits agricoles sont dans les catégories III et IV avec un CET de 10 et 20 pour cent, respectivement.

Le Sénégal est un grand importateur agricole net. Cinq produits ou groupes de produits comptent pour environ 80 pour cent du total: les céréales (riz et blé) (46 pour cent); produits laitiers (8 percent); sucre raffiné, huiles végétales (huile de colza, huile de soja) (20 percent); et des fruits et légumes (6 pour cent). Le riz est un aliment de base; la production locale couvre seulement 20 pour cent des besoins de consommation.

Il y a eu une libéralisation progressive du secteur:

- 1984: Abolition du système de stabilisation et des subventions accordées aux producteurs de riz;
- January 1992: Abolition de la demande d'une autorisation préalable pour importer du riz;
- Mi-1994: Abolition du prix fixé pour le paddy local;
- Mars 1995: libéralisation des prix de gros et détail du riz brisé et application d'une surtaxe de 20 pour cent sur le riz intermédiaire et entier importé.

Ces mesures, avec la dévaluation du Franc CFA en 1994, n'ont pas favorisé la production locale, qui n'a pas augmenté de manière significative depuis le début des années 1980. Les importations, par contre, ont augmenté en valeur et en quantité depuis les années 1970 et ont atteint un (1) million M/T en 2007, malgré la dévaluation.

Pour limiter les importations, le Gouvernement a introduit une surtaxe de 20 pour cent sur le riz importé. Cette surtaxe n'a pas permis de réduire les importations de riz. Les prix du riz sur le marché international sont montés en 2007, de USD 340/kg à USD 550/kg, comme conséquence, les prix du riz local ont augmenté. Le Gouvernement Sénégalais a mis en place une série de politiques pour atteindre rapidement l'autosuffisance en riz. Comme résultat de ces efforts, la production de riz en 2008 est montée de 90 pour cent par rapport à l'année précédente. Le Gouvernement Sénégalais va poursuivre ces politiques, et l'on s'attend à une augmentation de la production de riz, et ainsi les importations de riz vont baisser.

## **2) Commerce des Produits Agricoles**

Les importations de nourriture ont constitué 57.5 pour cent du total des exportations pendant la période de 2004 à 2006. Et aussi les importations de nourriture ont compté pour 24.5 à 29.1 pour cent des importations totales pendant la période de 1990 à 2006. L'arachide et le coton ont été des produits d'exportation majeurs, et les fruits, les légumes, et les cuirs suivaient. Les importations de riz ont compté pour 75 pour cent des importations de céréales. Se référer au Tableau 2.24.

Tableau 2.24: Commerce d'Aliments avec l'Etranger

Article	Unité	Moyenne				Changements Annuels (%)		
		'90-'92	'95-'97	'00-'02	'04-'06	'90-'92 to '95-'97	'95-'97 to '00-'02	'00-'02 to '04-'06
Exportations								
Marchandise Totale	M US\$	693	965	835	1,365	6.6	-2.9	12.3
Part du total des aliments	%	15.2	6.0	11.3	9.9	-18.5	12.6	-3.3
Part du Produit DES Total	%	8.5	6.2	7.3	2.9	-6.2	3.2	-22.9
Importations								
Marchandise Totale	M US\$	1,189	1,399	1,743	3,168	3.2	4.4	14.9
Part du total des aliments	%	27.7	29.1	24.5	24.8	1.0	-3.4	0.3
Part du produit DES Total	%	23.7	28.2	30.1	38.0	3.5	1.3	5.8
Commerce alimentaire net (Exp- Imp) dans le PIB total	%	-3.9	-7.1	-6.7	-7.8	12.2	-1.3	2.8
Rapport de l'importation à la consommation par denrée majeure								
Riz brisé	%	-	-	125.8	133.4	-	-	1.5
Riz usiné	%	77.9	84.6	56.6	0.7	1.6	-8.1	-111.8
Farine de maïs	%	1.2	1.0	1.1	0.3	-2.2	0.8	28.9
Farine de blé	%	1.7	1.8	9.6	8.5	1.0	33.5	-3.3
Farine de mil	%	-	-	-	-	-	-	-

Source: FAO

Il est estimé que 80 pour cent de la consommation de riz étaient du riz importé jusqu'en 2007 (Tableau 2.9). Même les statistiques commerciales pour les produits agricoles ne sont pas notifiées officiellement, il peut être estimé que les importations de riz ont été réduites à cause de l'augmentation de la production locale en 2008. Mais il n'est pas sûr que la valeur des importations ne serait pas réduite autant que la quantité à cause de la montée des prix.

D'après la FAO, le Sénégal a payé USD 350 millions pour un (1) million M/T de riz importé, et a ré-exporté 73 mille M/T vers les pays voisins en 2007. Le prix unitaire moyen par tonne était de USD 344. Le Sénégal a payé USD 1,041 millions pour l'importation des 20 premières denrées agricoles, cette valeur était presque quatre (4) fois la valeur des exportations.

La valeur de l'exportation d'huile d'arachide était de USD 67.6 millions en 2007, cette valeur a baissé de manière significative par rapport au passé. La charpie de coton a été exportée pour USD 29 millions. Les 20 premières denrées exportées étaient d'une valeur de USD 261 millions. Les 20 premières denrées importées étaient d'une valeur de USD 1,041 millions incluant:

- i) Le riz: USD 350 millions ou 33.7 pour cent de la valeur des importations de produits agricoles;
- ii) Le blé: USD 134 millions ou 12.9 pour cent de la valeur des importations de produits agricoles; et
- iii) Huile de soja: USD 94 millions ou 8.9 pour cent de la valeur des importations de produits agricoles.

Le Sénégal a enregistré un déficit de USD 780 dû au commerce des produits agricoles en 2007.

### 2.3.1.4 Production et Commerce du Riz

#### 1) Introduction de la Culture du Riz au Sénégal

5.5 MT/ha dans la région de la Vallée du Fleuve Sénégal contre 2 to 3 MT/ha dans la région de l'Anambé, au sud de Kolda. Cette dernière région a le système le moins compétitif à cause de ses coûts de production plus élevés résultant des systèmes d'irrigation rudimentaires coûteux et d'une plus grande utilisation des intrants. Les cultivateurs de riz du nord sont mieux organisés et ont accumulé 50 ans d'expérience dans la production du riz irrigué contrairement aux producteurs de la région de l'Anambé qui sont impliqués dans ce système depuis seulement 10 ans.

Le riz local est usiné dans de petites unités de décortiquage, la plupart d'entre elles utilisant des équipements fabriqués par des ateliers locaux, ou des techniques traditionnelles de production de graines sont utilisées. Cela explique le faible rendement (65 pour cent) et la faible qualité (mélange de types et d'impuretés) du riz local. A cause de ce problème de qualité et de son prix relativement plus élevé que celui du riz brisé importé, sa commercialisation et sa consommation dans les grandes villes Sénégalaises sont très limitées. La consommation totale devrait augmenter du fait de la migration et d'une population urbaine croissante, particulièrement dans les grandes villes où le riz est la denrée de base. Pendant ce temps, dans les zones rurales, il est prévu que la consommation du riz baisse avec la croissance continue de la production d'autres cultures alimentaires, particulièrement le mil et le maïs.

Au Sénégal la consommation annuelle estimée par habitant est de 70 à 75 kilogrammes, et la consommation annuelle totale est estimée à 800,000 M/T. La production locale de riz couvre seulement environ 20 pour cent des besoins du pays et 30 pour cent de cette production est auto-consommée par les communautés productrices du riz. Il est prévu que la production locale de riz puisse couvrir plus de 30 pour cent des besoins du pays en 2008, et atteindre 40 pour cent en 2009.

Il y a plusieurs contraintes pour une production soutenue de riz au Sénégal:

- La stérilité induite par la chaleur à la fin des saisons dans les zones irriguées
- La stérilité induite par le froid en Décembre
- Le manque d'eau pendant la saison sèche
- La maintenance insuffisante des équipements d'irrigation
- Les importations de riz bon marché et de faible qualité
- La fourniture inadéquate et irrégulière d'intrants: semences, engrais, et crédit
- Le manque d'équipements pour petits aménagements, spécialement pour les opérations post-récolte
- La compétition pour la main-d'œuvre par d'autres activités de production
- Le manque d'une politique rizicole bien mise en place
- Le faible soutien à la recherche et à la vulgarisation
- Sols au sulfate acide dans le sud (Casamance)
- Sécheresse périodique, affectant les zones basses et les zones hautes alimentées par la pluie

#### 2) Production du Riz

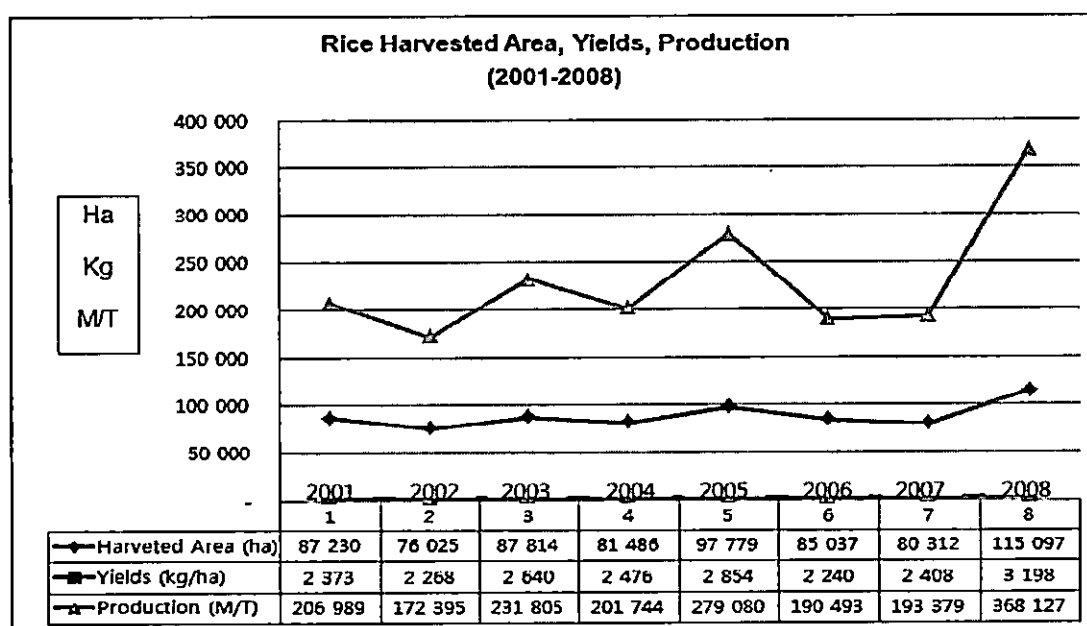
Le riz est cultivé et récolté deux fois par an, pendant la saison des pluies où les plus grandes récoltes sont faites (Estimation de la production sous pluie à 215,164 MT en 2005/06, représentant 83 pour

cent de la production annuelle) et pendant la saison sèche quand seuls les paysans qui ont accès aux infrastructures d'irrigation s'engagent dans la production du riz (41,650 MT).

Les prix du riz sur le marché international sont montés en 2007, de USD 340/kg à USD 550/kg, en conséquence, les prix du riz sur le marché national sont montés. Le Gouvernement Sénégalais a mis en oeuvre une série de politiques, telles que la subvention à 50 pour cent des engrais et herbicides, pour atteindre rapidement l'autosuffisance en riz.

La quantité de riz produite en 1990 a été de 181 milles M/T pour une surface récoltée de 72,957 ha, Cette quantité de riz est montée à 207 milles M/T pour une surface récoltée de 87,230 ha, et est de nouveau montée à 368 milles M/T pour une surface récoltée de 115,097 ha en 2001 et 2008 respectivement. Les surfaces récoltées pendant la périodes de 2001 à 2007 ont été de 76,025 ha à 97,779 ha, et ces surfaces variaient en fonction des conditions climatiques. Il y a eu une augmentation significative en 2008, 90 pour cent de plus que l'année précédente, à cause des subventions gouvernementales et de la montée des prix du riz sur les marchés national et international. Les surfaces récoltées ont augmenté de 43 pour cent, et les rendements par ha ont augmenté de 33 pour cent, de 2,408 kg/ha à 3,198 kg/ha, entraînant une utilisation accrue des engrais et une amélioration de la fourniture d'eau d'irrigation. Se référer à la Figure 2.8. Il est prévu que la tendance à l'accroissement de la production rizicole se poursuive grâce à la vigoureuse politique gouvernementale et au soutien à la culture du riz pour l'atteinte de l'autosuffisance en riz.

Figure 2.8: Surfaces rizicoles récoltées, Rendements, et Production (2001-2008)



Source: FAO SATA, Ministère de l'Agriculture, Senegal

### 3) Commerce du Riz

Le Sénégal est encore le second importateur de riz en Afrique, devant la Côte d'Ivoire et derrière le Nigéria. Les importations de riz se sont chiffrées à USD 350 millions ou 33.7 pour cent de la valeur



des importations de produits agricoles en 2007.

Suite à la libéralisation du marché du riz en 1996, il y avait environ 40 importateurs de riz. A cause de la compétition et de l'incapacité de certains d'entre eux à faire face aux déficits du marché du riz, ce nombre est maintenant tombé à 8 à 10 principaux importateurs. Le nombre de grossistes est relativement grand, et ils servent d'intermédiaires pour les importateurs pour la distribution de leurs stocks et de fournisseurs pour les détaillants.

Le nombre de détaillants est énorme, et ils représentent le segment le plus conservateur du marché en termes de variation des prix. Les prix sont habituellement rigides dans ce segment quels que soient les changements de prix dans les autres segments.

Les taxes à l'importation pour le riz brisé à 100% sont de 21,000 f Cfa par tonne quelle que soit la qualité ou l'origine. Pour le riz entier, une taxe additionnelle de 33 pour cent est appliquée.

D'après les données FAO, les importations de riz ont atteint 1,018 milles M/T en 2007. Cela a causé un accroissement de l'importation de riz brisé moins cher du Brésil, de l'Uruguay, et de l'Argentine.

Les volumes de riz importé et exporté et les valeurs ont différé selon les sources. D'après le document « Etude du Marché du Riz grade No 5/20 –Contrepartie Sénégal, Juin 2006 », 30 pour cent du riz importé a été ré exporté vers les pays voisins, le Mali, la Mauritanie, comme d'habitude.

D'après "Trade Point Senegal", la quantité totale moyenne des importations était de 610 milles M/T, variant de 402 milles à 856 milles M/T pendant la période de 1996 à 2006. La quantité des importations a influencé la production et les stocks de mil et de sorgho. Les importations de riz en 2006 ont été réduites de manière significative à cause de l'accroissement du volume des stocks. Les importations de riz en 2007 sont montées jusqu'à plus d'un (1) million M/T à cause de la réduction des stocks et des importations de riz bon marché de pays Latino Américains.

Il n'y a pas de données officielles sur les importations de riz en 2008 et 2009, la quantité importée peut être plus faible qu'en 2007 à cause de l'accroissement de la production locale.

La valeur totale moyenne des importations était de 92.5 millions FCFA ou USD 180 millions pendant la période de 1996 à 2006. Le Sénégal a payé Presque le double de la moyenne en 2007, USD 350 millions, pour plus d'un (1) million M/T de riz importé, à cause de l'accroissement de la quantité.

### **2.3.1.5 Développement Agricole et Rural**

#### **1) Le Plan GOANA**

Le Gouvernement Sénégalais a mis en oeuvre le Plan GOANA pour réduire les dépenses de devises liées à l'importation de produits agricoles grâce à un plan qui va accroître la production agricole. Le revenu net venant du riz a été amélioré grâce à la réalisation du Plan GOANA et de la montée du prix du riz sur le marché international. Et ainsi les paysans peuvent utiliser plus d'intrants, tels que les semences certifiées, les engrais, les herbicides, etc. Par conséquent, les rendements ont augmenté et également les surfaces récoltées se sont accrues. Jusqu'ici le Plan GOANA est mis en oeuvre avec succès. Le Plan GOANA a eu pour objectif de produire 500,000 M/T de riz (paddy) jusqu'en 2012. Il

semble possible d'atteindre cet objectif. Pour atteindre cet objectif, il est essentiel que le programme de développement de l'irrigation/de réhabilitation suive.

## 2) Le Plan REVA

Le Gouvernement Sénégalais a mis en oeuvre le Plan REVA comme un "Retour à l'Agriculture" pour les citadins et les jeunes. Le Plan REVA (Retour à l'Agriculture) est destiné à accroître la production agricole et encourager les ruraux à rester dans leurs zones rurales. Il comprend deux parties:

- i) La création de pôles agricoles émergents, par exemple des terrains de 50 à 100 ha, qui seront disponibles pour les agriculteurs, les jeunes, les femmes, les fonctionnaires, les travailleurs retraités, et les Chefs religieux. En plus de cela, ils recevront des équipements agricoles, des semences pour diverses spéculations, des infrastructures hydrauliques et du cash-flow qu'ils utiliseront à leur profit avec le soutien du Gouvernement. Ces pôles seront mis en place dans tout le pays. Ils consistent en 300 pôles du type "ferme de village" d'une surface de 50 ha, 80 pôles du type "excellence" dont 50 pour la production de céréales et 30 pour la production de légumes, 100 pôles du type "agro-pastorale" et 70 pôles du type mixte "agro-aquaculture"; et
- ii) La promotion de l'initiative privée à travers la création de pôles religieux, de pôles d'innovation, d'exploitations familiales, et de micro jardins dans les écoles entre autres endroits.

Tous ces pôles seront équipés de plus de 500 puits profonds, le même nombre pour les bassins de rétention, 500 km de conduites d'eau, 600 tracteurs, plus de 11,000 vaches et bœufs importés.

Des pays comme l'Espagne et l'Inde se sont engagés à appuyer l'Etat et apporter un financement jusqu'à 60 millions de dollars (10 millions de dollars pour l'Espagne et 30 millions de dollars pour l'Inde dans le cadre de l'Accord Team Nine Agreement) pour la phase une de 2006 à 2008.

Avec l'engagement de tous types de populations, de tous les partenaires et avec le conseil technique d'agences comme la SAED, l'ANCAR, la DRDR, l'exploitation de ces sites permet d'accroître considérablement la production agricole.

Le chef de l'Etat souhaite voir chaque citoyen Sénégalais montrer de l'intérêt dans le Plan REVA qui aidera à créer une économie rurale de proximité qui utilisera intensivement de la main-d'œuvre avec une haute valeur ajoutée. Les différents sites sont entrain d'être identifiés dans tout le pays avec la priorité donnée à la terre qui appartient à l'Etat et des sites qui ont déjà été des sites de projets de développement impliquant d'autres partenaires<sup>4</sup>.

Ce programme s'accompagnera de la création de l'Agence REVA, une banque de données pour les cultures, les usines de transformation et d'emballage, un Centre pour la promotion des produits.

---

<sup>4</sup> The pilot farm(150ha) at Keur Momar Sarr, which presents all expected characteristics has been chosen along with other places such as Kirène(120ha) , Baobab(120ha) , Darou Ndoeye(180ha) where tree cutting (to clear the land) has started.

La mise en oeuvre du plan Retour à l'Agriculture (REVA) dans le dernier trimestre de 2006 va coûter environ 40 milliards de FCFA. La phase pilote envisagée pour la période d'Août 2006 à Décembre 2008 consistera en la création de 550 poles d'urgence intégrée et la promotion de l'initiative privée à tous les niveaux.

A la fin, le Projet aura créé 330,000 emplois et le même nombre d'emplois indirects. Ayant à faire face au problème de la migration rurale vers les villes, ce qui crée d'importantes concentrations humaines avec des conséquences comme l'appauvrissement et l'émigration illégal vers l'étranger, le Chef de l'Etat vient de lancer un appel pour un retour à l'exploitation de la terre, mettant ainsi l'accent sur son choix de l'agriculture comme levier pour la croissance économique au Sénégal. Le plan est un outil efficace pour lutter contre la pauvreté et signale le début d'une nouvelle ère, celle de la révolution agricole au Sénégal.

Pendant la phase d'expansion de 2008 à 2015, le plan REVA aura à mettre en oeuvre des missions assignées au secteur agricole dans le cadre des objectifs de développement du millénaire et de la stratégie de croissance accélérée.

### 3) Développement de l'Irrigation

En dépit de la faible pluviométrie, 300-600mm/an, les terres du bassin du Fleuve Sénégal ont un bon potentiel pour le développement de l'irrigation avec des ressources en eau abondantes et des terres plates. La SAED a fait aménager des terres irriguées depuis 1965. Récemment, la SAED a eu des difficultés pour l'aménagement et l'O & M des systèmes irrigués à cause d'un manque de sources de financement. Depuis 2008, à cause des politiques gouvernementales et de l'accroissement du financement international, la SAED travaille activement.

Les principales fonctions de la SAED sont la réalisation de systèmes irrigués; l'aménagement des terres; l'appui à l'O & M des systèmes irrigués; et le conseil agricole.

Il y a cinq (5) départements et quatre (4) Délégation (Bureau Départemental) sous le PCA (Président du Conseil d'Administration) et le Directeur Général. Tableau 2.25: Maind'oeuvre de la SAED (2008)

Ingénieurs	Géographes	Sociologues	Economiste	Administrateurs	Techniciens Supérieurs	Personnel d'Appui	Conseillers Agricoles	Total
79	4	2	6	3	17	115	80	306

Source: SAED

53.4 pour cent ou 50,756.5ha, sur 95,030 ha de la zone confiée à la SAED, étaient des zones d'aménagements publics, et les zones restantes étaient des zones d'aménagements privés depuis Juin 1987, quand le Décret 87-720 a été appliqué. Selon ce Décret, l'utilisation de la terre est déterminée par la communauté rurale au lieu de l'être par le Gouvernement.

Tableau 2.26: Surfaces irriguées gérées par les Délégations de la SAED

	DAGANA	PODOR	MATAM	BAKEL	VALLEE
Publiques (ha)	24 050,6	16 573,2	7 842,6	2 290,1	50 756,5
Privés (ha)	37 535,4	6 026,8	427,4	283,9	44 273,5
Total (ha)	61 586,0	22 600,0	8 270,0	2 574,0	95 030,0

Source: SAED

## 2.3.2 Conditions de l'Agriculture dans la Zone du Projet

### 2.3.2.1 Conditions des Villages de la Zone du Projet

#### 1) Maind'œuvre Agricole

Il y a 5,048 travailleurs agricoles, 4,022 personnes sont à temps plein, et 1,026 sont à temps partiel dans 7 villages. Le ratio de femmes travailleuses est plus faible 33.5 pour cent, et elles font des travaux simples, tels que la récolte. La maind'œuvre moyenne par famille est de 2.17 personnes. (Se référer au Tableau 2.27).

Tableau 2.27: Maind'œuvre Agricole

Village	Maind'œuvre Agricole								
	Total			Temps Plein			Occasionnellement		
	Total	Mâle	Femelle	Total	Mâle	Femelle	Total	Mâle	Femelle
Zone du Projet	5,048	3,355	1,693	4,022	2,863	1,159	1,026	492	534
Ross Béthio	2,757	1,914	843	2,418	1,787	631	339	127	212
Ndiorno	1,171	880	291	880	731	149	291	149	142
Souloul	164	59	105	156	52	104	8	7	1
Ouroulbé begaye	102	63	39	58	47	11	44	16	28
Fondé boki	191	80	111	152	62	90	39	18	21
Raynabé 1 & 2	538	289	249	293	134	159	245	155	90
Wouro Séna	125	70	55	65	50	15	60	20	40

Source: Résultat d'une enquête des GIE

#### 2) Ethnies et Langues

Le principal groupe ethnique dans la zone du Projet est Wolof, et il y a des Peulhs et d'autres groupes ethniques éparpillés autour de la zone du Projet. Les villageois utilisent principalement la langue Wolof, et certaines personnes éduquées peuvent parler le Français. Les Peulhs, et le groupe ethnique Pulaar utilise la langue Pulaar, et d'autres groupes ethniques utilisent leurs langues, mais la plupart des groupes ethniques peuvent communiquer dans la langue Wolof.

#### 3) Bétail

La principale activité économique du groupe ethnique Peulh est l'élevage; Le bétail consiste en des

vaches, des moutons, et des chèvres dans la brousse. D'autres groupes ethniques également élèvent des moutons et des chèvres. Les chevaux et les ânes sont d'importants moyens de transport dans la zone du Projet.

Il y a 41,196 têtes de vaches, de moutons, de chèvres, et d'ânes dans la zone du Projet. Les prix de vente à la ferme pour: les vaches varient de FCFA 160,000 à 228,000; les moutons varient de FCFA 40,000 à 70,000; les chèvres varient de FCFA 17,500 à 42,500; les ânes varient de FCFA 31,000 à 60,000; et le poulet, varient de FCFA 1,000 à 2,500. (Se référer au Tableau 2.28).

Parce que la paille de riz et le chaume sont utilisés pour nourrir le bétail, tel que les vaches, les moutons, et les chèvres, si les surfaces rizicoles augmentent, il est prévu que le cheptel augmente.

Table 2.28: Bétail

	Bétail									
	Nombre de têtes					Prix de Vente				
	Vaches	Moutons	Chèvres	Anes	Poulets	Vaches	Moutons	Chèvres	Anes	Poulets
Zone du Projet	14,602	16,317	9,378	899	3,659	160,000-228,000	40,000-70,000	17,500-42,500	31,000-60,000	1,000-2,500
Ross Béethio	2824	1403	1347	251	1611	226,974	58,692	17,417	31,379	1,014
Ndiorno	2178	1051	859	224	590	221,875	70,556	25,786	40,000	2,325
Souloul	257	83	290	34	0	150,000	65,833	24,167	60,000	0
Ouroulébegaye	250	53	225	23	100	237,500	67,500	42,500	50,000	1,500
Fondé boki	1113	8025	335	13	85	166,667	40,000	25,000	36,667	3,500
Rayabé 1 & 2	7880	5622	6122	334	1173	217,000	43,000	24,400	44,000	1,960
Wouro Séna	100	80	200	20	100	180,000	35,000	25,000	50,000	1,000

Source: Résultat d'une enquête des GIE

#### 4) Machines Agricoles et Utilisation

Il y a 11 tracteurs dans les villages en relation avec le Projet. Les zones autour du village de Ross Béthio sont une sorte de centre agricole dans la Commune, et il y a des unités de décortiquage du riz et des entreprises de location de machines agricoles et des propriétaires privés dans la zone autour du village de Ross Béthio. Ces entreprises/propriétaires privés et propriétaires de machines de décortiquage faisaient des affaires non seulement pour la zone du Projet Grande Digue-Tellé, mais aussi pour les zones autour.

L'épandage des pesticides est fait avec des pulvérisateurs manuels sur le dos et d'autres travaux agricoles sont faits avec des houes, des pelles, des faucilles et d'autres petits outils de travail agricole.

Il n'y avait pas d'usines de décortiquage fonctionnant sous l'autorité des Organisations Paysannes. Il y a 38 batteuses, et 403 pulvérisateurs sur le dos dans les villages en relation avec le Projet. (Se référer au Tableau 2.29)

Tableau 2.29: Machine Agricoles, Outils, et Equipements pour le Traitement des Produits Agricoles

	Machines Agricoles			Outils Agricoles				Equipements pour Traitement Prod. Agricole	
	Tracteur	Batteuse	Pulvé .sur Dos	Houe	Pelle	Sarcoir	Faucille	Usine de Décorti	Décorti- queuse
Zone du Projet	11	38	403	234	1,041	1,141	2,133	-	7
Ross Béthio	4	31	232	76	510	816	826	-	5
Ndiorno	7	7	127	118	246	110	477	-	1
Souloul	0	0	11	0	46	2	165	-	1
Ouroulbé begaye	0	0	8	3	16	6	4	-	0
Fondé boki	0	0	1	0	6	6	15	-	0
Raynabé I & 2	0	0	21	32	209	191	606	-	0
Wouro Séna	0	0	3	5	8	10	40	-	0

Source: Result of GIE survey

### 2.3.2.2 Modèle de Culture et Production

La zone du Projet est située dans la région Sahélienne. Parce que la pluviométrie annuelle moyenne est inférieure à 300 mm, et le sol du site du Projet est un sol à chlorure, il est impossible de cultiver sans irrigation dans la zone du Projet.

La saison des cultures dans la zone du Projet peut être divisée en trois (3) saisons: i) la Saison des Pluies (Août-Novembre); ii) la Saison Sèche froide (Décembre-Mars); et la Saison Sèche Chaude (Avril-Juillet). Si la quantité d'eau d'irrigation est suffisante, il est possible d'avoir deux saisons de culture du riz pendant la saison des pluies et la saison sèche chaude, et en plus il est possible de cultiver des légumes pendant la saison sèche froide. La Figure 2.9 montre le modèle de culture dans la zone du Projet.

Le riz est la culture principale. Mais, à cause du stade de dégradation avancée du réseau hydraulique et à cause de problèmes de drainage, les chiffres pour le rendement à l'hectare sont clairement en dessous de la moyenne pour la Délégation de Dagana (la zone géographique où se situe le périmètre): ici c'est 4.3 tonnes de paddy par ha alors qu'ailleurs c'est 5 à 6 tonnes par ha. Ces problèmes techniques ont amené une faible intensité culturale.

Les surfaces irrigables existantes sont de 1,690 ha dans le Périmètre de Grande Digue-Tellel, et 1,308 ha dans les zones autour qui sont irriguées par les paysans eux-mêmes utilisant des pompes privées, et les terres plus basses peuvent être irriguées par gravité. D'après les 59 GIE, SV étudiés, les surfaces cultivées ont varié d'année en année. Les surfaces réellement cultivées en riz ont été de 1,746 ha en saison des pluies, et 166 ha en saison sèche chaude en 2009.

En plus, l'arachide et la patate douce ont été cultivées sur 57 ha; et le gombo, l'aubergine, et le diakhatou ont été cultivés sur 10 ha en saison sèche chaude. Le gombo et l'aubergine ont été cultivés sur 1.5 ha en saison sèche froide. (Se référer au Tableau 3.6)

Figure 2.9: Modèle de Culture dans la Zone du Projet.

Spéculation	Surface (ha)	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Sais. Pluies									←				→
S.S. Froide		→	→	→								←	
S.S. Chaude					←	←	←	←	←				
Pluviométrie (mm)		1	1	0	0	1	7	44	160	100	29	2	3
Temp.Moyenne (C)		22	22	22	23	26	28	28	28	28	28	27	23
Riz													
Prep.Sol				■	■				■				
- Semis				■	■				■	■			
- Fert.de Base									■				
- 1er Ep					■	■				■			
- 2eme Ep						■	■				■		
- 3eme Ep							■	■				■	
- Sarclage					■	■				■			
- Cont.Pest.						■	■			■		■	
- Récolte.						■		■					■
- Battage								■	■				■
Arachide		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
Patate Douce		■	■	■				■	■	■	■	■	■
Aubergine,Gombo		■	■	■									■
Chou, Poivre, Piment		■	■	■									■
Autres Légumes		■	■	■									■

Source: Résultats de l'enquête des GIE

### **2.3.2.3 Situation de l'Agriculture dans la Zone du Projet**

#### **1) Variétés de Riz**

La variété de riz la plus populaire est le Sahel 108 dans la Région du Fleuve Sénégal. Le Sahel 108 est également cultivé dans la majeure partie de la zone du Projet. Le cycle en saison des pluies est de 105 jours et en saison sèche ce cycle est de 120 jours. Sahel 201 est la deuxième variété dans la zone du Projet, parce que le cycle de cette variété est de 127 à 142 jours en saison des pluies et en saison sèche chaude respectivement ; les surfaces cultivées n'étaient pas très importantes.

#### **2) Technologie de Gestion des Cultures dans la Production du Riz Irrigué (Dans le Cas de la Saison des Pluies, Sahel 108)**

##### **i ) Préparation de la Terre:**

- Séparation(division) de la surface en parcelles.
- Labour de la surface sur une profondeur de 12-15 cm.
- Planage des parcelles, 7 jours avant le semis.

##### **ii ) Semis:**

- Semer dans l'eau à la volée les grains pré germés (Semis direct sur lit humide).
- Date de semis: 10-31 Août.
- Densité du semis 100-120 kg/ha.
- Lame d'eau dans la parcelle au moment du semis en pré germé: 5-10 cm.
- Densité spécifiée assure une distribution régulière de semences.
- Grains pré germés semés à la volée en deux applications: la première 60 pour cent, la seconde 40 pour cent.
- Irrigation: Lame d'eau 5-10 cm.

##### **iii ) Maintenance:**

- L'eau est drainée huit à dix jours après le semis, la parcelle devant s'assécher pendant deux à trois jours.
- Contrôle des mauvaises herbes: deux méthodes: désherbage manuel et désherbage chimique (mélange de 5-10 litres de Propanyl, un (1) litre de Weedone et 300 litres d'eau par hectare). On laisse la parcelle s'assécher pendant deux à trois jours avant d'appliquer l'herbicide 16-18 jours après les semis.

##### **iv ) Fertilisation:**

- De base: phosphate à 200-300 kg/ha plus NPK ou DAP à 100 kg/ha. Herse pour ameublir et permettre une bonne incorporation de l'engrais.
- De surface:
  - 4-5 jours après l'application des herbicides: 100 NPK/ha et 70 kg urée/ha
  - 45-50 jours après les semis: 60-70 kg urée/ha
  - 8-10 jours après la floraison: 20-30 kg urée/ha.



## v) Récolte de semences:

- La récolte démarre une fois que la maturité atteint 80 pour cent et que le taux d'humidité des graines est entre 20 et 25 pour cent (30-40 jours après la floraison).
- Sélection des meilleurs panicules de riz dans les parcelles.

Stockage des grains dans un endroit sec et froid de la maison.

*Source:* C.C. Gueye, communication personnelle

### 3) Intrants Agricoles

Les paysans de la zone du Projet préfèrent utiliser des semences certifiées HYV. Mais, leur utilisation par l'agriculteur ordinaire est difficile du fait que le prix des semences certifiées est le double de celui des semences produites localement.

Les paysans ont bien reconnu les avantages de l'utilisation des engrais, qui augmentent la production. Le Gouvernement Sénégalais a subventionné 50 pour cent du prix de l'urée et des herbicides depuis 2008, et après, l'application des engrais et herbicides a augmenté et ainsi, cela a pu contribuer à une augmentation de la production d'environ 20 pour cent.

La plupart des agriculteurs de la zone du Projet ont acheté les intrants agricoles à Ross-Béthio et à Saint Louis.

Les prix des intrants agricoles étaient élevés pour les paysans; C'était l'une des principales contraintes pour la production agricole. Les paysans ne pouvaient pas utiliser assez d'intrants, et ainsi, les rendements ont été plus faibles. Certains paysans ont abandonné la culture même en saison des pluies à cause d'un manque d'intrants.

Voici les prix des intrants agricoles de Novembre 2010 dans la zone du Projet.

Semences de Riz (HYV)	300-350	FCFA/k
Semences de Riz (Traditionnel)	200	FCFA/kg
Urée	130	FCFA/kg
Engrais Composé (18-46-0)	300	FCFA/kg
Engrais Composé (10-10-20)	11,000-13,000	FCFA/50kg
Pesticides/Fongicides	6,000-15,000	FCFA/ℓ
Herbicides	3,500-6,000	FCFA/ℓ

## 2.4 Conditions d'Irrigation et de Drainage

### 2.4.1 Zone du Projet

La zone irriguée du Projet Grande Digue-Tell el est située dans le delta du Fleuve Sénégal avec des frontières administratives dans la Communauté Rurale de Ross-Béthio, Département de Dagana, Région de Saint Louis. Au Nord, la limite est le marigot Kassack, à l'Est et au Sud la zone est limitée par la route vers Saint-Louis et Ross-Béthio et à l'Ouest le marigot Lampsar est la limite.

Le Projet, réalisé en 1977 avec l'appui du Gouvernement Français, était un projet d'irrigation fournissant de l'eau d'irrigation à 2,500 ha avec des installations comme la station de pompage, des canaux d'irrigation et des canaux de drainage principaux, secondaires, et tertiaires, et des ouvrages sur canaux.

Mais dans la condition actuelle du périmètre irrigué 33 ans après sa construction, la productivité a baissé sérieusement à cause de la baisse de l'efficacité de l'irrigation liée à la détérioration des équipements d'irrigation et à l'abandon de terres, abandon ayant pour effet de réduire les surfaces cultivées. Depuis quelques années, la SAED a commencé la réhabilitation des équipements d'irrigation mais sans remise à neuf parce que les installations sont trop vieilles et la surface est trop grande.

Les canaux principaux et secondaires existants du projet sont faits en terre avec des sections trapézoïdales et ces sections de canaux ont été conservées, plusieurs de ces sections de canaux n'ont pas été entretenues correctement et sont remplies de sédiments au fond, les talus sont érodés, l'herbe a poussé dans les canaux, et surtout il y a eu une détérioration des ouvrages et il y a besoin d'une réhabilitation globale ou d'une construction nouvelle.

## **2.4.2 Station de Pompage**

### **2.4.2.1 Station de Pompage**

#### **1) Chenal d'Amenée**

Le chenal d'amenée achemine l'eau d'irrigation vers la station de pompage à partir du marigot Lampsar à 35 km à l'aval de la station de pompage de Ronq et les détails du chenal d'amenée sont comme suit ;

- Longueur (L): 120 m (du Lampsar à la bache d'aspiration de la station de pompage)
- Gradient du chenal (Pente): 1/2,50 0
- Section chenal: Larg. Fond 12 m, Hauteur 3 m, Larg.geule : 21m (Pente talus terre 1:1.5)
- Niveau d'eau
  - o Niveau haut (H.W.L): EL +1.40 m (Niv. Cavalier chenal: EL +2.00 m)
  - o Niveau bas (L.W.L): EL - 0.25 (Plafond chenal: EL -1.00 m)

#### **2) Condition Actuelle de la Station de Pompage**

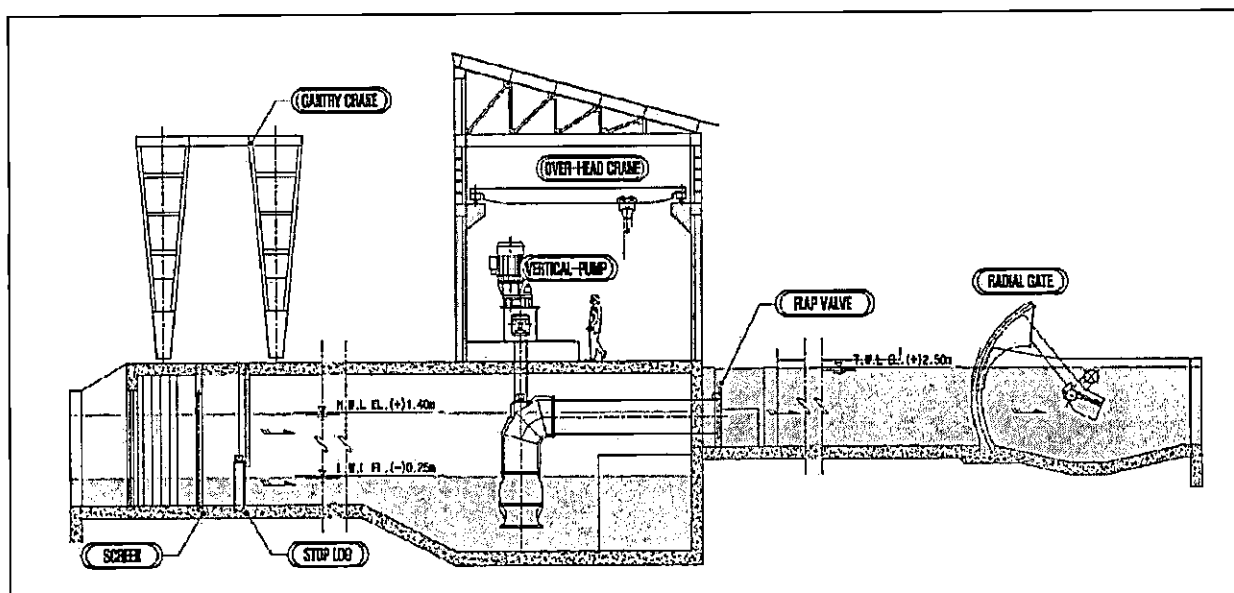
##### **(1) Condition Générale de la Partie Mécanique**

La station de pompage de GRANDE DIGUE-TELLEL est une station qui fournit de l'eau d'irrigation au périmètre Grande Digue-Tellel avec des pompes à axe vertical installées dans la station qui reçoivent l'eau arrivée du Marigot Lampsar via le chenal d'amenée.

La station de pompage a été construite en 1977 et la capacité des pompes est de 5.4[m<sup>3</sup>/sec] et le type de pompe est le type à axe vertical et le nombre de pompes installées est quatre. Les équipements de pompage ont été remplacés en 2009 à cause de l'usure et les nouvelles fonctionnent actuellement.

En remplaçant les pompes en 2009, leurs capacités ont été augmentées et portées à  $6.0[m^3/sec]$ , une amélioration de  $0.6[m^3/sec]$  par rapport à la capacité totale précédente. Le type de pompe est le même que le type précédent, Pompes à Axe Vertical, et il y a 4 pompes installées, chacune d'elles débitant  $1.5[m^3/sec]$ . Leur diamètre est de  $900\Phi$ .

Il y a une piste de  $4.0[m]$  de large entre la station de pompage et les ouvrages d'admission et l'eau arrivant la station lui est délivrée à travers l'ouvrage d'admission situé sous la piste.



La station de pompage est un bâtiment en béton armé et il y a des installations de pompage et des installations électriques et une grue installée pour la maintenance à l'intérieur du bâtiment.

L'eau pompée est refoulée vers le bassin de dissipation de la station de pompage puis est envoyée vers les canaux d'irrigation pour la fourniture d'eau d'irrigation aux parcelles du projet. Il y a 4 clapets anti retour installés face au bassin de dissipation pour empêcher le retour de l'eau refoulée par la station.

Il y a une vanne à niveau constant installée juste à l'aval du bassin de dissipation qui assure un contrôle automatique en fonction du niveau d'eau. Cette vanne radiale était installée pour empêcher l'inondation du bassin de dissipation qui suit la station. Aussi, il y a un déversoir pour les cas d'urgence et une vanne associées au bassin installés pour empêcher l'inondation du bassin quand les pompes fonctionnent mal et que le niveau d'eau monte rapidement, en retournant les eaux excédentaires au chenal d'amenée.

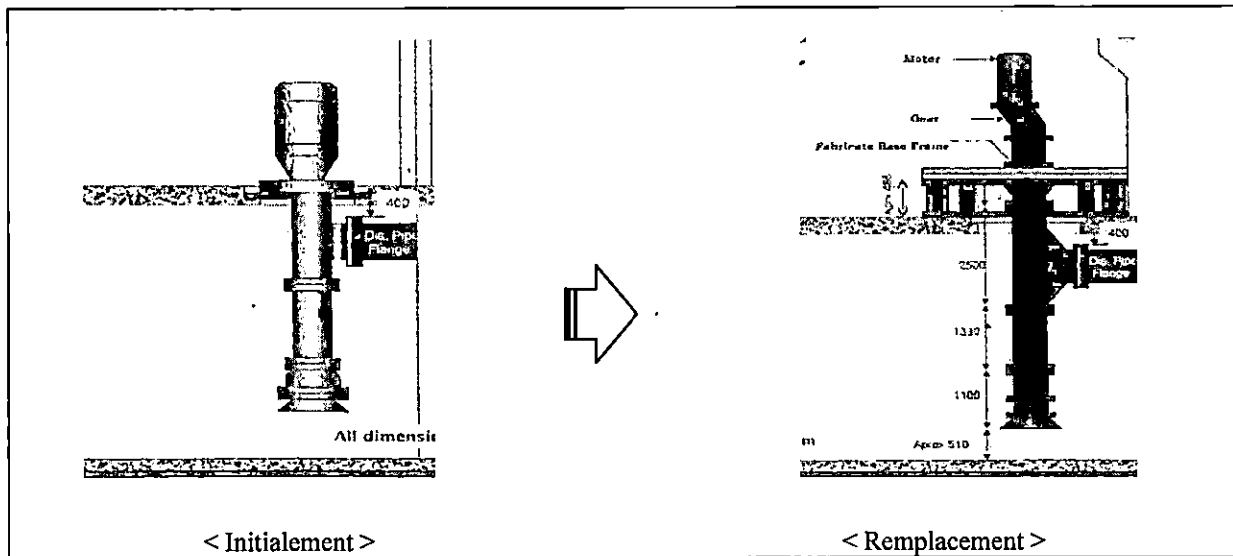
## (2) Inspection des Installations Mécaniques

La station de pompage de GRANDE DIGUE-TELLEL a été construite en 1977, cela voulant dire qu'elle a 33 ans depuis sa construction et en conséquence la majeure partie de l'ouvrage est usée et la plupart des ouvrages ont besoin de réparations. Voici les résultats de l'inspection.

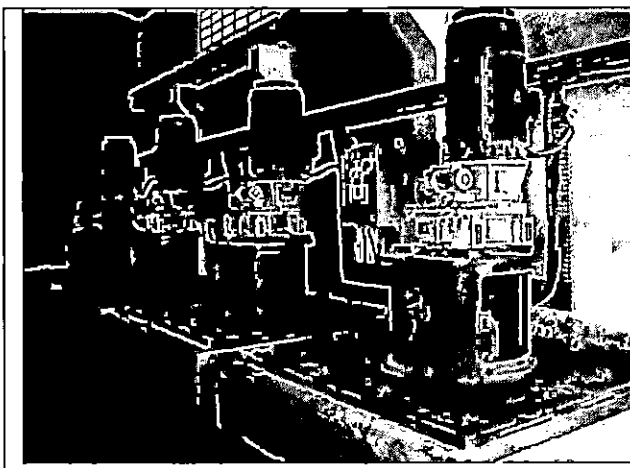
### i ) Pompes

Les pompes ont été remplacées en 2009, la performance est satisfaisante et la prédiction est que, dans le futur, il n'y aura pas de problèmes. C'est pourquoi cette fois-ci les mêmes pompes seront

utilisées. Le diagramme suivant montre les pompes placées en 2009



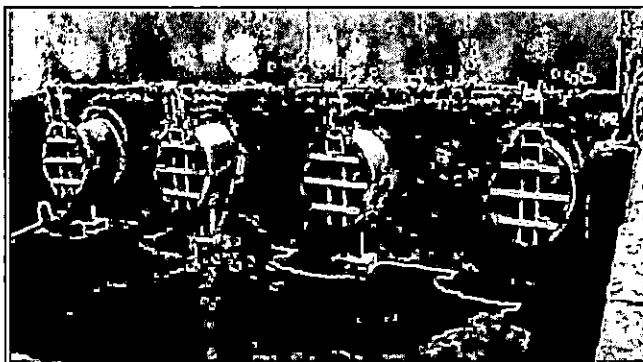
Les caractéristiques des pompes dans la station existante sont suivantes.



Classe	Contenu
Type de Pompe	Pompe à Axe Vertical
Diamètre[Φ ]	900
Nombre[set]	4
Débit[ /sec]	1.5 x 4 = 6.0
HMT[m]	2.38
Puissance[kW]	68
Fabricant	Inde

#### ii) Clapets anti retour

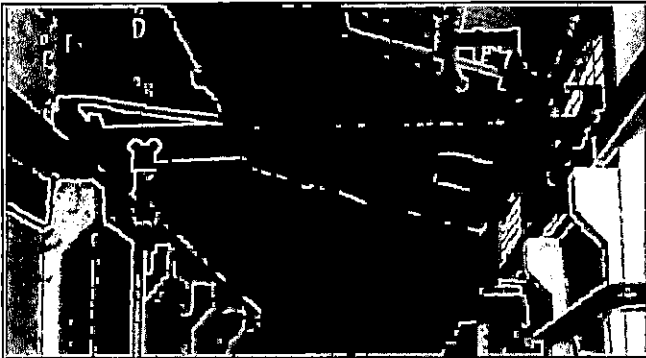
Ils sont installés au niveau du bassin de dissipation pour empêcher le retour des eaux pompées. La condition des clapets est satisfaisante ; pour cette raison, l'existant va être réutilisé.



Classe	Contenu
Formalité	Pas d'Utilisation d'Energie Electrique
Diamètre[Φ ]	900
Nombre[jeu]	4

#### iii) Grue à l'intérieur de la Station de Pompage

Une grue est installée à l'intérieur du bâtiment de la station pour la maintenance, elle est opérée manuellement. Il est nécessaire de sceller certaines parties et de lubrifier, mais il n'y a aucun problème à utiliser la même grue, après quelques réparations.

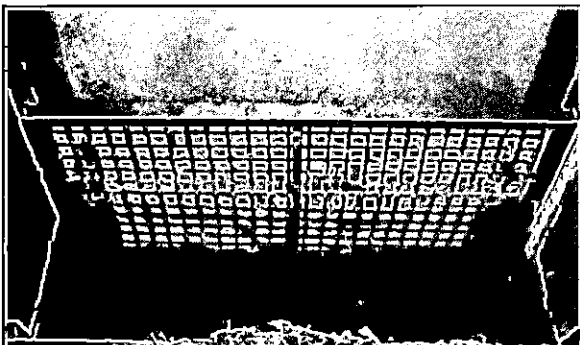
	Classe	Contenu
	Formalité	Type CHAIN BLOCK
	Capacité à soulever	5 tonnes
	Nombre[set]	1

#### iv) Batardeau

Le batardeau est installé dans la structure d'admission pour être utilisé en cas de réparation ou d'inspection de la grille et de la station de pompage, le batardeau bloque l'eau. Normalement les batardeaux sont stockés en un endroit et sont utilisés quand cela est nécessaire. Cependant, actuellement certains éléments sont corrodés et d'autres sont perdus.

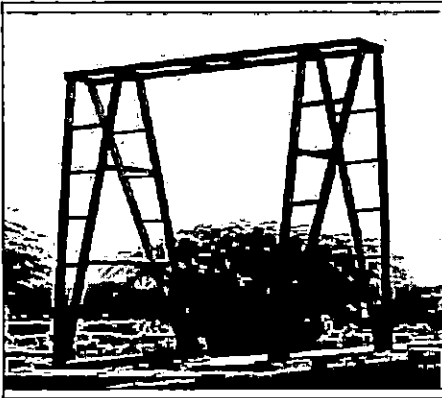
#### v) Grille de protection

La grille est installée dans la partie admission et sa fonction est de bloquer tous débris et substances qui pourraient entrer dans les pompes et les endommager. Il y a une grille installée pour chaque pompe pour sa protection. Certaines parties sont roillées mais elles sont encore fonctionnelles et seront réutilisées.

	Classe	Contenu
	Matière	Acier
	Dimensions	2.35m×2 jeux, 2.30m×2jeux
	Enlèvement Substance	Enlèvement par maind'oeuvre

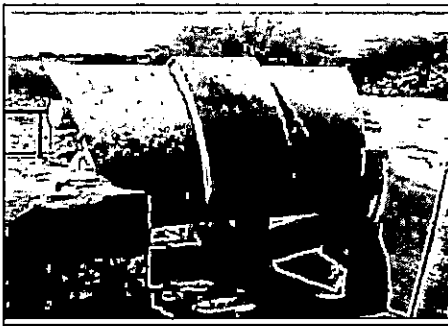
#### vi) Grue sur portique du Coté Aspiration

La grue est installée hors de la station de pompage dans le but d'installer ou d'enlever la grille. Aussi, la grue a été utilisée pour l'inspection et la maintenance. Le rail de la grue est placé longitudinalement et il y a une grue qui opère sur le rail. La structure qui fait bouger la grue sur le rail est manquante et le dispositif qui soulève manque aussi dans la structure existante. La partie principale de la grue est très rouillée et le mauvais fonctionnement de l'unité motrice font qu'il est impossible de faire fonctionner la grue.

	Classe	Contenu
	Formalité	Manuel
	Capacité à soulever[tonne]	5
	Quantité [jeu]	1

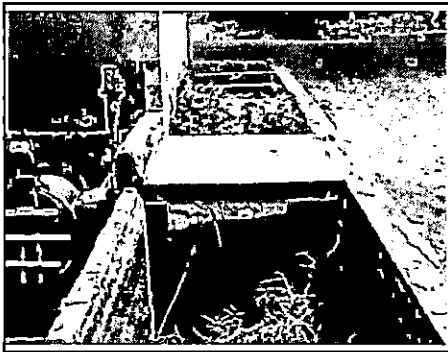
#### vii) Vanne de Contrôle Radiale

Pour empêcher le débordement de l'eau sortant du bassin de dissipation, une vanne de contrôle radiale a été installée à l'aval du bassin de dissipation. La forme de la vanne est radiale, elle opère automatiquement en fonction de la pression de l'eau, bloquant l'écoulement quand le niveau de l'eau atteint une certaine limite. Du fait que la vanne a été installée il y a plus de 20 ans, elle est sérieusement corrodée au niveau de l'unité flottante et de du corps de la vanne et ne fonctionne plus..

	Classe	Contenu
	Formalité	Porte Radiale
	Dimensions[m]	4.3m
	Quantité[jeu]	1

#### viii) Seuil de Déversoir

Quand l'équipement mécanique fonctionne mal ou tombe en panne, l'eau débitée par les pompes pourrait déborder du bassin de dissipation. Pour éviter cette situation, un seuil de déversoir a été mis en place. Le seuil de déversoir est une structure en béton installée sur le côté gauche de la station de pompage. Le seuil connecte le bassin de dissipation au chenal d'amenée.

	Classe	Contenu
	Formalité	Vanne Murale en Acier
	Dimensions	Larg1.0m×Haut1.0m×1jeu
	Méthode Opératoire	Manuellement

Ce déversoir est installé au bord du bassin de dissipation, mais il a été construit depuis de longues

années et maintenant la structure et la vanne sont sérieusement corrodées et ne fonctionnent pas. C'est pourquoi, elles ne peuvent plus être manipulées et sont bloquées avec de la terre parce qu'elles ne permettent plus le contrôle du niveau de l'eau.

### 3) Inspection de l'Installation Electrique sur le Terrain

L'installation électrique de la station de pompage de GRANDE DIGUE-TELLEL a été construite en 1977 pour faire fonctionner les pompes en recevant de l'énergie sous haute tension d'une ligne de distribution toute proche. Certaines parties de l'installation ont été réparées récemment.

L'installation électrique se compose de: les éléments de puissance, les équipements de fourniture, les équipements pour le fonctionnement des pompes, et d'autres équipements comme les paratonnerres.

#### (1) Les Equipements de Puissance



L'énergie électrique de la station de pompage de GRANDE DIGUE-TELLEL est fournie par les Postes de Transformation de Sakal et Dagana par une ligne de distribution haute tension. A Ross Béthio l'électricité est envoyée à la station de pompage via une ligne de distribution haute tension, et la station de pompage est le point terminal de cette ligne de distribution.

L'énergie haute tension fournie à la station est convertie en électricité d'une tension convenable par des dispositifs appropriés. Les équipements majeurs pour cette conversion sont: un bloc, un dispositif intégré de mesure d'énergie, une sous station, et un dispositif de sécurité.

Les équipements de puissance sont situés dans la partie droite de la station de pompage et l'unité de charge est dans une pièce faite d'une grille métallique. Aussi, il y a des problèmes de sécurité tels qu'une panne diélectrique et un court circuit résultant d'un fonctionnement de longue durée, et la sécurité des installations fournissant de la puissance électrique est très faible.



Formalités concernant la Sous station	Pièce en Grille Métallique
Reception/Utilisation Voltage	3,000/400[V]
Capacité Transformateur	400[kVA]
Pièce Coupe Circuit	Interrupteur

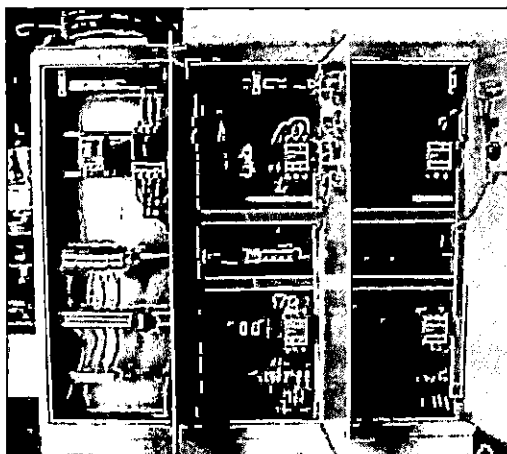
Pour le bloc électrique il y a un interrupteur, un bouton de ligne, et un fusible, mais en cas de surintensité, surtension, sous-tension, défaut de mise à la terre, et court-circuit il n'y a pas de dispositif de coupure automatique, ce qui peut conduire à une électrocution de l'opérateur. Aussi, en cas de mauvais fonctionnement du système il peut y avoir un accident d'électrocution lié à la ligne de distribution. C'est pourquoi il y a un besoin de réparation et de remplacement pour éviter les problèmes.

Le transformateur est du type à huile et sa capacité est de 400[kVA]. En 1992 le transformateur a été remplacé sans problèmes mais il est très recommandé de remplacer le transformateur puisque il est là depuis 18 ans.

De la station électrique partent 400[V] de puissance à travers une tranchée en béton sous le plancher et ils sont fournis aux armoires de commande des pompes.

## (2) Armoires de Commande

Les armoires de commande de la station de pompage sont situées dans le bâtiment de la station et leur fonction est de recevoir l'énergie de la station électrique et du bloc de puissance et de fournir cette énergie à chaque unité de contrôle de pompe. Le panel de distribution est du type cabine sous abri et il y a 3 cotés composés.

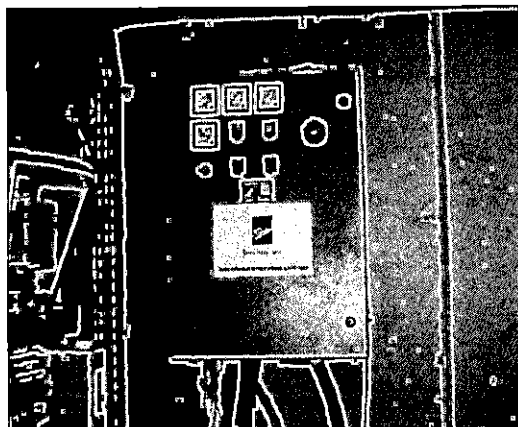


Cabine, Principal interrupteur (équipement qui bloque/fournit 400[V] de tension du transformateur à la pompe) et un coupe circuit (équipement qui bloque/fournit de la puissance à l'unité de contrôle des pompes) et des équipements de protection, ont été réparés en 2009 et il n'y a aucun problème pour faire marcher l'installation. Cependant, l'intérieur de la cabine et le Bloc Terminal sont corrodés et un câble usé peut provoquer des courants de terre et des court-circuits. C'est pourquoi il a été déterminé que la cabine a besoin d'être remplacée entièrement.

## (3) Unité de Contrôle des Pompes

L'unité de contrôle des pompes est située dans le voisinage des pompes dans le bâtiment de la station. L'unité de contrôle des pompes a été remplacée quand les pompes ont été remplacées en 2009 et la condition est satisfaisante.

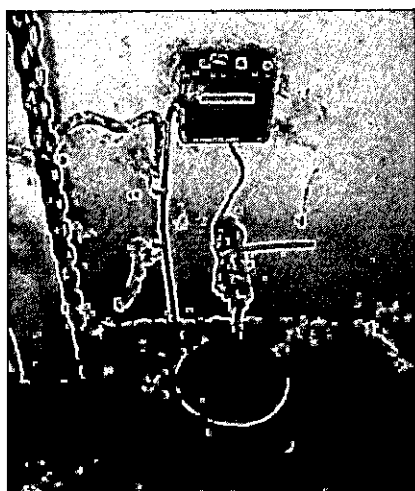




L'unité de contrôle des pompes reçoit 400[V] des équipements de distribution et fournit l'énergie aux pompes. Les composantes de l'installation sont : un coupe circuit, un contacteur, des fusibles, etc. et en face de l'installation il y a un coupe circuit epicycle, un voltmètre, un ampèremètre, un commutateur. Un câble est utilisé pour connecter l'unité de contrôle des pompes et leurs startors, la méthode est Y- $\Delta$ .

#### (4) Equipements pour Observation du Niveau d'Eau

Les pompes doivent fonctionner quand le niveau d'eau au refoulement est convenable, et quand le niveau d'eau au refoulement n'est pas convenable, les pompes s'arrêtent.



Dans le cas où le niveau d'eau au marigot est bas ou le cas où il y a des corps flottants sur la grille, le débit arrivant à la bache sera plus faible. Il y a une jauge d'eau installée à l'intérieur de la station de pompage pour observer le niveau d'eau. Le type de jauge d'eau est le type flottant dépendant du niveau d'eau, la bouée (flotteur) va monter et descendre. Dans la bouée il y a un contacteur électronique qui envoie des signaux à l'unité de contrôle de pompes en cas de faible niveau d'eau et arrête les pompes. La condition de l'installation est favorable.

#### (5) Méthode de Fonctionnement des Pompes

La méthode de fonctionnement des pompes utilise l'opérateur de l'unité de contrôle des pompes, qui est installé dans la station de pompage, et fonctionne sous contrôle suivant une méthode de manœuvre et arrêt. Cependant, il n'est pas obligatoire d'avoir une méthode de fonctionnement sous contrôle si un opérateur capable de suivre les instructions est disponible.

#### (6) Equipements Additionnels

Dans la situation existante, il n'y a pas d'infrastructures pour la radio, la communication, CCTV, la prévention des vols, l'alerte incendie, cependant, l'on constate que cela n'est pas obligatoire.

### 2.4.2.2 Etat Actuel de la Station de Pompage de Drainage

En Juillet 2008, le Gouvernement Sénégalais a construit la station de pompage de drainage la fin du canal de drainage existant juste à l'aval de la zone du Projet pour éviter l'inondation de cette zone du Projet due à l'arrivée d'eaux excédentaires du canal d'irrigation et de la pluie en hivernage. La vanne

de drainage est équipée de deux passes et quatre pompes immergées qui fonctionnent à l'électricité. La vanne de drainage draine l'eau par gravité quand le niveau de l'eau arrivant est supérieur au niveau de l'eau à l'aval, alors qu'elle draine par pompes quand le niveau de l'eau est plus élevé à l'aval qu'à l'amont et le coût total de construction de la station de pompage de drainage est d'environ 700 millions de Korean Won.

### 1) Dimensions et niveau d'eau de la station de pompage de drainage

- Débit pompé:  $Q = 0.55 \text{ m}^3/\text{s} \times 4 \text{ ea}$ , Total  $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$
- Hauteur:  $L = 7.50 \text{ m}$
- Type de pompe: Pompes Submersibles
- Puissance Pompes: 55KV/Pump, 128A

### 2) Condition (état) de la Station

Très bonne du fait que la construction date seulement de 2009.

## 2.4.3 Canaux d'Irrigation et Canaux de Drainage

### 2.4.3.1 Etat Actuel des Canaux d'Irrigation

- Système des canaux d'irrigation: La surface irriguée nette du périmètre de Grande Digue & Tellel est de 2,175 ha avec une longueur totale de canaux de 28.4 km; 4 canaux principaux, 2 canaux latéraux et environ 50 canaux tertiaires d'irrigation comme décrit ci-dessous.
  - Canal principal No. 1 (C1): pour la partie amont de Grande Digue (885 ha) pour une longueur de 7,478 m.
  - Canal principal No. 2 (C2): pour la partie aval de Grande Digue (885 ha) pour une longueur totale de 6,994 m.
  - Canal principal No. 3 (C3): pour la partie aval de Tellel (1,290 ha) pour une longueur totale de 7,164 m.
  - Canal principal No. 4 (C4): pour la partie amont de Tellel (1,290 ha) pour une longueur totale de 6,764 m.
  - Canaux latéraux d'irrigation (C4.1, C4.2): deux latéraux partant du principal No.4 ; No.1 (longueur 0.7 km) et No. 2 (longueur 1.1 km).
  - Canaux tertiaires d'irrigation: il y a environ 50 canaux tertiaires qui fournissent l'eau directement des canaux principaux ou latéraux aux parcelles.
- Profils en long des canaux d'irrigation: tous les principaux et latéraux ont la même cote au plafond de EL +0.45m. La cote cavalier est de EL +2.70 m, le niveau plan d'eau envisagé est EL +2.20m. C'est pourquoi, il n'y a pas de pente longitudinale des canaux.
- Profil en travers des canaux d'irrigation: tous les canaux sont en terre avec une section trapézoïdale. Les tirants d'eau de tous les principaux et latéraux sont de 1.75 m, et les tirants d'eau sont dans la plage 0.45 ~ 0.55 m en fonction des dimensions du canal, la revanche pour les tertiaires d'irrigation est de 0.4 m. Les talus des canaux sont 1:1.5, avec des risbermes de 1 m à la limite entre le terrain naturel et le cavalier. Aussi, une risberme de 1 m

à l'élévation appropriée en fonction des pentes.

### 2.4.3.2 Etat Actuel des Canaux de Drainage

- Système des canaux de drainage: pour drainer Grande Digue & Tellel (2,175 ha), environ 20 km de canaux de drainage sont fournis; 3 drains principaux, 3 drains latéraux et des drains tertiaires sont décrits ci-dessous.
  - Canal de drainage Kassack existant: Passe par la partie Est de Grande Digue et de Tellel et livre l'eau à la station de pompage. Tous les drains principaux du projet drainent vers le Drain Kassack existant.
  - Drain Principal No. 1 : Drainage de la partie Grande Digue sur une longueur d'environ 2.5 km. Délivre l'eau au Drain Kassack existant qui va à la station de pompage.
  - Drain Principal No. 2: Drainage de la partie Est de Tellel sur une longueur d'environ 1.4 km. Délivre l'eau au Drain Kassack existant qui va à la station de pompage.
  - Drain Principal No. 3: Drainage de la partie Ouest de Tellel sur une longueur d'environ 4.7 km. Délivre l'eau au Drain Kassack existant qui va à la station de pompage.

### 2.4.3.3 Etat Actuel des Ouvrages sur Canaux

- Ouvrages de répartition: les canaux principaux d'irrigation No. 1 ~ No. 4 ont 47 ouvrages de répartition. Il n'y a aucune structure exceptés un tuyau à l'entrée de l'ouvrage, et une structure en béton à la sortie avec deux ou trois vannes pour contrôler le niveau d'eau dans les canaux tertiaires. Là d'où partent deux canaux ou plus, des ouvrages de répartition en béton sont fournis. La plupart des ouvrages de répartition sont détériorés.
- Dalot d'irrigation (siphon inversé):
  - Dalot d'irrigation pour passage piste (siphon inversé): 12 dalots, 1 siphon inversé, toutes les conduites.
  - Dalot d'irrigation pour passer un drain: béton armé : 15
- Aqueduc: un aqueduc à l'endroit où le canal principal d'irrigation No. 1 franchit le drain Kassack existant, et un siphon de drainage au niveau du Drain Kassack.
- Dalot de drainage: total 119, structure en béton ou tuyau, 15 sur les principaux de drainage et 15 sur les latéraux de drainage et 89 sur les tertiaires de drainage. Dalot rectangulaire en béton sur les principaux, et dalot avec conduite sur les latéraux et les tertiaires.

### 2.4.4 Pistes

La station de pompage est située à environ 7km de la route nationale, la connection étant faite avec une piste latéritée qui passé devant la station de pompage, avec un accès toute l'année, même pendant la saison des pluies. La station de pompage de drainage a été construite en 2007, elle est en bon état, et comme elle est située près de la route nationale, l'accès est très facile. C'est pourquoi, la localisation du projet est très bonne pour sa réalisation

Les pistes à l'intérieur du projet ne sont pas revêtues mais le réseau est bien organisé le long des

canaux principaux d'irrigation et des canaux principaux de drainage. Les terres hautes (au dessus de EL. +1.50m) ou les terres basses (en dessous de EL. -0.60m) sont exclues de la zone à aménager mais les terres hautes peuvent être utilisées par les paysans comme endroits pour se reposer, ou pour d'autres besoins agricoles dans le future, et peuvent également fournir de la bonne terre après décapage du sol de surface et ainsi réduire les coûts de construction. Pendant que les terres basses peuvent être utilisées comme zones de stockage d'urgence d'eaux d'irrigation et de stockage d'eaux de pluie pour réduire les dégâts dus à l'inondation.

Considérant la situation ci-dessus, le projet a un avantage de situation géographique et est très faisable du point de vue des conditions de réalisation.

### 2.4.5 Problèmes et Solutions

- Revue du débit unitaire requis (débit d'équipement):

Le débit unitaire requis dans cette étude est 2.2  $\ell/s/ha$ , qui est tout-à-fait plus faible que  $q=3.5 \ell/s/ha$  d'autres projets SAED proches de la zone (Lampsar, Mboundoum, et Debi-Tiguet ). C'est pourquoi, le débit unitaire requis va être revu.

- Construction d'une nouvelle station de pompage

La capacité de la station de pompage existante est de  $1.5 m^3/s * 4 ca = 6.0 m^3/s$ , ce qui n'est pas suffisant pour satisfaire la demande totale de  $11.55 m^3/s$ . Les  $5.55 m^3/s$  manquants seront fournis par la nouvelle station de pompage à côté de celle qui existe.

- Réhabilitation de la station de pompage existante

Les équipements de la station de pompage existante réhabilitée en 2009, et un bâtiment de la station vieux de 30 ans ou plus sont en bon état. Cependant, certaines parties telles que des portions de béton dans les parties supérieures côté aspiration (rainures pour batardeaux, grilles) et des portions de béton côté refoulement ont besoin de réhabilitation. Aussi, le niveau d'eau dans le bassin de dissipation devrait monter, donc, la reconstruction est nécessaire. Le bassin de dissipation existant sera consolidé avec celui de la nouvelle station. La grue qui ne fonctionne pas sera remplacée et servira aux deux stations.

- Revue du profil en long des canaux

Les canaux principaux d'irrigation existants n'ont pas de pente longitudinale, avec la même cote plafond de EL 0.45 m au début et à la fin du canal. Cela peut causer des problèmes dans l'opération et la maintenance des canaux dans le futur. C'est pourquoi, une revue globale des profils en long de tous les canaux et plans d'eau est requise pour préparer un nouveau plan longitudinal.

- Revêtement en latérite des pistes principales

Le réseau de pistes est bien tracé, mais l'absence de revêtement cause des difficultés de circulation pendant la saison des pluies. C'est pourquoi, les pistes longeant les canaux principaux d'irrigation et de drainage seront revêtues en latérite.

- Nouvelle conception d'ouvrages relatifs à l'irrigation et au drainage

Les ouvrages de repartition et d'autres ouvrages en relation avec les canaux et les pistes seront ré étudiés en considérant l'état de détérioration, ou le changement de dimensions et/ou position.

- Nouvelle installation de vannes pour ouvrages de répartition.

A présent, une vanne à niveau constant installée au début du canal principal ne fonctionne pas parce qu'étant détériorée. La vanne existante sera enlevée, et une nouvelle vanne de contrôle fonctionnant comme pont et contrôle du niveau d'eau sera installé à l'ouvrage de répartition No. 2 du canal principal, situé à 170 m à l'aval. Aussi, le même type de vanne de contrôle sera le où est l'ouvrage de répartition No. 4.

- Equipements pour le lavage et l'abreuvement du bétail dans les canaux principaux d'irrigation

Plusieurs canaux principaux ont été endommagés par les lavages et les bains de personnes, et l'abreuvement du bétail dans les canaux. Aussi une grande profondeur de l'eau peut causer des accidents. C'est pourquoi, des installations pour le lavage et le bain, et l'accès des animaux aux canaux en toute sécurité seront fournies.

---

## Chapitre 3

## Le Projet

---

### **3. LE PROJET**

#### **3.1 Etude du Terrain**

##### **3.1.1 Collection de Données et Investigations sur le Terrain**

Chaque specialist a contacté l'organisation appropriée pour la collecte de données en vue de l'Etude de Faisabilité. En particulier, pour la collecte de données relatives au projet, ils ont surtout visité le Centre de Documentation de la SAED à NDIAYE, la Délégation de Dagana de la SAED, et d'autres organisations en relation avec le projet.

Pour comprendre les conditions du projet, chaque specialist PMC a visité le site du projet et a étudié la condition des structures existantes et la situation actuelle du site, pour une étude de faisabilité du projet Grande Digue-Tellél. Ils ont aussi visité des sites de projets similaires pour recueillir des données en vue de la conception.

Dans le but d'étudier des projets précédents, le Rapport sur l'Exécution du Projet Grande Digue-Tellél, fait en 1976 par SCET International, Consultant, France, et d'autres rapports de projets d'irrigation similaires tels que Débit Tiguet et Boundoum ont été collectés et analysés pour l'étude de faisabilité.

Le levé topographique, la géotechnique, la pédologie, l'étude hydrologique, et l'étude agricole et agro économique ont été faits à travers des contrats avec des compagnies locales spécialisées.

##### **3.1.2 Levé Topographique**

###### **1) Envergure de l'Etude Topographique**

L'envergure (la surface totale concernée) de l'étude topographique pour l'étude de faisabilité et l'APS du Projet Grande Digue-Tellél est d'environ 4,000 ha; la surface irriguée existante de 2,500 ha, une nouvelle surface aménagée de 500 ha, et une surface non aménagée de 1,000 ha. En réalité, le levé topographique a été fait sur 4,219 ha; surface existante: 2,389 ha, nouvelle surface à aménager : 901 ha, surface non aménagée : 929 ha.

###### **2) Résultats de l'Etude Topographique**

- Liste des Repères: 5 copies
- Levé Topographique du Terrain sur 4,219 ha (Echelle 1/2,000, 1/10,000, 1/25,000): 5 copies
- Carte du réseau d'irrigation et de drainage: 5 copies
- Carte de profils en long et des profils en travers des canaux d'irrigation et de ceux de drainage: 5 copies
- Levé topographique détaillé de la zone autour de la station de pompage(y compris la nouvelle station de pompage, 2 ha): 5 copies
- Situation et état actuel des structures existantes (Voir l' ANNEXE 4): 5 copies
- Album Photo, vidéo et carte topographique CD: 1jeu

###### **3) Résultats de l'Etude Topographique**

Le levé topographique a confirmé que les nouvelles terres dans la zone de Grande Digue-Tellel sont au dessus des 500 ha demandés par la SAED et se chiffrent à 901 ha, avec une augmentation nette de 401 ha (Voir Tableau 3). D'après la requête de la SAED et des Représentants des Agriculteurs, certaines surfaces sélectionnées pour l'extension seront incluses, venant des surfaces où l'aménagement n'était pas envisagé (929 ha). Deux réunions ont été tenues pour les changements liés à la surface à aménager entre les Représentants des GIE, la SAED et le PMC pendant les travaux de levé.

Tableau 3: Changements apportés à la Surface à aménager après le Levé Topographique

		Surface Envisagée	Surface après Levé	Augmentation ou baisse	Surf. Demandée par les paysans, la SAED	Remarques
Existant	Soustotal	2,500 ha	2,389 ha	- 111 ha	2,389 ha	
	Grande Digue		944 ha			
	Tellel		1,445 ha			
Nouvellement ajouté	Soustotal	500 ha	901 ha	401 ha	901 ha	
	Grande Digue		530 ha			
	Tellel		371 ha			
Pas d'aménagement	Soustotal		929 ha	929 ha	44 ha	
	Arbustes		44 ha	44 ha	44 ha	
	Zones basses		71 ha	71 ha		
	Zones hautes		814 ha	814 ha		
Total		3,000 ha	4,219 ha	1,219 ha	3,334 ha	

### 3.1.3 ANALYSE GEOTECHNIQUE

#### 3.1.3.1 Tests sur le Terrain

##### 1) Forage

Aussitôt que les matériaux durs/graveleux de la surface et le substratum ont été atteints comme indiqué par les valeurs-N du refus, la poursuite du forage du puits a été faite par la méthode rotary. Cette méthode consiste à faire tourner mécaniquement un bout diamant/ tungsten attaché au bout inférieur d'un double tube, en exerçant de la pression au même moment. Le tube central est attaché au bout des barres. Un trou annulaire a été foré dans la roche. Pour ce projet des tubes de dimensions NX produisant des trous de diamètre 5.41 cm ont été utilisés. Les intervalles ont été de 1.50 mètres. La machine foreuse est du type rotary APAFOR No.330. Pendant le forage, des échantillons de sol sont prélevés pour des analyses au laboratoire. Les points de sondage sont positionnés comme suit sur le site:



## 2) Test Standard de Pénétration (SPT)

Dans un matériau non consolidé le sondage a été fait par le test de pénétration standard (SPT). Le test de pénétration standard (SPT) est fait chaque 1.50 mètres de profondeur mesurée à partir de la surface du sol. Initialement un tube NW a été introduit dans le sol en utilisant un marteau de 63.5 kg. jusqu'à une profondeur de 0.50 m. La section du tube qui a été introduit dans le sol a été nettoyée jusqu'au fond par lavage. Le terme "lavage" se réfère au processus dans lequel un trou avance en brisant le sol ou la roche en petits fragments à sortir du trou. Les instruments sont introduits jusqu'au fond du trou déjà foré, et de l'eau sous pression est introduite au fond du trou en passant par des canaux dans l'outil de forage. Au même moment, le bout est soulevé et abaissé à l'aide de la corde attachée au dispositif de levage. Le processus continue jusqu'à ce que la profondeur pour des échantillons SPT soit atteinte.

Le test standard de pénétration (SPT) a été utilisé pour extraire des échantillons relativement bien distribués du trou à des intervalles n'excédant pas 1.50 mètres. Ceci a été fait avec un échantillonneur standard dont les spécifications sont les suivantes:

Diamètre Extérieur	: 5.4 cm
Diamètre Intérieur	: 3.5 cm
Longueur	: 61.0 cm

Cet échantillonneur est attaché au bout d'une série de barres et est introduit dans le sol par les coups d'un marteau de 63.50 kg. Le marteau est abaissé de manière répétée d'une hauteur de 76.2 cm. Dans une enclume spéciale jusqu'à ce que les 45.0 cm. de pénétration requis soient atteints. L'échantillon est initialement poussé sur une distance de 15.0 cm. pour le poser sur un sol non perturbé et le décompte des coups est également enregistré (sauf si le poids de l'assemblage fait noyer l'échantillonneur, de sorte qu'aucun N ne puisse être compté). Le décompte des coups pour chacune des deux prochaines tranches de 15-cm est résumé et utilisé comme nombre N de pénétration, sauf si la dernière tranche ne peut pas être complétée soit parce que du rocher a été rencontré, soit parce que le décompte dépasse 50. La méthode décrite ci-dessus est le test standard de pénétration (SPT). Les valeurs N dérivées des sondages apparaissent dans les colonnes appropriées des résultats finaux des sondages donnés dans l'annexe. Les échantillons prélevés ont été identifiés et placés dans des sacs étanches en plastique, avec les inscriptions appropriées. La corrélation des données SPT avec d'autres paramètres du sol a été faite pour l'estimation de la raideur et des densités du sol et constitue une classification complémentaire utile comme indiqué dans les tableaux ci-dessous:

## 3) Trous de Sondage

Les trous de sondage d'essai ont été faits sur deux sites dans la zone de Grande Digue-Tellal dans un but de renseignement pour le matériau de remblai d'emprunt.

Les échantillons prélevés dans ces trous de sondage ont permis la conduite de tests de laboratoire. Les tests de laboratoire sur les échantillons prélevés sont:

- Les caractéristiques dimensionnelles pour déterminer la distribution des particules
- Les limites d'Atterberg pour déterminer la plasticité
- Les caractéristique de compacité par l'essai proctor

- Test de cisaillement et test de perméabilité

#### 4) Test pour déterminer le niveau de la nappe phréatique

Le niveau de la nappe phréatique est mesuré à l'aide de piezomètres. Les niveaux d'eau relevés sont 2.3m pour BH1 et 4.1m pour BH2.

#### 3.1.3.2 Tests de laboratoire

##### 1) Général

Les tests suivants seront exécutés et les résultats seront en conformité avec les Normes Françaises NFP. Les échantillons ont été envoyés pour analyse vers un laboratoire de Saint-Louis pour déterminer les caractéristiques géotechniques. Ce sont des tests d'identification (dimensions des grains, sédimentation, équivalent de sable, limites d'Atterberg, teneurs en eau, poids volumétrique, tests de perméabilité), et des tests mécaniques (tests de cisaillement, tests de compacité). Les résultats des tests sont présents dans l'Annexe et les procédures sont brièvement décrites ci-dessous:

##### 2) Analyse du résultat des tests de Laboratoire

###### (1) Résultats des tests de laboratoire utilisant des échantillons SPT

Les échantillons de sol collectés pour le SPT sont soumis aux tests de laboratoire et tous les résultats obtenus sont dans le tableau ci-dessous et les résultats sont inclus dans l'annexe des tests de laboratoire:

###### (2) Résultats des tests de laboratoire utilisant des échantillons issus de trous de sondage

Des échantillons de sol remanié collectés dans des trous de sondage sont soumis aux tests de laboratoire. L'essai proctor est effectué pour déterminer le futur compactage. Des échantillons sont collectés pour les essais de cisaillement et les essais de perméabilité.

Tous les résultats obtenus sont ci-après dans le tableau, les détails sont inclus dans l'annexe tests de laboratoire:

Tableau 3.2 Résultats des tests de laboratoire pour les trous de sondage

Trou sond. No.	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Granulométrie % pour éléments de moins de (mm)		Limites d'Atterberg		Poids spéc. Apparent sec du sol ( $\gamma_d$ ) et densité du sol ( $\gamma_s$ ) ( $\text{kN/m}^3$ )		Test de cisaillement		Coeff. de perméab.
			2.00	0.08	$W_L$ (%)	PI	$\gamma_d$ (*)	$\gamma_s$	c(kPa)	$\phi(^{\circ})$	
TP1	0.30 ~ 1.50	11.95	98.5	85.0	30	16	18.24	27.10	11	29	$2.95 \times 10^{-7}$
TP2	0.40 ~ 1.50	12.85	100.0	52.0	21	8	16.24	26.57	0	32	$6.19 \times 10^{-7}$

(\*)=95% du maximum du poids spéc. appareny sec du proctor. Le graphe du proctor est en annexe.

### 3.1.3.3 Conditions du sol

Deux sondages ont été faits pour comprendre la condition générale du sous sol sur le site du projet pour l'étude des fondations de la station de pompage proposée. Le forage a été fait dans le depot alluvial du marigot. Ces trous de sondage sont allés jusqu'à une profondeur de 15.0 m.

Les niveau où la surface de la nappe a été atteinte est de 2.3m pour BH1 et 4.1m pour BH2.

Les couches rencontrées et leurs caractéristiques trouvées à la suite des investigations font l'objet d'une brève discussion comme dans ce qui suit.

#### 1) Site BH 1

Le sous sol est constitué principalement de sable, et l'argile est située partiellement entre 0.7m et 2.5m de la couche supérieure. La couche de sable, comme matière importante, est composée de sable limoneux et argileux avec des valeurs SPT N de 0 à 8 coups, ce qui indique un dépôt de sol léger. La distribution de la couche d'argile est située entre 0.7 et 2.5m de profondeur et les valeurs SPT N sont de 3 coups, ce qui indique un dépôt de sol tendre.

#### 2) Site BH 2

Le sous sol est composé de couche d'argile et de sable. La couche d'argile va de la surface à une profondeur de 9.5m. les valeurs SPT N varient de 0 à 3 coups sur une profondeur allant de 4.0 à 8.5m, ce qui indique un dépôt de sol tendre. Alors que les valeurs SPT N à d'autres profondeurs correspondent à 8 coups, ce qui indique un dépôt de sol rigide. Le coquillage est rencontré à une profondeur située entre 7.5 et 9.5m.

La couche de sable se situe entre 9.5m et 15.0m de profondeur. Les valeurs SPT N varient de 8 à 11 coups, ce qui indique un dépôt de sol entre léger et moyen.

### 3.1.4 Etude du Sol

L'étude et l'analyse du sol ont été faites pour toute la surface du projet ( 3,334ha) et une carte des sols va être préparée. La carte indiquera la texture du sol pour les 3,334ha, l'échelle étant 1/10,000, avec une indication de l'aptitude des sols à l'irrigation. Un rapport sur l'étude des sols décrivant différents types de sols et leurs aptitudes agronomiques sera produit

La densité de l'échantillonnage est d'un échantillon tous les 10ha pour la surface totale de 3,334ha et les coordonnées des points d'échantillonnage seront indiquées sur le système d'axes XY. Le test du sol en laboratoire sera inclus : salinité (EC), Acidité (pH), distribution des dimensions de particules (texture), Fertilité (carbon, N, matière organique), perméabilité, humidité du sol, bases échangeables (Ca, Mg, K, Na, CEC),  $P_2O_5$  disponible, et test de la qualité de l'eau du Lampar.

D'après les résultats des analyses de laboratoire, les textures fines se retrouvent dans environ 50% de la surface du projet. La série Hollalde consiste en de l'argile ou de l'argile limoneuse, et la série Faux Hollalde consiste en de l'argile limoneuse selon les classes de texture de sol USDA. La série Fonde consiste en du limon. Généralement, les sols de surface (0~10cm) contiennent moins d'argile que le

sous sol (10~20 cm). La texture des sols est un facteur essentiel dans le développement de la terre agricole. En effet, la texture affecte la richesse du régime d'eau et la variété des processus chimiques des réactions et fixation de minéraux absorbants. Les textures fines donnent une faible perméabilité de la terre et créent une demande d'eau. En plus, les sols à texture fine sont généralement plus riches en matière organique que les textures intermédiaires (limon) qui satisfont mieux les besoins en eau des plantes. La texture du sol affecte également les opérations agricoles à effectuer pour le travail du sol, du point de vue de la consistance et de la dureté.

Dans les champs de riz irrigué, pour la réduction des pertes d'eau, la perméabilité doit être faible. La perméabilité des sols sera influencée par la taille des pores, la texture des sols, la structure des sols, et la matière organique. Les sols de la zone du projet sont très lents ou lents. Mais les sols Fonde sont d'une perméabilité intermédiaire ou rapide. Les séries Hollalde et Faux Hollalde sont des sols à texture fine et beaucoup d'argile gonflante, ce qui ne favorise pas la perméabilité et rend difficile le drainage.

Les pH du sol de la zone du projet montrent qu'il s'agit de sols légèrement acides ou légèrement alcalins. Ils sont bons pour la culture du riz. Sur les sols acides, l'agriculture n'est pas favorisée. Cependant, ils sont moins exigeants que la salinité. Le pH optimum des cultures est la valeur 6. Par exemple, la tolérance du riz vis-à-vis de l'acidité est pour des pH entre 4.5 et 7.0.

La plupart des terres irriguées d'Afrique montrent une même tendance pour les pH. Mais la production de riz décroît pour des pH de 7.5 à 8.0. Les sols salés sont ceux dont le pH est supérieur à 8.5, et la conductivité électrique est supérieure à 4 dS/m. Les sols de la zone du projet ne sont pas des sols salés tels que définis par les critères de classification des sols salins.

Les sels s'accumulent dans certains sols de surface des régions arides et semi arides parce que la pluviométrie est insuffisante pour les lessiver des couches supérieures du sol. Les sels sont principalement des chlorures et des sulfates de calcium, de magnésium, de sodium, et de potassium. Les sources de ces sels sont l'altération de roches et minéraux, la pluie, la nappe phréatique, et l'eau d'irrigation. Une fois déposés ou lâchés dans le sol, les sels remontent à la surface à cause des remontées d'eau, qui s'évaporent, laissant les sels derrière. La série Fonde est faible en EC, ce qui est négligeable pour les rendements. Cependant, les séries Hollalde et Faux Hollalde ont une EC entre 1.3 et 1.5 dS/m ce qui provoque une baisse de rendement pour les cultures sensibles au sel. Le seuil de tolérance à l'EC pour le riz irrigué est 4 dS/m.

Les sols de la zone du projet ont une faible teneur en matière organique, moins de 1% dans le sol. Cela est semblable au cas des autres zones dans la zone du Gorom Aval, la zone de Kassack-Nord et la zone de Boundoum. À côté des deux aspects de conditions sèches et chaudes, il n'y a presque pas de végétation dans la zone sauf en saison des pluies. En plus, l'érosion éolienne est très sérieuse pendant la période d'harmattan.

Les sols tropicaux qui ont atteint un degré avancé de développement semblent avoir le plus haut degré de probabilité de déficience en phosphore. La nature de la roche mère, le pH, la présence de composés fixants tels que sesquioxides et la réserve de matière organique sont des facteurs essentiels dans les ressources en phosphore des sols. Dans la vaste zone des sols sahéliens, la teneur en matière organique est faible, de même que la teneur en phosphore. Les améliorations de rendement dus à l'utilisation d'engrais azotés et d'amendements organiques requièrent également du phosphore. La teneur optimum en phosphate disponible des sols est dans la plage 100-150 ppm. Cependant, le

phosphate disponible des sols Hollalde et Faux Hollalde est dans la plage 1~6 ppm, et pour le sol Fonde, c'est 19..3ppm.

La matière organique encourage la croissance et l'enracinement des plantes, causant ainsi une plus grande mobilité du phosphore. Dans la zone du projet, la quantité de phosphates disponible est très faible, avec un faible contenu de matière organique. La perte de matière organique dans les horizons proches de la surface des sols provoque une perte de phosphate, d'engrais appliqué dans les sols rizicoles, la plage de 70-75 % du phosphore appliqué fixé dans le sol. Les cultures absorbent environ 25-30 % du phosphore appliqué.

La capacité d'échange de cations est la somme des cations échangeables qu'un sol peut absorber. La capacité d'échange de cations dans les sols du projet est très élevée dans les sols Hollalde et Faux Hollalde avec 20-29 cmol/kg, mais pour les sols Fonde, la capacité d'échange de cations est de 15cmol/kg. La capacité d'échange de cations dépend de la teneur en argile, du type de minéraux argileux, et de la quantité de matière organique. Dans la zone du projet, la capacité d'échange de cations est très élevée à cause de beaucoup de minéraux argileux montmorillonite.

C'est un avantage que les rendements rizicoles dans les sols argileux montmorillonite soient généralement plus élevés que dans les sols argileux kaolinite. Un autre avantage est que le montmorillonite est un type d'argile dont le gonflement permet la diminution de la perméabilité verticale dans les sols saturés. Ceci s'applique non seulement aux sols argileux lourds de texture fine, mais aussi aux sols limoneux de texture moyenne, que l'on trouve dans la zone du projet.

### 3.1.5 Inspection de la Sécurité des Installations de Pompage Existantes

#### 3.1.5.1 Etude de la Durabilité et Analyse

Du fait de l'âge des infrastructures, des tests ont été faits sur le terrain pour étudier l'état de ces infrastructures et leur degré de sécurité. Le diagnostic a été fait comme suit.

D'abord les ouvrages en béton et le bâtiment central ont été examinés.

Ensuite, non seulement l'âge est pris en compte, mais également l'histoire de la structure et son environnement pour prédire le processus de vieillissement et le futur de l'ouvrage.

Tableau 3.3: Inspection de la Durabilité

Test effectué	Méthode de Test	Contenu	Equipement Utilisé	Point d'Inspection
Test Résistance Béton	Méthode Resistance Dureté	Mesure de Force sur Surface Béton	Marteau de Schmidt (type NR)	•Bâche d'aspiration •Déversoir •Bassin de dissipation •bâtiment station de pompage
Mesure Fissure Béton	Mesure Fissure	Mesure longueur et largeur fissure	Verre Fissure, échelle corde	•la principale fissure
Test de Carbonation	Test Chimique	Processus de carbonation béton	phenolphthalein (1%)	•Bâche d'aspiration •Bassin de dissipation

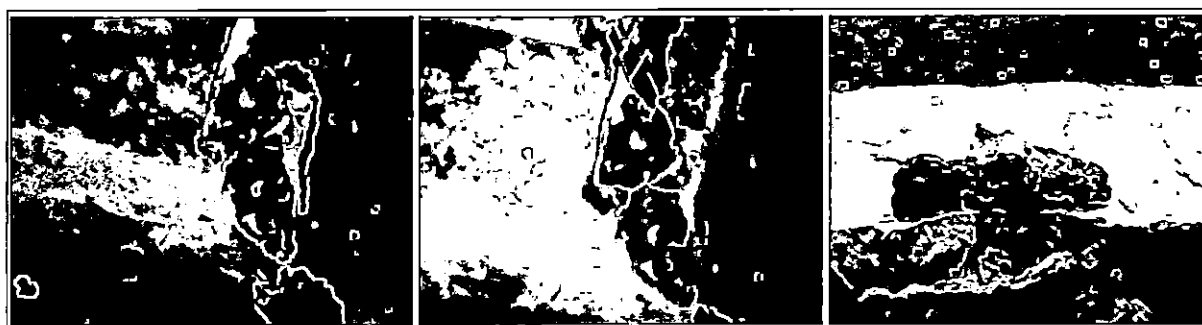
Les tests ont étudié des caractéristiques physiques du béton, l'état des aciers. Des examens détaillés, y compris visuels ont été faits et ont permis de faire une évaluation complète de l'état des ouvrages.



Mesure de résistance du point de vue de la dureté



Vue de la Détection d'une Armature au cours de l'Investigation



Investigations Carbonation

### 3.1.5.2 Résultats de l'Evaluation

L'information suivante a été donnée par l'évaluation de la partie extérieure et de la partie intérieure (évaluation du béton) de la station de pompage:

- i) Le bâtiment de la station de pompage est globalement en bon état, mais les parties fissures de la façade aussi bien que que les parties fissurées des ouvrages annexes ont besoin de réparations telles que la résine epoxy, conformément à la réglementation en vigueur

concernant les bâtiments.

- ii) La condition du béton du coté de l'aspiration ne présente pas de dégâts dans la partie inférieure, mais le béton dans la partie supérieure est endommagé, exposant les armatures et a besoin de réparations conformément à la réglementation.
- iii) Le béton coté refoulement est très endommagé, et sa surface est écorchée. La condition de cette partie est sévère et il y a un grand besoin de réparation.
- iv) La condition du reste du bâtiment est satisfaisante. La grue intérieure est en bon état, ce qui n'est pas le cas de la grue extérieure. La vanne automatique n'est plus utilisable parce que détériorée, c'est pourquoi l'installation d'équipements nouveaux est nécessaire.

Comme indiqué plus haut, les défauts de la station de pompage devraient être corrigés en procédant aux réparations indiquées pour améliorer et maintenir la durabilité de l'infrastructure, aussi bien que sa faisabilité économique.

### 3.1.6 Etudes de Terrain en Agronomie et Agro-économie

#### 1) Recherche de Données pour l'Agriculture/le Développement Rural.

Dans le but d'étudier et d'analyser la faisabilité politique et économique de ce Projet Sénégalais, les Consultants ont recherché auprès d'organisations nationales et internationales (se référer au Tableau 3.4) des données sur:

- i) Etat de l'économie nationale, de l'agriculture, de la politique agricole;
- ii) Surfaces cultivées et productions;
- iii) Commerce des produits agricoles;
- iv) Politiques pour le commerce des produits agricoles; et
- v) Autres données agronomiques et agro-économiques en relation avec le Projet.

Tableau 3.4: Vue d'ensemble des organisations étudiées pour la faisabilité agronomique

	Institutions et Organisations Etudiées	
	Organisations Gouvernementales	Organisations Privées
Organisations Sénégalaises	Ministère de l'Economie et des Finances Ministère de l'Agriculture Région de Saint Louis Département de Dagana Commune de Ross Béthio SAED	Banques Compagnies de Transport Organisations Internationales d'Aide ONG
Organisations Internationales (Collecte de données)	FAO, WB(BM), IMF(FMI), IFAD	

## 2) Enquêtes sur les Conditions Agronomiques et Agro-économiques dans la Zone du Projet

Dans le but de collecter des données agronomiques et agro-économiques dans la zone du Projet, les Consultants, Agronome et Agro-économiste en association avec la Délégation de Dagana de la SAED, ont mené ensemble des enquêtes sur les Organisations Paysannes et les paysans de la zone du Projet. Il y a sept (7) villages, et 15,947 personnes dans la zone du Projet. Parce que les villageois utilisent le Wolof, le Pullar, et d'autres langues ethniques, du personnel de la Délégation de Dagana de la SAED a participé aux enquêtes sur le terrain. Les détails du contenu des enquêtes sur le terrain sont donnés dans le Tableau.3.5.

Tableau 3.5: Contenu des enquêtes de terrain sur l'économie, l'agriculture, et les données sociales.

	Contenu des Enquêtes de Terrain
Organisations Enquêtées	Collection générale de données: Organisations en relation avec le Projet/Corporations dans les domaines économique, agricole, et social. Collection de données de terrain: Organisations paysannes et paysans dans la zone du Projet: 59 GIE/NV/GTF et paysans.
Contenu de l'Enquête	Sénégal, et la condition et la situation en socio-economie et agriculture dans la zone du Projet Données socio-economiques et agricoles et politique de développement, objectifs du Sénégal. Condition et situation de l'économie, du social, de la population, des ménages et autres données dans la zone du Projet. Cultures et conditions de production de la zone du Projet et prix de la production et coûts de production. Conditions de vente et réglementation fiscale Données pour le calcul des bénéfices du Projet : rendements, prix, revenus bruts, production coûts, et revenus nets Données pour l'estimation des coûts du Projet
Méthode d'Enquête	Interview avec les représentants de GIE et paysans avec des fiches d'enquête préprées. Les détails du contenu des enquêtes sont donnés dans les Annexes 2, et 3. 10 Agronomes/conseillers de la Délégation de Dagana de la SAED ont participé à l'enquête d'après les fiches d'enquête. La liste des enquêteurs est donnée en Annexe 1 L'Agronome et l'Agro-économiste ont participé à l'enquête par moments pour faciliter/confirmer la méthode d'enquête.

Figure 3.1: Photo de l'Enquête sur l'Agriculture et l'Agro-économie



Enquête des représentants de GIE

Enquête des GIE de femmes

Enquête sur des Ménages Individuels Paysans



### **3.1.7 Etude Hydrologique**

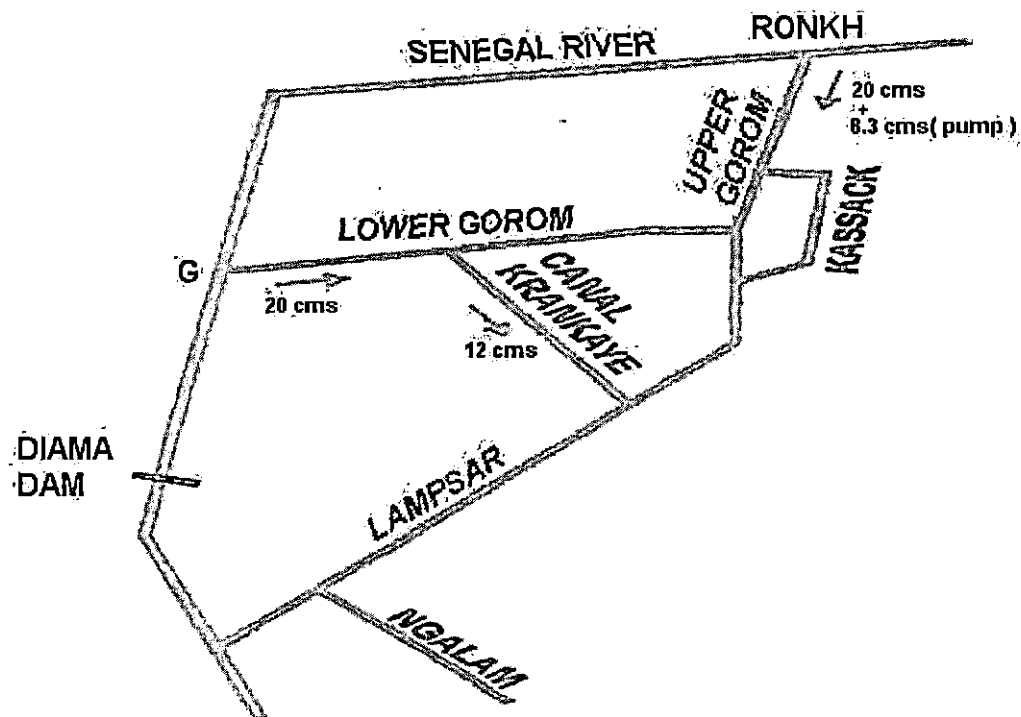
La zone du Projet reçoit de l'eau d'irrigation du marigot Lampsar grâce à une station de pompage. Mais à cause du caractère limité des données hydrologiques disponibles pour la conception de la station de pompage, données telles que des informations sur les niveaux d'eau, données sur les débits, et données sur le profil en travers du marigot Lampsar au niveau de la station de pompage. C'est pourquoi, une étude hydrologique pour avoir des données sur les niveaux d'eau, les débits, et le profil en travers du Lampsar au niveau de la station de pompage a été faite. D'autres données hydrologiques concernant également le marigot Lampsar ont été collectées.

- Profondeurs d'eau et section en travers du marigot Lampsar au niveau de la station de pompage: 3 endroits
- Profil en long et en travers du chenal d'amenée
- Mesure de niveau d'eau du marigot Lampsar pendant un mois au niveau de la station de pompage.
- Collection d'autres données hydrologiques.

## **3.2 Revue de la Fourniture d'Eau d'Irrigation**

### **3.2.1 Revue de la Capacité du Marigot Lampsar à Fournir l'Eau d'Irrigation**

La zone du Projet est irriguée à partir du marigot Lampsar qui est un défluent du fleuve Sénégal. Avant la construction du barrage de Diama dans l'estuaire du Fleuve Sénégal, il était nécessaire de pomper de l'eau à partir du Fleuve Sénégal parce que le niveau d'eau dans ce fleuve était bas en saison sèche. Mais, après la construction du barrage, l'eau du Fleuve Sénégal peut être fournie à partir de l'ouvrage G et de l'ouvrage de Ronq au marigot Lampsar, via le Gorom Amont et le Gorom Aval parce que le niveau d'eau du Fleuve Sénégal peut être maintenu constant par le barrage de Diama maintenant. Ainsi, les équipements de pompage sont utilisés comme auxiliaires.

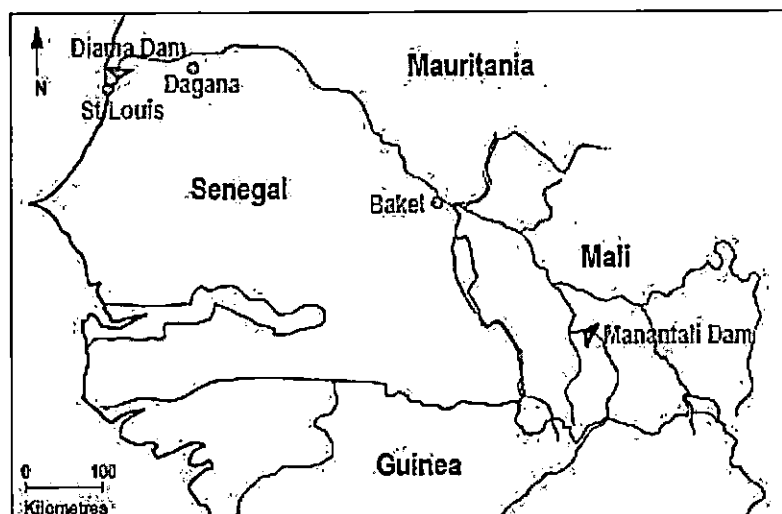


**Figure 3.2 WATER SUPPLY SYSTEM**

La construction du barrage de Diama s'est achevée en 1986, à environ 25km au nord de Saint Louis, région de delta du Fleuve Sénégal, et il a été construit pour fournir de l'eau d'irrigation dans la partie aval de Fleuve Sénégal et pour arrêter l'intrusion d'eau salée. Avant sa construction, l'eau sale remontait jusqu'à environ 200km vers l'amont du Fleuve Sénégal.

Le barrage de Diama semble être une des structures hydrauliques pour une fourniture stable d'eau vers l'aval du Fleuve Sénégal, avec le barrage de Manantali construit sur le Bafing qui est un affluent amont du Fleuve Sénégal.

Le barrage de Manantali fournit l'énergie hydro électrique, contrôle les crues et assure un débit minimum pour les zones à l'aval. L'OMVS, qui est une organisation commune à quatre pays que sont le Sénégal, la Mauritanie, le Mali et la Guinée, gère les barrages de Manantali et Diama.



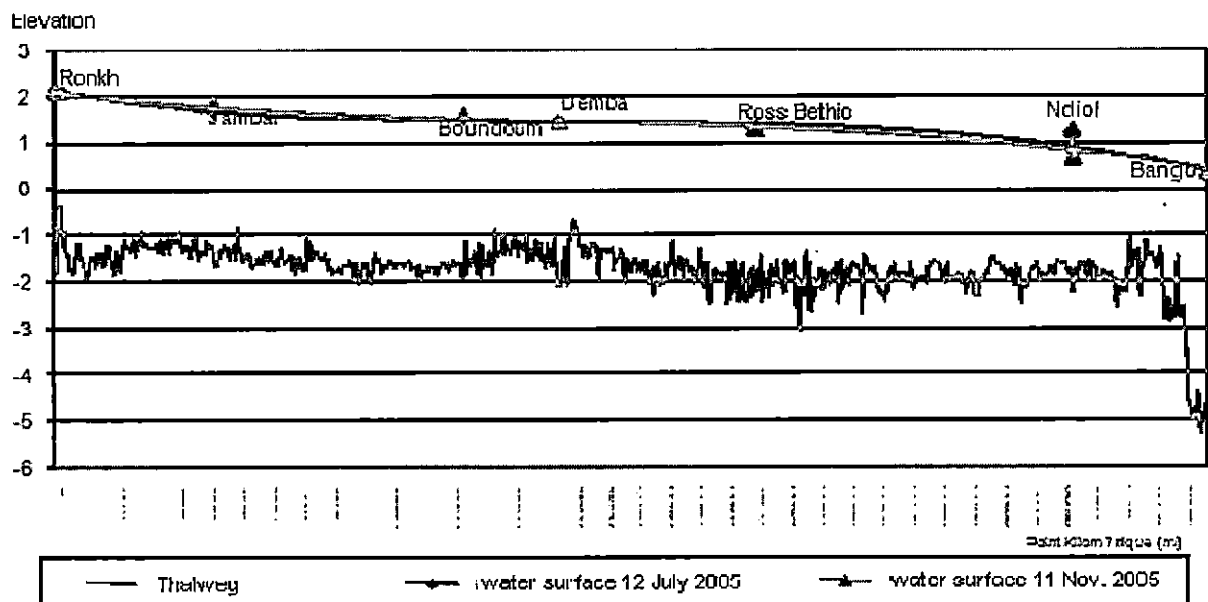
**Figure 3.3 THE SENEGAL RIVER BASIN**

Le marigot Gorom consiste en une partie amont, le Gorom Amont, et une partie aval, le Gorom Aval, situés sur la rive gauche du fleuve Sénégal, à l'amont du barrage de Diama. Le Gorom Aval est connecté à l'ouvrage G dont la capacité est de  $20\text{m}^3/\text{sec}$  en écoulement naturel, et le Gorom Amont est connecté à l'ouvrage de Ronkh dont la capacité est de  $20\text{m}^3/\text{sec}$  en écoulement naturel, et la capacité de pompage (le débit de la station) est de  $8.3\text{m}^3/\text{s}$ . Le marigot Gorom est divisé en deux parties par le barrage de Boundoum environ à  $24\text{km}$  à l'aval de l'ouvrage de Ronkh, puis il coule dans le marigot Lampsar.

La station de pompage de Grande Digue-Tellel est située à environ  $35\text{km}$  le long du marigot Lampsar à partir de Ronkh et fournit l'eau d'irrigation de la zone du projet. Le marigot Lampsar coule vers le sud-ouest dans la zone où est situé le projet et rejoint le fleuve Sénégal à environ  $73\text{km}$  de l'ouvrage de Ronkh.

Le marigot Kassack est connecté au Gorom Amont par un ouvrage, environ  $16\text{km}$  à l'aval de l'ouvrage de Ronkh, et l'eau a été fournie au marigot Kassack quand le besoin s'est fait sentir. Le marigot Kassack rejoint le marigot Lampsar dans la partie nord de la zone de ce projet.

Le niveau d'eau du barrage de Diama est géré à la cote  $1.5\text{m}$  de Juin à Septembre en saison des pluies et à peu près  $2.2\text{m}$  en saison sèche. L'eau peut toujours être fournie en écoulement naturel à partir des ouvrages G et Ronkh parce que les niveaux minimum des fonds de chenaux des marigots Gorom et Lampsar sont de  $(-)2 \sim (-)1\text{m}$  (Figure 3.4).



**Figure 3.4 WATER SURFACE PROFILE**

Cependant, les plantes aquatiques prospèrent dans les marigots et des points hauts se sont formés dans les chenaux. Ainsi, des pertes de charge se produisent dans les chenaux et les débits prévus ne sont pas atteints dans la situation actuelle.

Par exemple, le débit mesuré était de  $13.5 \text{ m}^3/\text{s}$  à l'ouvrage gravitaire de Ronkh,  $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$  au barrage de Boundoum et  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$  (niveau d'eau de  $0.39 \text{ m}$ ) à Ross Bethio quand le niveau d'eau à l'ouvrage Ronkh était de  $2.27 \text{ m}$ , d'après les données limnimétriques du 22 Avril 2009 (se référer au rapport MCA, 2009).

Et pour conclure, si les débits des marigots Gorom et Lampsar ne sont pas améliorés par l'enlèvement des plantes aquatiques, l'amélioration des ouvrages de prise, il est impossible d'obtenir les besoins en eau d'irrigation de  $11.6 \text{ m}^3/\text{s}$  prévus pour cette zone du projet.

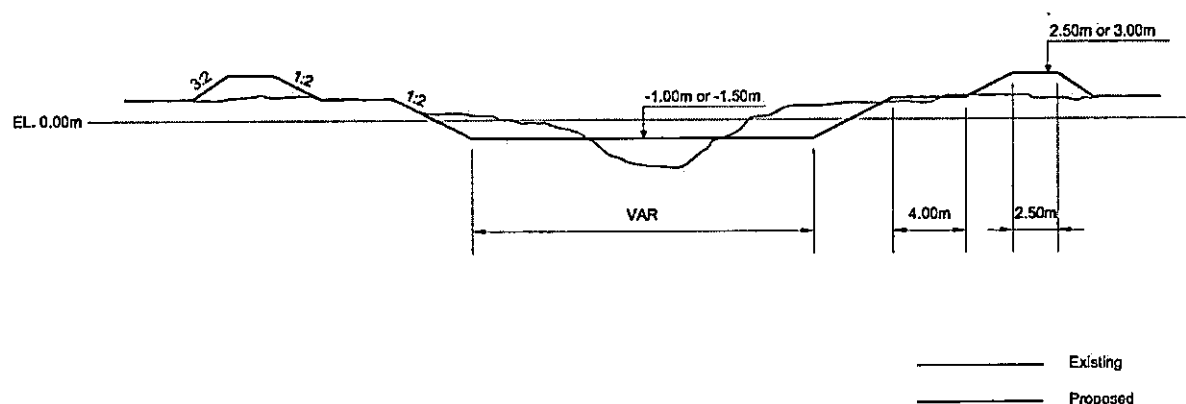
### 3.2.2 Plan pour l'accroissement de la quantité d'eau d'irrigation

D'après le Schéma Hydraulique, 2006 du Bureau d'Etudes Français BCEOM, la zone aménageable du Delta, y compris la zone de ce projet a été estimée à  $33,470 \text{ ha}$ , et les besoins en eau d'irrigation ont été estimés à  $89.8 \text{ m}^3/\text{s}$  au maximum et à  $55.1 \text{ m}^3/\text{s}$  en moyenne.

Pour satisfaire cette demande, la SAED travaille à l'amélioration des infrastructures hydrauliques et au recalibrage des marigots Gorom et Lampsar.

Si le projet MCA (Millennium Challenge Account) financé par les U.S.A dont la mise en oeuvre est prévue pour 2012 et le projet 3PRD financé par la France sont réalisés, la capacité de fourniture d'eau d'irrigation sera substantiellement accrue. Les travaux envisagés comprennent  $50 \text{ km}$  de chenaux à réaliser (MCA  $25 \text{ km}$ , 3PRD  $25 \text{ km}$ ) et l'amélioration de la capacité de l'ouvrage G pour faire passer son débit de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  à  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ , l'amélioration de l'ouvrage de Ronkh de sorte que sa capacité, en

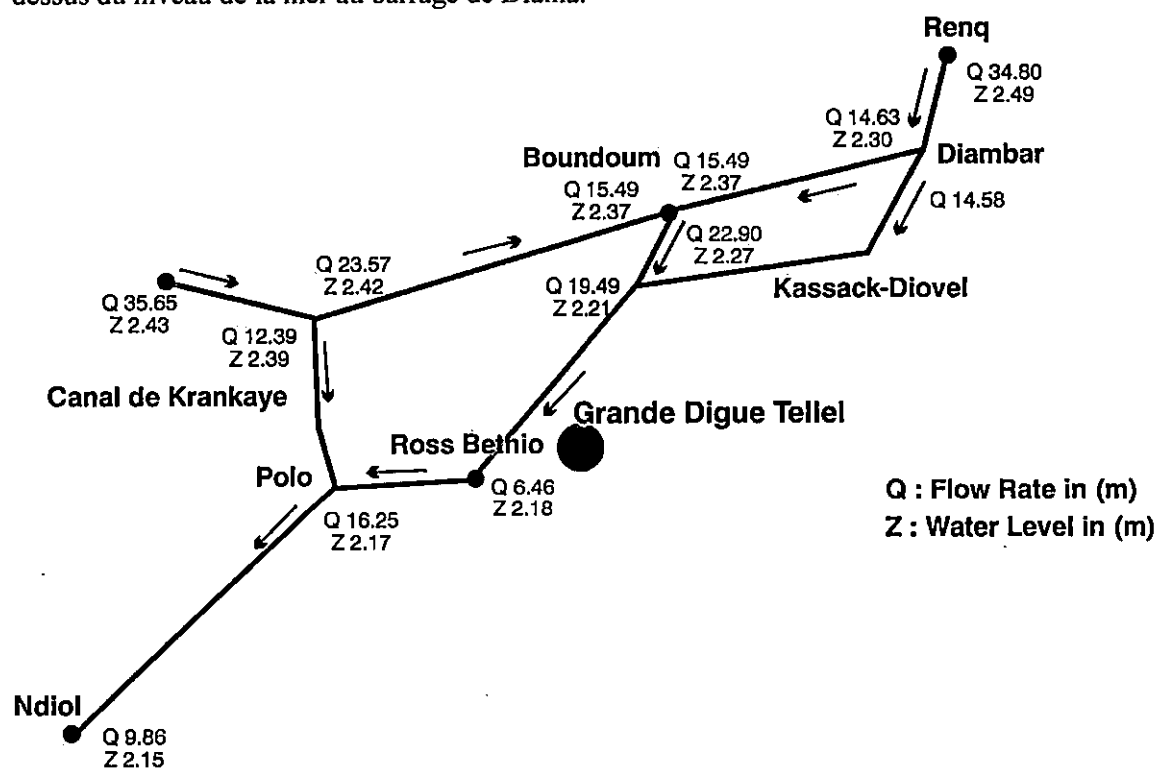
gravitaire et par pompage passe de  $20\text{ m}^3/\text{s}$  à  $30\text{ m}^3/\text{s}$ , et l'amélioration des infrastructures hydrauliques de Boundoum.



**Figure 3.6 Typique de section de la rivière**

Une fois que ces projets sont réalisés, la capacité totale de fourniture d'eau d'irrigation atteindra  $87.5\text{ m}^3/\text{s}$  et satisfera pleinement la demande d'eau d'irrigation de  $11.6\text{ m}^3/\text{s}$  de la zone du projet. Ainsi, une fourniture stable d'eau sera attendue pour la zone du projet.

Il faut noter que toutes les estimations ci-dessus ont été faites sur la base d'un niveau d'eau 2.50m au dessus du niveau de la mer au barrage de Diama.



**Figure 3.6 Schéma hydraulique pour l'approvisionnement futur**

### **3.3 Sélection des Surfaces Nouvelles et Confirmation de la Surface du Projet**

#### **3.3.1 Sélection des Surfaces Nouvelles**

##### **1) Reconnaissance de Terrain et Echange d'Opinions**

Une équipe conjointe de reconnaissance de terrain a été formée entre le PMC, la SAED, et le GIE pour choisir la nouvelle surface de 500ha comme suit;

- Date: 12 Avril , 2010 (Lundi)
- Place: Surfaces nouvelles proposées dans la zone de Grande Digue & Tellel
- Participants: 10 personnes
  - Agriculteurs: Président Union des GIE, Mr. Yoro Diaw Seck (Tel 77 564 5363) et 2 autres (Mr. Ibrahime Seck, Ousseynou Ndiaye)
  - SAED: SAED: 2 agents (Mr. Mamadou Thiam, Mr. Idrissa Diack)
  - PMC: Le Chef Mr. Chung, 1 autre et l'interprète, Mr. Dia (ancien agent SAED)
  - Entreprise de topographie: President, Mr. Adama Coulibaly et 1 autre
- Surface: surfaces nouvelles aménageables de 900 ha à préciser par l'entreprise de topographie
  - Secteur Grande Digue: 3 zones, environ 530 ha
  - Secteur Tellel: environ 370 ha
- Echange d'Opinion: la surface nouvelle proposée est de 500 ha, mais la reconnaissance a été faite pour 7 zones de 900 ha sur demande des GIE. Les discussions suivantes ont eu lieu;
  - Suggestions par les agriculteurs (Président Union GIE): Les GIE ont demandé au PMC d'inclure environ 900 ha de terres nouvelles et la SAED a accepté cette requête.
  - Suggestions par la SAED: la SAED a demandé au PMC de faire faire le levé topographique d'environ 900 ha suggérés par les paysans.
  - Réponse du PM (Opinion du PMC): Le levé Topo sera fait pour toute la surface suggérée par les GIE et la SAED. Après le levé, la surface irrigable existant dans l'aménagement Grande Digue & Tellel sera déterminée en détail et ensuite la surface des extensions sera décidée dans la limite des 3,000 ha au total, incluant la surface de l'aménagement existant. Et le PMC a demandé à l'entreprise de topographie de terminer le levé dans les délais du contrat, tenant compte du chronogramme du projet.

##### **2) Réunion conjointe avec la SAED et les GIE**

Le levé topographique du projet Grande Digue & Tellel étant terminé, une réunion conjointe a été tenue pour décider des nouvelles surfaces à aménager.

- Place: Salle de réunion de la Délégation de Dagana, SAED
- Participants: 15 personnes

- PMC: Le Chef Mr. Chung et 1 autre, interprète; Mr. Dia (ancien agent SAED)
- SAED: Directeur DAIH Mr. Aboubacry SOW et 4 autres
- paysans: Président Union GIE, Mr. Yoro Diaw Seck (Tel 77 564 5363) et 4 autres
- Entreprise de topographie: Président, Mr. Adama Coulibaly et 1 autre
- o Résultats du levé (présenté par le président de l'entreprise de topographie):
  - Secteur Grande Digue existant: 944 ha
  - Secteur Tellel existant: 1,445 ha
  - Extensions Secteur Grande Digue: 530 ha
  - Extensions Secteur Tellel: 371 ha
  - Surfaces proposées pour une extension future: 44 ha
  - Surfaces exclues: 885 ha (Terres hautes; 814 ha, Terres basses; 71 ha)
  - Total: 4,219 ha
- o Résumé de la réunion
  - Suggestions par le Président de l'Union des GIE:

Les GIE ont demandé l'inclusion de la surface existante pour Grande Digue & Tellel de 2,389 ha, de 901 ha nouveaux, et de 44 ha à aménager dans le futur, portant le total à 3,334 ha.

- SAED:

L'objectif d'origine est de 2,500 ha existants, surfaces nouvelles à ajouter: 500 ha, et au total : 3,000 ha. Cependant, la surface existante a baissé, donc, la SAED a demandé au PMC d'accroître les nouvelles surfaces autant que possible.

- PMC:

Le PMC a accepté d'étudier la possibilité de porter la surface totale à 3,334 ha, ce qui correspond à une augmentation d'environ 10% des 3,000 ha envisagés au départ, comme demandé par les GIE et la SAED. Après le levé, le PMC ajustera la surface à aménager dans la limite des 10%.

### 3.3.2 Confirmation de la Surface du Projet

#### 1) Fiche de données sur la surface irriguée:

Sur la base des résultats du levé, la surface irriguée existante est de 2,998 ha en 5,532 parcelles. De nouvelles surfaces à irriguer ont été incluses dans la surface totale à irriguer (Données sur la surface à irriguer, Levé topographique, Voir l'Annexe 2).

#### 2) Surface totale à aménager

La surface totale à aménager qui a été décidée est de 3,600 ha en ajoutant 600 ha aux 3,000 ha demandés au départ par la SAED (Aménagement existant à Grande Digue: 2,500 ha, nouvelles additions: 500 ha) comme indiqué au Tableau 3.6. De nouvelles surfaces irriguées de 302 ha ont été ajoutées à 2,998 ha de l'actuelle surface occupée par les parcelles pour porter la surface irriguée totale à 3,300 ha. Les nouvelles surfaces de 302 ha ont été sélectionnées de 929 ha de surfaces présentement

non aménagées, prenant en considération la possibilité de fourniture d'eau d'irrigation.

Tableau 3.6: Surfaces à aménager

	Existant	Envisagé	Remarques
Surface de toute la zone	4,219 ha	4,219 ha	
Surface à aménager	3,290 ha	3,600 ha	(+310 ha
Surface Irriguée	2,998 ha	3,300 ha	302 ha
- Existante		2,998 ha	5,532 Plots
- Nouvelle		302 ha	Zone arbustes, eau disponible
Surface Infrastructures	292 ha	300 ha	Canaux et pistes, etc.
Surface sans aménagement	929 ha	619 ha	Terres hautes et terres basses

\* Surface irriguée nouvelle de 302 ha disponible avec eau, mais sans réajustement de terre.

3) Surface irriguée par chacun des canaux principaux: En vue de la préparation du calendrier d'irrigation, la surface irriguée par chaque canal principal et chaque ouvrage de répartition a été calculée comme indiqué dans le Tableau 3.5.

4) Surface irriguée par chaque canal principal

Dans le but de préparer le calendrier d'irrigation, la surface irriguée par chaque canal principal et chaque ouvrage de répartition a été calculée comme indiqué dans le Tableau 3.5.

Tableau 3.5: Surface irriguée par chaque canal principal et ouvrage de répartition

	C.P. No. 1	C.P. No. 2	C.P. No. 3	C.P. No. 4	Remarques
Total	975	920	679	726	
Ouv. de rép.No.1	43.62	24.89	75.08	25.65	
Ouv. de rép.No. 2	21.47	54.28	28.50	31.34	
Ouv. de rép.No. 3	24.08	52.47	71.31	85.63	
Ouv. de rép.No. 4	77.97	28.27	83.03	61.62	
Ouv. de rép.No. 5	179.03	147.48	87.80	116.69	
Ouv.de rép.No. 6	177.4	93.5	87.80	100.92	
Ouv. de rép. No. 7	56.18	150.78	63.31	73.75	
Ouv. de rép.No. 8	21.87	66.69	87.79	42.2	
Ouv. de rép.No. 9	115.75	64.31	53.51	95.51	
Ouv.de rép.No. 10	85.77	236.53	41.13	21.44	
Ouv de rép.No. 11	65.22			71.4	
Ouv de rép.No. 12	19.73				
Ouv.de rép.No. 13	69.12				



### 3.4 Débit Unitaire Requis

#### 3.4.1 Caractéristiques de la Méthode Conventionnelle Locale pour la Détermination du Débit Unitaire Requis

Les principales caractéristiques de la méthode conventionnelle locale pour la détermination du débit unitaire requis sont comme suit;

##### 1) Calcul de l'évapotranspiration

Le calcul de l'évapotranspiration est faite en general en utilisant un coefficient d'évapotranspiration , la formule de Blaney & Criddle ou la formule de Penman. Dans la zone du projet, la formule de Penman est utilisée, mais elle n'est pas appliquée é chaque projet. Des valeurs représentatives de l'évapotranspiration par zone géographique des Délégations de la SAED (Dagana, Podor et Matam) sont données et utilisées comme indiqué dans le Tableau 3.8.

Tableau 3.8: Evapotranspiration mensuelle et journalière dans la zone SAED

EPT mensuelle													
Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	remarque
Richard- Toll	174	207	248	272	260	203	229	206	191	181	144	160	
Podor	179	192	253	265	300	300	270	219	189	186	155	173	
Matam	132	145	181	191	239	217	203	175	158	165	133	121	
Evapotranspiration (mm/mois)	180	190	250	260	270	220	200	170	150	180	160	170	
Evapotranspiration (mm/jour)	6.0	6.3	8.3	8.7	9.0	7.3	6.7	5.7	5.0	6.0	5.3	5.7	

##### 2) Les besoins en eau pour le repiquage ne sont pas pris en compte:

La méthode actuelle de culture du riz est le semis direct, donc, aucun besoin en eau pour le repiquage, mais les besoins pour le planage et la mise en boue sont plus élevés que les normes Coréennes.

##### 3) Les heures de fonctionnement de la station de pompage sont prises en considération:

En général, le débit unitaire requis est calculé en choisissant la plus grande des valeurs que sont les besoins pour le planage et la mise en boue, le besoin maximum d'irrigation à la dernière période de repiquage et le besoin maximum d'irrigation pendant la période de croissance au dernier repiquage. Au Sénégal, les besoins d'irrigation pour 1 jour, besoins totaux divisés par le nombre de jours d'irrigation, sont calculés et ensuite ajustés suivant le nombre d'heures de pompage par jour, 10 à 16 heures. Cela est dû au fait que la station de pompage soit la source d'eau.

$$q_1 = (\text{besoins max. en irrig. pour 1 jour} + \text{pertes dans canal}) / 86,400 \times 10,000 / 1,000 \text{ (m}^3/\text{s/ha)}$$

$$q_2 = (\text{besoins en irrig. pour 1 jour} + \text{pertes dans canal}) / 86,400 \times 24 / \text{heures de pompage} \times 10,000 \text{ (l/s/ha)}$$

où,  $q_1$ : par la méthode générale

$q_2$ : par la méthode conventionnelle locale

\* besoins en irrigation pour 1 jour = besoins totaux d'irrigation / nombre de jours

### 3.4.2 Comparaison entre la Méthode Conventionnelle Locale et la Méthode Générale pour le Calcul du Débit Unitaire d'Irrigation Requis

<Hypothèse d'étude>

- Evapotranspiration (Et) maximum pour 1 jour:  $1.2 \times 9.0 \text{ mm} = 10.8 \text{ mm}$  (basé sur la valeur maximum de l'évapotranspiration en Mai)
- Evapotranspiration mensuelle pendant la période de croissance: Voir le Tableau 3
- Infiltration (Pt): base 3 mm par 1 jour (résultat réel de l'enquête dans la zone du projet)
- Gestion de l'eau (M): 100 mm (profondeur submersion)
- Saturation du sol (Dp): 120 mm (profondeur: 40 cm \* porosité 30%)
- Nombre de jours les reprises de planage & la mise en boue (n): 15 ~ 25 jours (pendant 25 jours)
- Pertes dans les canaux: 20% (base: canaux en terre)

#### 1) Méthode conventionnelle locale

(1) Calcul des besoins totaux d'irrigation (Q) pendant la campagne de 90 jours

- Reprises de planage et mise en boue pendant 15 jours ( $q_1$ ): 364 mm
  - Saturation du sol: 120 mm
  - Profondeur de submersion: 100 mm
  - Evapotranspiration pendant 15 jours:  $1.2 \times 248 \text{ mm} \times 15 / 31 = 144 \text{ mm}$
- Evaporation pendant la période de croissance (90 jours) ( $q_2$ ): 888 mm
  - 10 derniers jours de Mars (10 jours):  $1.2 \times 248 \text{ mm} \times 10 / 31 = 96 \text{ mm}$
  - Avril (30 jours):  $1.2 \times 272 \text{ mm} = 326 \text{ mm}$
  - Mai (31 jours):  $1.2 \times 260 \text{ mm} = 312 \text{ mm}$
  - Juin (19 jours):  $1.2 \times 203 \text{ mm} \times 19 / 30 = 154 \text{ mm}$

- Infiltration ( $q_3$ ) = 105 jours \* 3 mm = 315 mm

Ainsi, les besoins totaux pendant la période de croissance de 105 jours sont  $Q = 1,575 \text{ mm}$ ;  $q_1 = 364 \text{ mm}$  pour reprise de planage et mise en boue,  $q_2 = 896 \text{ mm}$  pour la gestion pendant la période de croissance et  $q_3 = 315 \text{ mm}$  pour l'infiltration pendant la période de croissance.

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 = 364 \text{ mm} + 888 \text{ mm} + 315 \text{ mm} = 1,567 \text{ mm}$$

(2) Calcul du débit unitaire requis (q)

$$q = \frac{Q}{D \times 8,640(1-L)} \times 24/T = \frac{1,567 \times 1,000}{105 \times 8,640 \times (1-0.20)} \times 24/14 = 0.0037 \text{ m}^3/\text{sec/ha}$$

## 2) Méthode générale

(1) Débit unitaire requis ( $q_1$ ) pendant la période de reprise de planage et de mise en boue

$$q_1 = [(n-1)/n * (Et+Pt) + Dp/n + M/n] / [8,640 * (1-L/100)]$$

$$q_1 = [(15-1)/15 * (10.8+3) + 120/15 + 100/15] / [8,640 * (1-20/100)]$$

$$= 0.00393 \text{ m}^3/\text{s/ha} \quad (3.93 \text{ l/s/ha})$$

(2) Besoins maximums pour la gestion ( $q_2$ )

$$q_2 = (Et+Pt) / 8,640 * 1 / (1-L/100)$$

$$(10.8+3)/8,640 * 1/(1-0.2) = q_2 = (10.8+3)/8,640 * 1/1-20/100 = 0.00200 \text{ m}^3/\text{s/ha} \quad (2.00 \text{ l/s/ha})$$

Ainsi, les besoins unitaires d'irrigation par la méthode générale sont la plus grande des valeurs de  $q_1$  et  $q_2$ , c'est  $q_1 = 0.00393 \text{ m}^3/\text{s/ha}$

### 3.4.3 Analyse du Besoin Unitaire d'Irrigation

#### 1) Comparaison du besoin unitaire d'irrigation par la méthode locale et la méthode générale

		Unit irrigation requirement based on local conventional method	Unit irrigation requirement based on general method	Remarks
Besoins unitaires d'irrigation basés sur le nombre d'heures de pompage	10 heures	5.0 l/s/ha		
	12 heures	4.16 l/s/ha		
	14 heures	3.57 l/s/ha		
	16 heures	3.12 l/s/ha		
Besoins unitaires d'irrigation basés sur les heures de travail du sol dans les champs	15 jours		0.00398 m <sup>3</sup> /s/ha	
	25 jours		0.00319 m <sup>3</sup> /s/ha	

#### 2) Choix du besoin unitaire d'irrigation

Pour ce projet, l'évapotranspiration de Richard - Toll (dans la Délégation de Dagana) a été utilisée. La méthode de calcul du besoin unitaire d'irrigation à la SAED, Sénégal donne des valeurs différentes en fonction du nombre d'heures de fonctionnement de la station de pompage. Cependant, le débit unitaire requis au champ est ajusté dans la plage 3~4 l/s/ha en changeant le nombre d'heures de fonctionnement des pompes.

\* Les raisons pour prendre en compte le nombre d'heures de fonctionnement des pompes pour le calcul du besoin unitaire d'irrigation sont supposées être comme suit;

- Un nombre d'heures suffisant pour l'entretien est disponible si on prend en compte le nombre

d'heures de fonctionnement des pompes.

- Le besoin maximum unitaire d'irrigation à la fin de la période de repiquage n'est pas pris en considération parce que c'est le semis direct qui est pratiqué.
- La période de mise en boue pour le semis est relativement plus longue.
- Les différences dans l'évapotranspiration mensuelle et saisonnière sont faibles, causant une constance relative des besoins unitaires d'irrigation pendant des saisons différentes.
- Les pompes peuvent fonctionner pendant 24 heures après leur réparation au moment où le besoin unitaire d'irrigation est maximum.

Considérant les besoins unitaires d'irrigation de périmètres SAED voisins (Larmpsar, Mboundoum et Debi-Tiguet) et la discussion ci-dessus,  $q=3.5 \text{ l/s/ha}$  a été choisi comme besoin unitaire d'irrigation (débit d'équipement).

### 3.5 Capacité de la Station de Pompage Existante

#### 3.5.1 Capacité de Pompage de la Station de Pompage Existante

La capacité totale de pompage de la station de pompage existante est de  $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ; 4 pompes (125Hp) de  $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$  de débit calculée comme suit.

- Besoin unitaire d'irrigation:  $2.2 \text{ l/s/ha}$ 
    - Besoins pour l'imbibition:  $6.4 \text{ l/s/ha}$
    - Besoins pour la submersion:  $2.2 \text{ l/s/ha}$
    - Besoins pour le contrôle de la submersion:  $1.1 \text{ l/s/ha}$
- Parmi les chiffres ci-dessus, les besoins pour la submersion de  $2.2 \text{ l/s/ha}$  ont été adoptés.

- Surface irriguée: aménagement Grande Digue & Tellel  
La surface totale est de 2,550 ha, mais la surface nette irriguée, à l'exception des terres hautes et des terres basses, est de 2,175 ha. Cependant, le pompage a été calculé, au stade initial de la conception, sur la base de la surface totale sans déduction de 375 ha difficiles à irriguer.

La capacité de la station de pompage existante ne peut pas fournir toute l'eau nécessaire à l'aménagement projeté, c'est pourquoi, les besoins totaux sont présentés pour la conception de la nouvelle station de pompage comme indiqué dans le Tableau 3.9.

Tableau 3.9: Comparaison de la Station de Pompage Existante et des Besoins

	Besoins	Station de pompage existante	Difference	Remarques
Surface Irriguée (A)	3, 300 ha	2,550 ha	750 ha	
Débit Unitaire (q)	$3.5 \text{ l/s/ha}$	$2.3 \text{ l/s/ha}$	$1.2 \text{ l/s/ha}$	
Débit Pompes (Q) $Q = q * A$	$11.55 \text{ m}^3/\text{s}$	$6.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$5.55 \text{ m}^3/\text{s}$	

### 3.5.2 Plan de Réparation et de Renforcement de la Station de Pompage Existante

#### 3.5.2.1 Plan de Réparation et de Renforcement

Il n'y a pas de structures qui puissent supporter des dégâts ou des défauts dus à des causes différentes qui se manifestent avec le temps, et si ces problèmes ne sont pas résolus ils peuvent évoluer graduellement pour être des causes d'accidents mortels. Les résultats des investigations intérieures et extérieures de la structure ont montré que le travail de réparation et de renforcement est nécessaire pour maintenir la performance ou la durabilité et la fonctionnalité du bâtiment. Les parties en besoin de réparation doivent suivre les directions suivantes:

- i) Dans le choix de la méthode de réparation, une méthode qui satisfasse les besoins en construction et les besoins économiques devrait être choisie.
- ii) La priorité de la méthode de réparation doit prendre en compte l'influence sur la durabilité et la capacité.
- iii) La méthode de réparation appliquée devrait avoir comme première priorité la sécurité du bâtiment aussi bien que celle des ouvriers.

En étudiant les résultats des investigations relatives à la station de pompage, nous avons vus les principaux défauts dus à la détérioration, et pour maintenir la sécurité et la fonctionnalité du bâtiment, la suggestion suivante est faite pour limiter les besoins de réparation et renforcement.

Tableau 3.10: Plan de Réparation et de Renforcement

Infrastructure	Combinaison de Parties Usées	Condition des Parties Usées	Limitation des besoins de Reparation et de Renforcement
Le bâtiment de la station de pompage	Plancher	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plancher en béton endommagé</li> <li>Fissures sur mur sec</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reparation de parties</li> <li>Injection méthode de construction</li> </ul>
Bâche d'aspiration	Bâche d'asp. Mur sec	Ecorchures, formation de fissures, et exposition des agregats du mur de la bâche d'aspiration	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réparation de parties et Injection méthode de construction</li> </ul>
Bassin de dissipation	Bassin de dissip. Mur sec, Plancher	<ul style="list-style-type: none"> <li>La corrosion des garde fous de la passerelle</li> <li>Exposition d'aciers et sections endommagéesdu plancher et du mur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ré installer</li> </ul>
Déversoir	Bassin de dissip.	Exposition d'aciers et dégâts sur le béton du mur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcement de parties</li> <li>Ré installer</li> </ul>
Autres Equipements	Grue extérieure VanneAutomatic	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ne fonctionne pas</li> <li>Détérioration sérieuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remplacer</li> </ul>

#### 3.5.2.2 Méthode de Réparation et de Renforcement

##### 1) Méthode de Réparation de Bâtiments

Le but de la réparation est de retrouver un béton en bon état. Les résultats des différentes investigations ci-dessus montrent qu'il y a plusieurs solutions possibles, pour des objectifs différents de réparation et différents types de dégâts. Mais les différentes conditions se répètent, et pour chaque défaut il y a plusieurs méthodes de réparation, donc prendre une décision sur une méthode de réparation qui permet de réparer des dégâts de manière permanente est impossible. Egalement, pour

plusieurs situations de réparation de béton, il y a plus de deux méthodes de réparation.

La démarche que l'on doit suivre pour décider d'une méthode de réparation est de décider en ce qui concerne les dégâts et la solution après investigation, et continuer en estimant et analysant la méthode et le matériau de réparation pour retrouver la fonctionnalité et la durabilité.

(1) Plans pour réparer les constructions en béton

Dans la réparation des constructions, l'on doit avoir à l'esprit ce qui suit:

- i) Réparer quand les dégâts sont limités
- ii) Trouver la bonne méthode de réparation
- iii) Réparer dans la zone limitée de la construction
- iv) Revoir la sécurité après un changement dans la structure lié aux réparations
- v) Le raccordement du béton amène souvent des fissures résultant de temps de prise court et d'une différence d'âge. Pour cette raison, un renforcement suffisant en aciers doit être fait.
- vi) Autre

(2) Choix d'une méthode de réparation

Il est difficile de prendre une décision concernant la méthode de réparation pour les constructions en béton. Les conditions concernant la constructibilité, la faisabilité économique, et les restrictions sociales doivent être réunies après un examen complet. Une classification typique de la sélection de matériaux, de la réparation et de la reconstruction est montrée ci-dessous dans le <Tableau 3-1>. Un des facteurs les plus importants dans la réparation du béton est la réparation des fissures. La plupart du temps, elle n'est pas différenciée de la réparation de fissures de structures en béton. La réparation de fissures sur des structures en béton selon la largeur des fissures est indiquée dans le <Tableau 3-2>.

Une telle méthode de réparation d'un district particulier tient compte du code local des dégâts structurels du béton, et les différentes applications de méthodes de réparation et leur liste sont données ci-dessous dans le Tableau 3.11..

Tableau 3.11: Méthode de Réparation de Structures en Béton et Matériaux de Réparation

Méthode de Construction	Matériaux de réparation		But de la Réparation
Méthode de Construction pour Surface	Quand le mouvement des fissures varie beaucoup	polyurethane, polysulfide, silicon, tar expoxy	Bonne Durabilité
Méthode de Construction pour Surface	Quand le mouvement des fissures varie peu	Matériaux pour expoxy, ciment polymer, asphalt, Mortier de ciment	Bonne Durabilité
Méthode de Construction pour Recharge	Quand le mouvement des fissures varie beaucoup	polyurethane, polysulfide, silicon	Durabilité Etanche
Méthode de Construction pour Recharge	Quand le mouvement des fissures varie peu	Matériaux pour expoxy, mortier de ciment, asphalt, Lead caulking, ciment polymer	Durabilité Etanche
Méthode de Construction pour Injection	Quand le mouvement des fissures varie beaucoup	polyurethane, rubberized asphalt	Durabilité Etanche
Méthode de Construction pour Injection	Quand le mouvement des fissures varie peu	expoxy, polyester, ciment polymer, pâte de ciment, mortier ciment (fly ash, inclut le mélange des propriétés d'expansion), mortier de ciment polymer	Durabilité Etanche

Tableau 3.12: Localisation de la Construction et la Largeur des Fissures et la Classification de la Méthode de Réparation

Conditions		Méthode de Construction pour Surface	Méthode de Construction pour Recharge		Method of Construction for Injection		
			Influx	V(U)coupe	Manuel	Utilisation du Pied	Alimentation Electrique
But de la Réparation		Bonne Durabilité	Durabilité Etanche		Durabilité Etanche		
Localisation de la Construction	Horizontal (上)	○	○	○	○	○	○
	Horizontal (下)	○		○	○	○	○
	Vertical	○		○	○	○	○
Largeur de la Fissure (mm)	En dessous de 0.2	○		○			
	0.2-0.3			○	○	○	○
	Au dessus de 0.3			○	○	○	○
	Au dessus de 0.3			○	○	○	○

Tableau 3.13: La Méthode de Réparation de la Construction

Numéro de la Méthode de Réparation	Nom de la Méthode de Réparation	Application de la Méthode de Réparation
05-1	La méthode du traitement de surface pour fissures étendues	Fissures étendues, étanchéité, durabilité
05-2	La méthode de réparation par injection	fissures, pas de continuité dynamique
05-3	La méthode de réparation par dépense automatique d'injection à faible pression	Inclut des fissures étendues, injection dans fissures si automatique
05-4	La méthode de réparation par injection de mortier	Fissures éendues, possibilité de structures d'unification, gobelet
05-5	La méthode de réparation avec du mastic (La méthode de réparation par recharge)	pelage, incendie, prévention corrosion aciers, pas d'unification de la structure, joint interne non permis

## 2) Méthode de Réparation pour des Sections

En vue de prévenir l'écorchure de la surface du béton, ce qui est le résultat de la corrosion des aciers, qui aboutit à la chute de la durabilité, les méthodes de prévention suivantes sont employées:coquilles,colle,réparation de sections et examen des aciers peuvent être utilisées en combinaison pour la réparation de la mise à nu des barres ; des méthodes typiques de construction sont celles qui sont décrites ci-après:

### i) Travail sur la Surface

Ecorcher la surface du béton en utilisant les parties usées du béton existant et des sections neutralisées. Quand la profondeur des dégâts semble avoir atteint les aciers,couper plus de 2cm derrière l'acier.

### ii) Nettoyage de la Surface

Après décapage de la surface, cette surface doit être nettoyée avec de la haute tension. La pression du nettoyage haute tension devrait être de 5,000 psi(350kgf/cm<sup>2</sup> pour le jet.

### iii) Prévention de la Corrosion des Aciers

Pour empêcher la corrosion des aciers, d'excellents matériaux anti rouille devraient être utilisés.

### iv) Amélioration de la Force Adhésive

Pour l'amélioration de nouveaux et vieux matériaux, une brosse ou un canon à jet devrait être utilisé pour une application uniforme de la colle. La colle adhère très bien à la surface du béton, et a un module d'élasticité, un coefficient d'expansion thermique, et un pH, tels que ceux des polymers qui pourraient être utilisés.

### v) Méthode de réparation pour surfaces

Appliquer un mortier spécial pour prevention des fissures sur les parties endommagées du béton.



### 3.6 Plan de la Nouvelle Station de Pompage

#### 3.6.1 Emplacement et Dimensions de la Nouvelle Station de Pompage

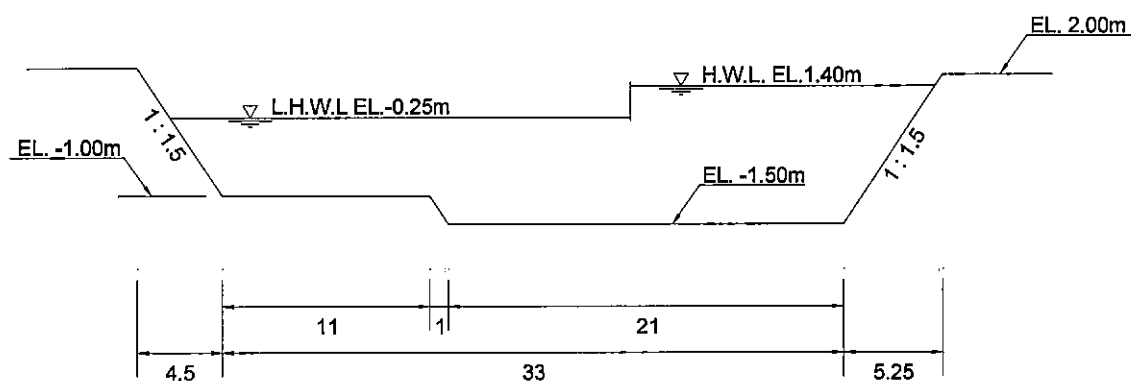
L'emplacement de la nouvelle station de pompage est à gauche de la station de pompage existante. Elle utilisera le chenal d'amenée et les canaux principaux existants après l'extension. La taille de la nouvelle station de pompage est décrite ci-dessous.

- Débit des pompes (Q)=5.60 m<sup>3</sup>/s (1.5 m<sup>3</sup>/s \*3 ea, 1.1 m<sup>3</sup>/s \*1 ea)
  - Débit total Project (Q1): =11.55 m<sup>3</sup>/s
    - $Q1 = q * A, \quad Q1 = 0.0035 \text{ m}^3/\text{s} * 3,300 \text{ ha} = 11.55 \text{ m}^3/\text{s}$
  - Capacité station de pompage existante (Q2): 6.0 m<sup>3</sup>/s (1.5 m<sup>3</sup>/s \*4 ea)
  - Débit nouvelle station de pompage (Q): 11.55 m<sup>3</sup>/s - 6.0 m<sup>3</sup>/s = 5.55 m<sup>3</sup>/s
    - $Q = Q1 - Q2 = 11.55 \text{ m}^3/\text{s} - 6.0 \text{ m}^3/\text{s} = 5.55 \text{ m}^3/\text{s} \approx 5.60 \text{ m}^3/\text{s}$
- Hauteur géométrique totale (L)=2.75 m (Niv. Asp: EL.-0.25, Niv. Ref.: EL.+2.50 m)
- Type de pompe: Pompes Submersibles

#### 3.6.2 Capacité et Section Transversale du Chenal d'Amenée

Le chenal d'amenée existant de la station de pompage a une largeur au plafond de 12.0 m, une hauteur de 3.0 m, un tirant d'eau de 0.75 m et un talus intérieur de 1:1.5 pour véhiculer Q=6.0 m<sup>3</sup>/s. Les stations de pompage nouvelle et existante ont besoin d'un chenal d'amenée pour véhiculer Q=11.55 m<sup>3</sup>/s, c'est pourquoi, le chenal d'amenée doit être agrandi comme dans la Figure 3.7.

Figure 3.7: Coupe transversale du chenal d'amenée



### **3.6.3 Composantes de la Station de Pompage**

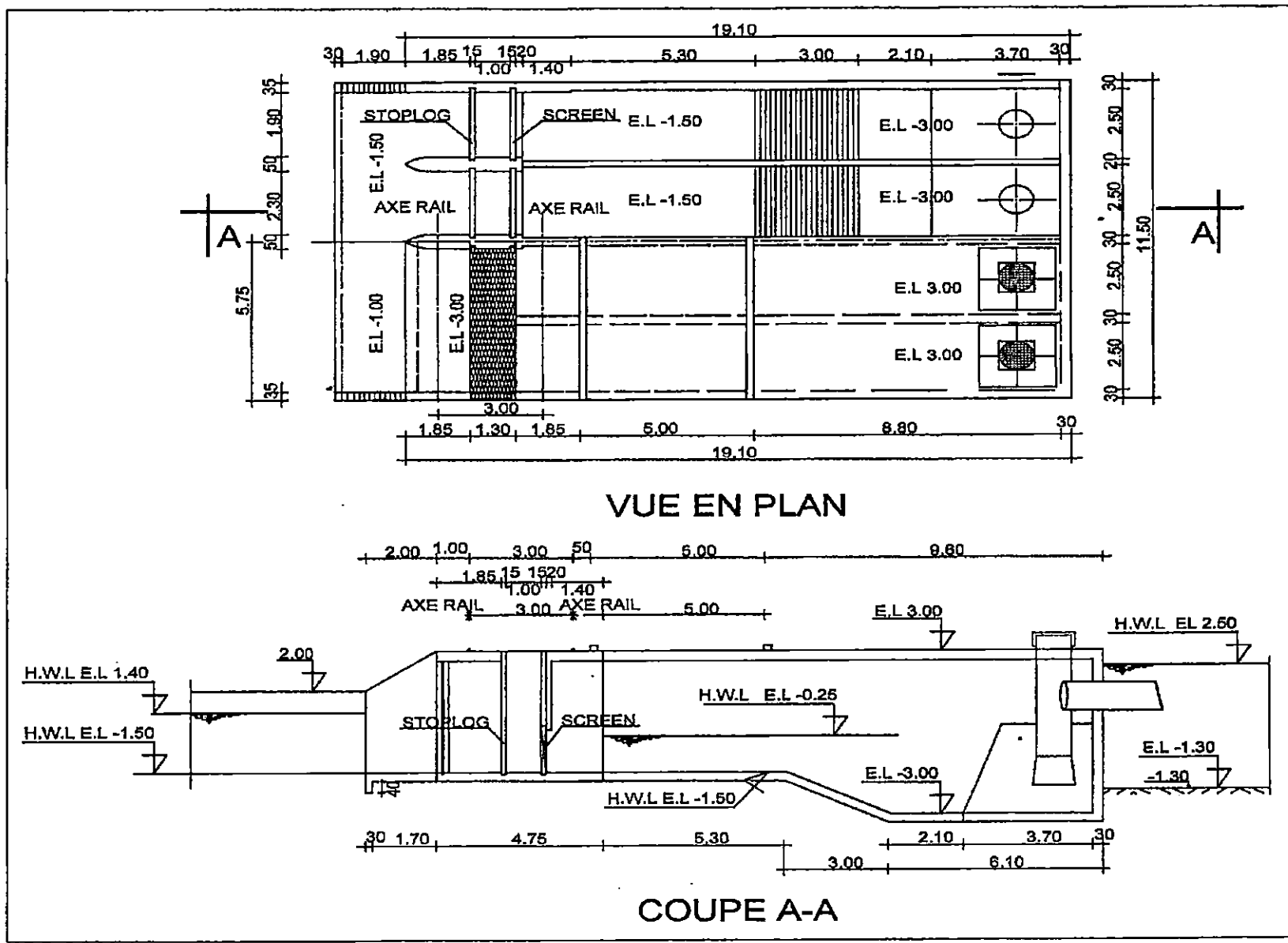
La station de pompage consiste en en une partie aspiration et une partie refoulement comme indiqué sur le plan.

#### **1) Aspiration:**

L'aspiration comprend:les batardeaux, la grille, un dalot et une bache d'aspiration.

- Mur en aile: dans le but de protéger le chenal d'amenée et la station de pompage, il est installé des deux cotés de l'aspiration.
- Batardeaux: à l'entrée de l'aspiration, ils fonctionnent comme vannes de controle pendant le fonctionnement et la maintenance, quand cela est nécessaire.
- Grille: pour arrêter les corps en suspension , à l'entrée de l'aspiration. Grille installée : 2.6 m de large et 2.0 m de haut.
- Dalot: en face de la station de pompage, le dalot fonctionne comme un pont au dessus de l'aspiration.
- Bache d'aspiration: pendant le fonctionnement des pompes, les vortex doivent être évités pour accroitre l'efficience. Une bache d'aspiration de 2.6 m de large et 4.0 m de haut sera installée pour chaque pompe.

Figure 3.8: Aspiration de la station de pompage

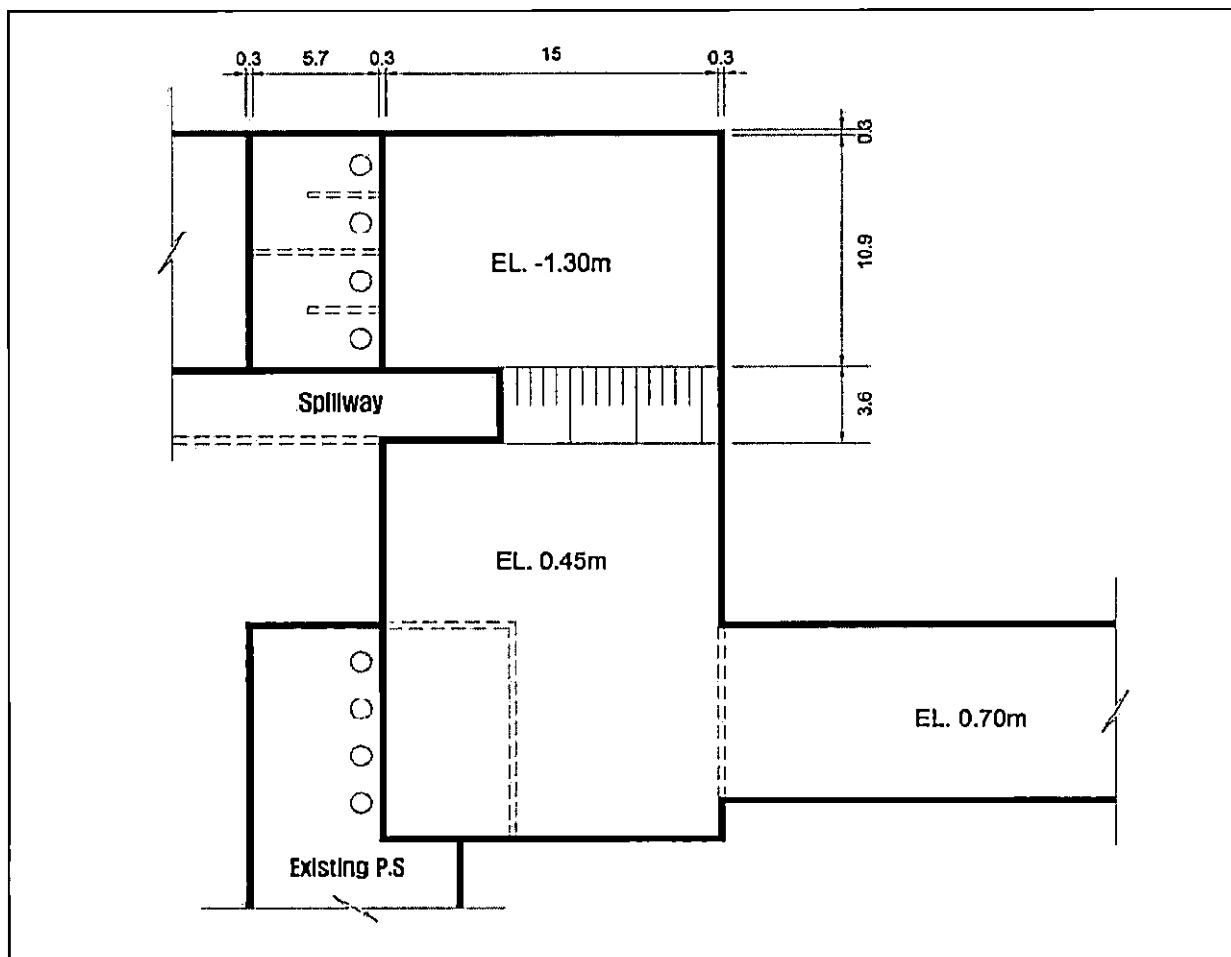


## 2) Refoulement:

Les éléments du refoulement consistent en bassin de dissipation et déversoir & vanne pour évacuer les eaux excédentaires.

- Bassin de dissipation: la capacité pour stocker le débit des pompes pendant 5 minutes avec les dimensions : 33 m de large et 15 m de long.

Figure 3.9: Structure de refoulement



- Déversoir & vanne pour évacuation eaux excédentaires

$$Q = C * L * H^{3/2} \Rightarrow L = Q / C / H^{3/2}$$

$$C = 2.18 (P/H_0 = 8), L = 11.6 \text{ m}^3/\text{s} / 2.18 / 0.4^{3/2} = 9.80 \text{ m}$$

Ainsi, un seuil de déversoir de 10 m de long et 1 vanne pour eaux excédentaires (dimens. 1\*1) seront fournis.

### 3.6.4 Calcul de la Fondation de la Station de Pompage

#### 1) Général

Après examen des résultats de l'étude des sols, le type de foundation économique est déterminé en considérant les caractéristiques du sol et les charges, et l'on doit s'assurer de la stabilité de la structure. Sur la base des résultats de l'étude des sols, le sol du site du projet est cohérent et léger, donc, prenant en considération cette condition, un type de foundation pour la station de pompage devrait être recommandé.

#### 2) Revue des types de foundation

##### (1) Considerations générales pour le choix du type de foundation

Sur la base des conditions du sol et des caractéristiques de chaque couche de sol, le stratum porteur qui peut supporter la charge structurelle doit être choisi. En plus, le choix du type de foundation doit être fait en analysant en détail les éléments comme la distribution des couches de sol, la profondeur du stratum porteur, le terrain environnant et les conditions environnementales (bruit et vibration), caractéristiques structurelles et charges, niveau de la nappe phréatique et perméabilité du sol.

Tableau 3.14: Considérations générales pour le choix du type de foundation

Domaine	Considerations Importantes	Revue
Condition Géotechnique	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La configuration du stratum</li> <li>· La profondeur</li> <li>· Distribution alluviale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Type de foundation basé sur la profondeur d'appui et le type de terrain</li> <li>· Type de foundation construite sur une couche alluviale</li> </ul>
Stabilité Structurelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Portance, tassement et possibilité de comportement plastique</li> <li>· Analyse de stabilité utilisant les dernières techniques telles que des méthodes théoriques et empiriques et l'analyse numérique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Analyse propre aux caractéristiques de comportement</li> </ul>
Constructibilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Choix du type de foundation en considérant les conditions de terrain</li> <li>· méthode de construction des foundations minimisant la durée de construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Plan de construction considérant l'excavation, la piste, le lieu de travail</li> <li>· Construction avec une excellente efficacité de travail</li> </ul>
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Evaluation de l'influence du bruit et de la vibration</li> <li>· Dégâts environnementaux causés par une excavation excessive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Construction avec niveau bas de bruit et vibration</li> <li>· Réduction de dégâts environnementaux en minimisant l'excavation</li> </ul>
Economie	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Foundations économiquement viables considérant les résultats des investigations de sol et l'état du stratum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Prohibition du surdimensionnement</li> <li>· Etude économiquement viable du comportement structurel</li> </ul>

##### (2) Recommandation d'un type de foundation

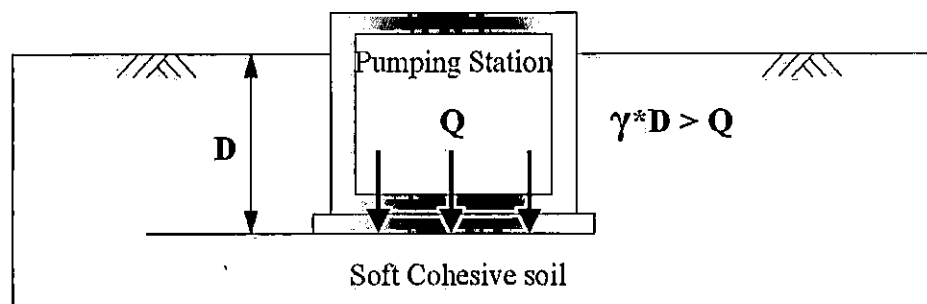
Au cas où le sous sol serait léger, la foundation sur piles peut être considérée comme une méthode rationnelle. Mais, la foundation sur piles appliquée à des terrains légers présente le problème de

l'apparition d'un trou d'air dû au tassement sous la structure. C'est pourquoi, l'application de fondations peu profondes est examinée en premier et, si elle est inappropriée, d'autres méthodes doivent être envisagées.

Une fondation sur radeau flottant pour les types de fondations peu profondes peut être recommandée pour la station de pompage en considérant les bénéfices économiques et la constructibilité, et la réduction des risques de tassement.

Une fondation sur radeau flottant a un volume tel que si ce volume est rempli de terre, il serait égal en poids au poids total de la structure. Quand les performances des fondations sur piles présentent des difficultés, la fondation sur radeau flottant est utilisée à la place. C'est maintenu comme une bouée par le poids de la terre déplacée en créant la fondation. Parce que la charge exercée par la station de pompage est de 35.0kPa et la surcharge due à l'enlèvement de terre est de 40.0kPa, le tassement dû à la construction ne se produit pas.

Figure 3.10: Fondation sur Radeau Flottant



### (3) Revue de la Stabilité de la Fondation

Le type de fondation de la station de pompage sélectionné est le type à radeau flottant, et analysant la stabilité du point de vue de la portance et du tassement, les résultats sont comme suit.

- i) La portance de d'une fondation structurelle est calculée en utilisant une equation théorique suggérée par Terzaghi(1943) et Meyerhof(1963), parce que 83.7kPa d'une portance admissible est plus grande que 35.0 kPa de charge choisie pour le calcul, la station de pompage est stable sur la base de la portance.
- ii) Basé sur les résultats des tassements structurels en utilisant la théorie de l'élasticité, la station de pompage est stable après tassement, parce qu'un tassement calculé de 8.2mm est plus petit qu'un tassement admissible de 150mm.

iii) Si les conditions d'étude de ce projet sont changes et la foundation structurelle est instable, la contre proposition (méthode) doit être suggérée. Par exemple, la method de remplacement est prise en compte pour accroître la portance, ou une methode de pré chargement peut être utilisée pour empêcher le tassement de fondation et pour accroître la portance par un tassement de consolidation à l'avance. Dans ce cas, l'endiguement appliqué par une methode de charge à l'avance devrait être stable vis-à-vis de drandes déformations et de problèmes de glissement en sol léger.

### 3.6.5 Plan de l'Installation Mécanique de la Station de Pompage

#### 1) Stratégie d'Etude

- Equipments avec une excellente efficience et faible coût d'entretien.
- Utiliser des équipements simples pour minimiser les pannes d'équipements et pour une maintenance facile.
- Compatible pour utilisation dans la station existante et dans la nouvelle.
- Eviter les équipements qui ont besoin de fourniture fréquente d'eau, de carburant, et de remplacements fréquents de pièces.
- Considérer la construction d'équipements favorables à l'environnement pour prévenir le bruit, la vibration, et la pollution.

#### 2) Condition de Base pour la Conception

##### (1) Débit

La nouvelle station de pompage doit fournir un debit de 5.6[m<sup>3</sup>/sec] et le debit de la station existante est fourni par les pompes mises en place en 2009.

Débit[m <sup>3</sup> /sec]		Total[m <sup>3</sup> /sec]
Station de Pompage Existante	Station de Pompage de l'Extension	
6.0	5.6	11.6

##### (2) Niveau d'Eau

Les conditions minimales de niveau d'eau pour la station de pompage sont de EL(-)0.25[m] et le niveau maximum d'eau pour le canal d'irrigation est de EL(+)2.50[m] et donc la chae réelle pour la pompe est de 2.75[m].

Niveau Bas d'Eau(L.W.L)	Niveau d'Eau Refoulement(T.W.L)	Charge Réelle(T.W.L-L.W.L)
EL(-)0.25[m]	EL(+)2.50[m]	2.75[m]

### 3) Sélection d'un Modèle de Pompes

Les pompes installées dans la nouvelle station de pompage sont des pompes axiales submersibles. Les pompes dans la station de pompage existante sont des pompes à axe vertical. Les pompes à axe vertical sont équipées de moteurs électriques et en conséquence ont besoin d'équipements de protection pour protéger les pompes, mais les pompes dans la nouvelle station de pompage seront des pompes submersibles et n'ont donc pas besoin de structures supérieures et les installations additionnelles sont simples.

### 4) Choix du Nombre de Pompes

Le nombre de pompes a été déterminé sur la base du débit avec les mêmes normes et l'efficacité, le mode opératoire, l'espace d'installation, la maintenance, et une compatibilité avec l'installation existante sont pris en considération dans le choix du nombre de pompes.

Le nombre de pompes devrait être supérieur à deux pour pallier les problèmes de mauvais fonctionnement et comme le plus gros diamètre a une plus grande efficacité, les grands diamètres ont été envisagés. Le calcul général du nombre de pompes est le même que ce qui suit.

Débit[m <sup>3</sup> /sec]	Nombre de Pompes	Remarques
~3	2~3	
3~5	3~4	
5~10	4~6	

La capacité réelle par diamètre est classée comme suit,

Diam.Standard.[Φ ]	Capacité[m <sup>3</sup> /sec]	Diam.Standard.[Φ ]	Capacité[m <sup>3</sup> /sec]
D600	0.60~0.83	D700	0.83~1.16
D800	1.16~1.50	D900	1.50~1.91
D1000	1.91~2.50	D1200	2.50~3.33

Le nombre de pompes choisies sur la base des normes ci-dessus est comme suit.

Unités	Débit Total[m <sup>3</sup> /sec]	Débit Unitaire[m <sup>3</sup> /sec]	Diam.Pompe.[Φ ]
4	5.6	1.40	800
5	5.6	1.12	700
6	5.6	0.93	700



Les spécifications de pompes pour la nouvelle station de pompage sont quatre avec un diamètre de 800[Φ] qui est efficace et de maintenance facile. Le moteur électrique est du type submersible et la tension est de 400[V] et la puissance requise est de 90[kW].

Pour éviter les contre courants, des vannes anti retour de 800[Φ] seront installées aux quatre ctuyaux de refoulement.

## **5) Grilles**

Des grilles seront installées pour les aspirations des quatre pompes pour bloquer les corps étrangers. Pour prévenir la corrosion ces grilles sont faites d'acier inoxydable, et 2 ont une largeur de 2.35[m], une hauteur de 2[m], et 2 ont une largeur de 2.30[m], et une hauteur de 2[m].

Puisque l'eau du marigot Gorom-Lampsar est Claire en général et les pompes ne fonctionneront pas en période de crue, il n'y aura pas trop de saleté. C'est pourquoi, un système automatique d'enlèvement de saletés n'est pas nécessaire. Les corps étrangers peuvent être enlevés par de la main d'œuvre avant la mise en marche des pompes.

## **6) Batardeaux**

En vue de réparer les pompes, d'inspecter les structures sous eau, et de réparer les grilles, il doit y avoir un dispositif qui bloque l'arrivée d'eau. Pour bloquer l'arrivée d'eau, le dispositif le plus courant est le batardeau, il y avait des batardeaux installés dans la station de pompage existante, mais ils ont été perdus. Pour la nouvelle station de pompage, de nouveaux batardeaux ont été proposés et ils sont utilisables pour les stations de pompage nouvelle et existante, et ces batardeaux sont un de 2.35[m] de large, et un de 2.30[m] de large de sorte qu'ils puissent être utilisés pour les deux stations. Le matériau du batardeau sera l'acier.

## **7) Grue Extérieure**

### **(1) Grue pour batardeau, grille**

La grue existante sera enlevée et une nouvelle grue avec rail sera installée de sorte qu'elle puisse être utilisée pour les stations existante et nouvelle. La grue servira pour les batardeaux et les grilles et sera installée dehors. La capacité de la grue est de 5[tons] et la méthode de contrôle est CHAIN BLOCK parce que la grue ne sera pas utilisée fréquemment et le poids à soulever n'est pas énorme.

### **(2) Grues pour Pompes**

La grue sera installée dans la nouvelle station de pompage de sorte qu'elle puisse être utilisée pour le soulèvement des pompes. Une grue sera installée dehors et sa capacité sera de 5[tonnes] et la méthode de contrôle sera CHAIN BLOCK.

## **8) Vannes de contrôle**

### **(1) Déversoir lié au bassin de dissipation**

Quand le niveau d'eau dans le bassin de dissipation monte du fait d'un mauvais fonctionnement des pompes, l'excès de débit sera déchargé par le déversoir et la vanne de retour des eaux au chenal d'amenée. La vanne a pour fonction de bloquer l'intrusion d'eau du chenal d'amenée. Les dimensions de cette vanne sont de Base 1.0 [m] x Hauteur 1.0 [m] x 1 jeu. L'ouverture et la fermeture seront faits électriquement, ce qui les rend faciles à faire.

## (2) Vanne de Contrôle dans le Canal d'Irrigation

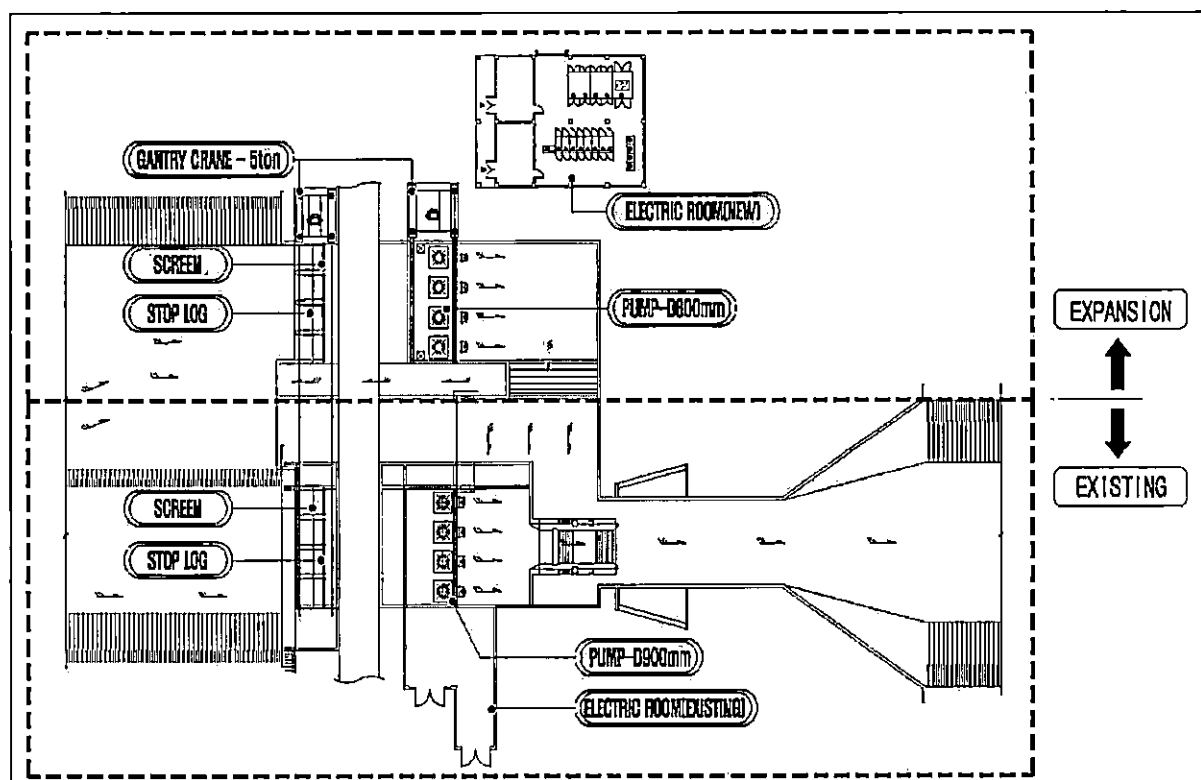
La vanne de contrôle dans le canal d'irrigation, à la jonction à la jonction de la déviation du Canal Principal C1, à 170[m] de la station de pompage, sera nouvellement installée. Le type de vanne sera la vanne à glissement avec Base 2.0 [m] x Hauteur 1.5 [m] x 3 jeux. L'ouverture et la fermeture seront faites par un moteur électrique qui peut être contrôlé sur le site et au niveau de la station de pompage.

## 9) Autres Equipements

Pour la vidange du bassin de dissipation, une pompe mobile sera préparée et gardée sous abris plutôt que d'être fixée dans le bassin parce qu'elle sera utilisée seulement en cas de besoin. Le diamètre de la pompe est de 100[Φmm] x 5.5[kW] et la quantité est de 1 jeu.

## 10) Vue en Plan de la Nouvelle Station de Pompage

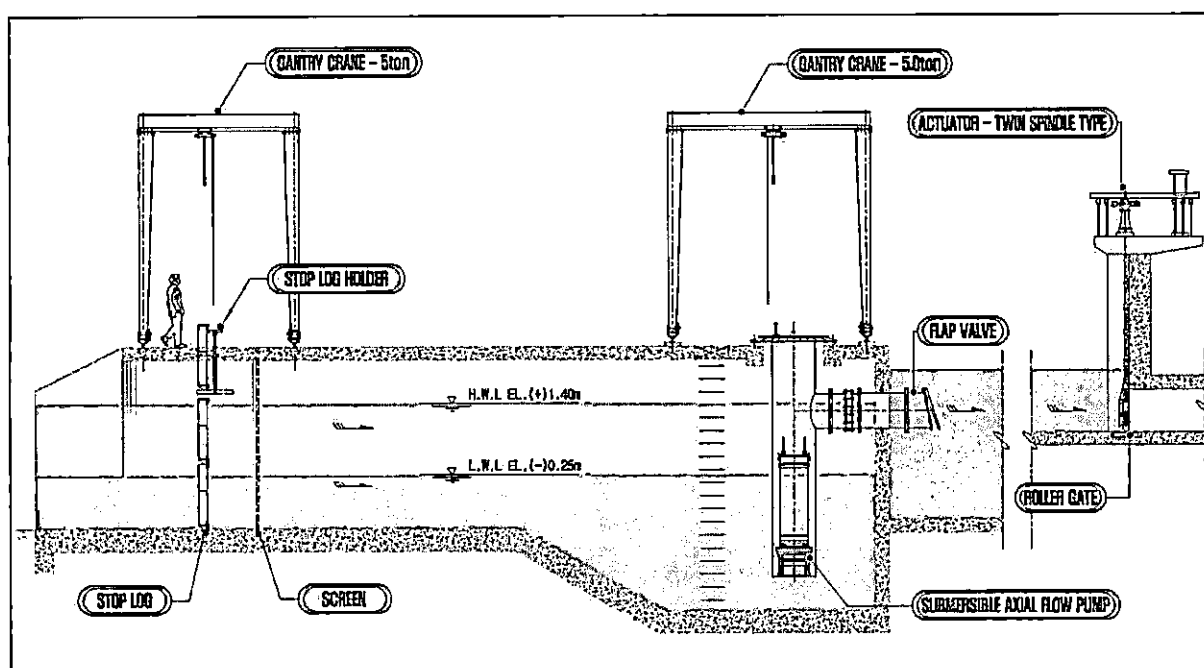
Si tous les équipements sont logiquement installés comme envisagé ci-dessus, la vue en plan sera comme suit.



L'agrandissement de la station de pompage est envisagé dans les environs de la station de pompage existante de sorte que les deux stations puissent être gérées dans le même espace. Aussi, le chenal d'amené est agrandi seulement autant qu'il faut pour desservir une station de pompage agrandie, ce qui facilite l'écoulement de l'eau. En plus le bassin de dissipation sera plus grand mais unique pour desservir les deux stations.

Le déversoir usé existant sera démoli et un nouveau déversoir sera construit à l'aval de la station de pompage agrandie, et une vanne ajustera le niveau d'eau dans le bassin de dissipation. En plus, la vanne automatique installée à l'aval de la station sera enlevée et une vanne sera installée sur le canal principal.

L'expansion de la coupe en travers de la station de pompage sera comme suit, et le côté gauche est le marigot Gorom-Lampsar et le côté droit est le canal d'irrigation.



### 3.6.6 Plan de l'Équipement Électrique de la Nouvelle Station de Pompage

#### 1) Stratégie de Conception

- Un équipement qui soit sûr pour l'opérateur et jouit d'une sécurité et d'une crédibilité de la fourniture d'énergie.
- Chaque équipement a une efficacité supérieure et est un succès économique; faibles coûts d'entretien.
- Intégration de l'installation existante et de l'expansion pour rendre possible le fonctionnement coordonné.
- Avoir des composants simples de sorte que la maintenance et les réparations ne soient pas fréquentes.
- En considérant le coût de l'électricité, développer l'énergie renouvelable.

## 2) Condition de Base

### (1) Capacité de l'Installation Electrique

Capacité[kVA]		Total[kVA]
Station de Pompage Existante	Station de Pompage d'Extension	
400	400	800

### (2) Tension Utilisée

Tension Arrivée et Phase Constante	Tension Utilisée	Transf. à la Baisse
3,000[V] 3 phases	400[V] 3 phases et 200[V] 1 phase	Première baisse par le transformateur

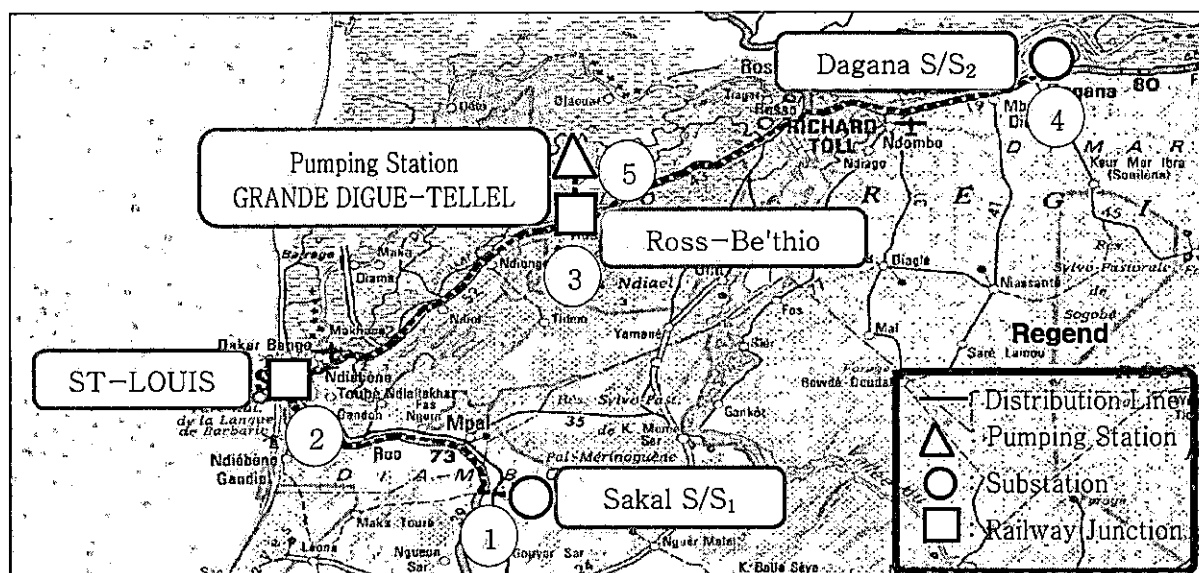
### 3) Puissance à l'arrivée à la Station

L'énergie utilisée par la station de pompage de GRANDE DIGUE-TELLEL est fournie par le réseau haute tension connecté au poste de transformation de Sakal et au poste de transformation de Dagana. A Ross Bethio l'énergie est envoyée à la station de pompage par une ligne haute tension qui se termine à la station de pompage.

La puissance de la station de pompage existante est de 400[kVA] et l'expansion de cette station ajoute 400[kVA], de sorte que la puissance totale qui arrive est de 800[kVA].

La ligne existante est conçue pour 400[kVA], donc du fait de l'accroissement de puissance, la ligne existante doit être renforcée. Pour la ligne de distribution existante, puisque les 7[km] de ligne entre Ross Bethio et la station de pompage sont en ACSR 54.6[mm<sup>2</sup>], pendant l'agrandissement de la station de pompage, la ligne de distribution doit être remplacée par du ACSR 75[mm<sup>2</sup>].

Le diagramme suivant est le réseau de distribution SENELEC qui aboutit à la station de pompage de GRANDE DIGUE-TELLEL.



Les normes de câble, les distances pour le réseau de distribution sont comme suit

Zone	Section de Câble	Distance[km]	Notez
① ~ ②	ACSR 148[mm <sup>2</sup> ]	30	Existant
② ~ ③	ACSR 148[mm <sup>2</sup> ] / 54[mm <sup>2</sup> ]	50	Existant
③ ~ ④	ACSR 148[mm <sup>2</sup> ] / 54[mm <sup>2</sup> ]	70	Existant
③ ~ ⑤	ACSR 54.6[mm <sup>2</sup> ] → ACSR 75[mm <sup>2</sup> ]	7	Remplacer

#### 4) Equipements Electriques

Les équipements électriques de la station de pompe existante sont usés et ont besoin d'être remplacés; c'est pourquoi ils seront intégrés et nouvellement installés pendant le processus d'agrandissement de la station de pompage. Les équipements électriques sont enfermés sous abri pour ne pas exposer l'unité de charge. Aussi, pour éviter tout accident, il y a un dispositif automatique d'ouverture de circuit par un instrument installé pour la mesure de puissance. De cette façon c'est sûr pour l'opérateur et cela prévient les accidents.

Le transformateur choisi est celui qui convient à 800 [kVA] pour les stations de pompage existante et d'extension et le type est le type Mold qui est facile à entretenir. En cas de panne du transformateur, il y a assez de temps pour réparer le transformateur; c'est pourquoi un transformateur préparatoire 1BANK n'est pas requis.

#### 5) Plan de l'Equipement de Distribution d'Energie

La basse tension fournie par la chambre électrique de la station de pompage agrandie est servie à l'unité de contrôle des pompes de la station existante et de l'expansion de cette station grâce à un tableau de distribution. Le tableau de distribution est du type enfermé et il contient un dispositif

d'ouverture de circuit et une alarme pour court-circuit. L'équipement de distribution de la station existante est usé et manque de dispositifs de sécurité; c'est pourquoi il sera enlevé.

#### **6) Panneau de Contrôle des Pompes**

L'unité de contrôle de la station de pompage existante a été remplacée en 2009, donc la condition est satisfaisante et elle sera réutilisée. Pour le panel de contrôle de l'extension de la station, il sera installé à l'intérieur de la chambre électrique et un autre sera installé sur le site où il sera le panel de contrôle du site. Cela rendra possible l'opération dans la chambre électrique aussi bien que sur le site.

#### **7) Panneau de Contrôle des Vannes**

L'ajustement de l'unité de contrôle des vannes installée dans l'extension de la station et sur les canaux d'irrigation sera principalement dans la chambre électrique et aussi sur le panneau de contrôle du site de sorte que le contrôle à distance soit possible.

#### **8) Lieu où sont installés les Instruments**

Dans la station de pompage agrandie et dans le bassin de dissipation, il y aura des instruments de mesure du niveau d'eau pour que les pompes puissent fonctionner sur la base du niveau d'eau. aussi, pour la collection et le stockage de données climatiques, des équipements météorologiques (direction du vent, vitesse du vent, température, humidité, pluviométrie, isolation) seront installés sur le toit de la chambre électrique.

#### **9) Equipement pour Interruption d'Urgence du Courant**

Des interruptions de fourniture d'électricité causant un mauvais fonctionnement de la station de pompage ne sont pas fréquentes, donc un générateur pour les situations d'urgence n'est pas envisagé. Cependant, pour le fonctionnement de l'équipement de fourniture d'électricité, un équipement de fourniture directe de courant est préparé, et les ordinateurs de la station météorologique ont une fourniture continue d'énergie de sorte que tous les deux peuvent fonctionner sans s'arrêter.

#### **10) Fils et Tuyaux**

La tuyauterie sera des conduites galvanisées, des tuyaux PVC et pour les conduites qui ont besoin de beaucoup de fils, ce seront des câbles. Les fils seront des fils résistants au feu pour prévenir les incendies et le diamètre est choisi de manière à être conforme à la technologie.

#### **11) Autres Equipements**

Les lumières et autres réceptacles, équipement de surveillance par l'image nécessaire pour la maintenance de la station de pompage sont envisagés, mais les équipements de communication, les équipements d'émission radio, les alarmes incendie, etc. ne sont pas nécessaires et il n'est pas envisagé de les installer.

### **3.7 Equipements pour Capteurs Solaires**

La station de pompage fonctionne en recevant de l'électricité de la Compagnie d'Electricité et la

productivité énergétique est faible au Sénégal et le coût de l'électricité élevé. C'est pourquoi, pour réduire le coût de l'électricité, le temps de fonctionnement de la station de pompage est réduit et cela cause une faible production agricole à cause d'une fourniture d'eau insuffisante.

L'énergie renouvelable consiste en énergie solaire, éolienne, hydraulique, biologique, et géothermique, mais au Sénégal, l'insolation est excellente, d'un autre côté la pluviométrie est faible. C'est pourquoi, le développement de l'énergie solaire convient à cette région. Spécialement, les jours sans nuages, les capteurs solaires vont produire beaucoup d'électricité à la station de pompage, ce qui la rend plus facile à manœuvrer.

La puissance de la station de pompage de GRANDE DIGUE-TELLE est de 800[kVA] mais pour fournir de l'énergie à toute l'installation, les frais de fonctionnement seront substantiels, et la récupération des frais d'électricité est incertaine, donc des plans ont été élaborés pour convenir à la station de pompage agrandie de 400[kVA]. La connection de l'installation solaire et du dispositif électrique Sénélec sera planifiée quand le plan de réalisation est exécuté.

L'installation solaire sera placée dans les environs de la station de pompage, là où il n'y a pas beaucoup de poussière et il y aura de l'eau disponible pour l'entretien. Le module solaire de l'installation solaire produira moins d'électricité comparé au type tracking, mais il y aura moins de pannes et sera installé en plan incliné et l'invertisseur sera installé à l'intérieur de la chambre électrique.

### 3.8 Système d'Irrigation et Conception des Canaux

#### 3.8.1 Conditions d'Etude et Critères pour Canaux d'Irrigation

##### 1) Section Transversale des Canaux d'Irrigation (Vitesse Admissible et Vitesse Moyenne)

Considérant la section économique des canaux, la prévention de l'érosion des canaux et la maintenance efficace des canaux, une vitesse moyenne de 0.3 m/s ~ 0.4 m/s a été appliquée (Vitesse moyenne standard dans les canaux en terre à la SAED : 0.5 m/s ou moins).

##### 2) Pente Longitudinale des Canaux

En vue de maintenir la vitesse moyenne dans des limites acceptables, les pentes longitudinales des canaux ont été choisies sur la base des dimensions des canaux et des surfaces irriguées comme montré dans le Tableau 3.15.

Tableau 3.15: Normes de Pentes Longitudinales basées sur les Dimensions des Canaux

Canal	Surface Irriguée(A)	Débit Nécessaire (Q)	Pente	Vitesse (V)	Remarques
Principal	3,000 ha ou plus	10 m <sup>3</sup> /s ou plus	1/15,000	0.3 ~0.4 m/s	
	3,000 ha ou moins	10 m <sup>3</sup> /s ou moins	1/10,000	"	
Latéral	200 ha ou plus	0.7 m <sup>3</sup> /s ou plus	1/5,000	"	
	200 ha ou moins	0.7 m <sup>3</sup> /s ou moins	1/2,000		
Tertiaire			1/1,000	"	

### 3) Revanche

La revanche des canaux en terre est choisie sur la base des dimensions du canal (profondeur) et de la vitesse d'écoulement. Elle est généralement dans la plage de 0.3 m à 0.6 m. dans ce projet, elle est indiquée dans le Tableau 7, sur la base des normes locales de conception.

Tableau 3.16: Revanche

Canal	Surface Irriguée (A)	Débit Nécessaire (Q)	Revanche (Fd)	Remarques
Principal	1,000 ha ou plus	3.5 m <sup>3</sup> /s ou plus	0.6 m	
	1,000 ha ou moins	3.5 m <sup>3</sup> /s ou moins	0.5 m	
Latéral			0.4 m	
Tertiaire			0.3 m	

### 3.8.2 Niveau d'Eau Calculé au Point de Départ du Canal Principal d'Irrigation

Le niveau d'eau calculé après le refoulement (le niveau d'eau au départ du canal principal d'irrigation No. 1) est de EL 2.50 m, qui est 0.3 m plus élevé que le niveau existant après refoulement (EL 2.20 m). Il est basé sur la côte de la parcelle la plus haute qui doit être irriguée (EL 0.8 m), sur la lame d'eau de 0.10 m dans la parcelle, sur les pertes de charge dans les canaux et ouvrages (1.55 m).

- Cote terrain coté aval: 0.80 m
- Submersion & entretien: 0.15 m (Submersion: 0.1 m +Entretien 0.05 m)
- Pertes de charge dans le canal jusqu'au bout de celui-ci: 1.55 m (Voir Tableau 8)

Détermination du niveau d'eau au début du canal (niveau d'eau à la sortie de la station de pompage):  
Niveau terrain (EL. 0.8)+Profondeurs d'entretien et de submersion (0.15 cm)+Pertes de charge (1.55 m)= EL. 2.50m

Tableau 3.17: Calcul des Pertes de Charge

Canal	Longueur (m)	Pente	Pertes de charge (m)	Remarques
o Pertes de charge canal				
- Principal C1	170	1/15,000	0.01	
- Pricipal C2 1er bief	7.400	1/10,000	0.74	
- Latéral	600	1/5,000	0.12	
- Canal Tertiaire	500	1/1000	0.50	
Sous total			1.37	
o Pertes de charge au refoulement			0.10	
o Pertes de charge dans les ouvrages sur canaux			0.08	
Total			1.55	



### 3.8.3 Tracé suivi par les Canaux

#### 1) Canaux Principaux d'Irrigation:

Pour la fourniture d'eau d'irrigation aux 2,998 ha existants de 5,332 parcelles, et à l'extension de 302 ha, les canaux existants seront réhabilités et agrandis suivant le tracé existant. Les canaux principaux No. 1 et 2 de Grande Digue, No. 3 et 4 de Tellel seront prolongés d'environ 1.2 km pour les surfaces nouvelles.

#### 2) Canaux Secondaires d'Irrigation:

Il y a seulement deux canaux latéraux d'irrigation connectés au principal No. 1. Les principaux No. 2, 3 et 4 fournissent l'eau directement aux canaux tertiaires. Pour les besoins de l'opération et de la maintenance du système d'irrigation, des canaux latéraux seront installés après les ouvrages de répartition desservant 50 ha ou plus comme indiqué au Tableau 3.18.

Tableau 3.18: Nouveau plan des latéraux

	Latéral Existant	Nouveau plan des latéraux	Remarques (Sortie)
Principal No. 1	2 ea	9 ea	13 ea
Principal No. 2	-	8 ea	10 ea
Principal No. 3	-	6 ea	10 ea
Principal No. 4	-	7 ea	11 ea
Total	2 ea		

#### 3) Canaux tertiaires

Les canaux tertiaires existants sont de différents types tels que l'alimentation directe par le canal principal, l'alimentation directe par le canal latéral, et des tertiaires en réseau (les points de départ et d'arrivée ne sont pas clairs). C'est pourquoi, les canaux tertiaires seront réajustés et construits sous la condition d'une utilisation maximum des canaux tertiaires existants. Les canaux tertiaires existants sont 66 connectés au principal No.1, 42 au principal No. 2, et 64 au principal No. 3, et 72 au principal No. 4 main canal.

### 3.8.4 Système d'Irrigation

#### 1) Surface irriguée par canal principal d'irrigation/ouvrage de répartition

Pour déterminer la section transversal du canal, la surface irriguée par chaque canal et chaque ouvrage de répartition doit être connue. Le canal principal No. 1 part de la station de pompage, et les principaux No. 2, 3 et 4 divergent du principal No. 1. Toute la surface couverte par chaque ouvrage de répartition des canaux principaux d'irrigation est indiquée dans le Tableau 1.

#### 2) Système d'irrigation

Les systèmes d'irrigation basés sur les surfaces irriguées par les canaux principaux/ouvrages de répartition sont montrés dans l'Annexe.

### 3.8.5 Dimensions des canaux d'irrigation

Les dimensions des canaux sont déterminées sur la base des surfaces irriguées par le système. Les dimensions pour 15 canaux au total sont présentées dans la Figure 3.14 et le Tableau 3.19.

Figure 3.14: Profil en travers type du canal d'irrigation

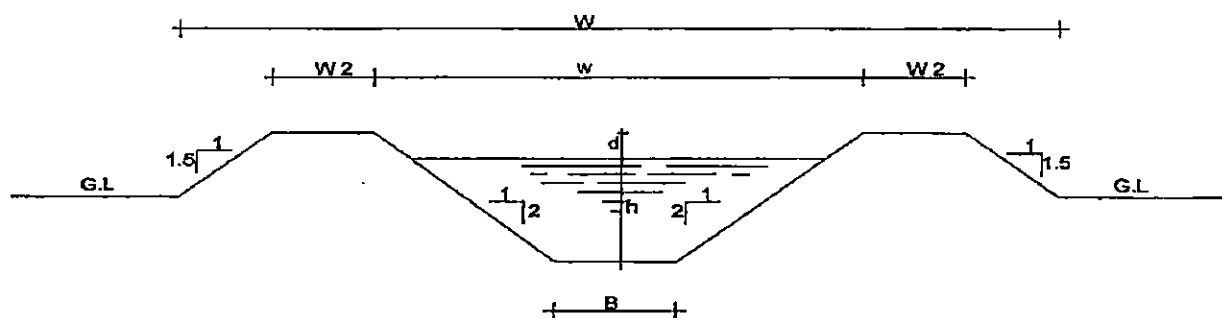


Tableau 3.19: Dimensions de chaque canal d'irrigation

Canaux Principaux	section	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	Dimensions						
				B (m)	H (m)	w (m)	w1 (m)	w2 (m)	W (m)	S
Principal No. 1	1	11.55	0.349	15	2.40	24.6	3	6	36.6	1:2
	2	8.33	0.387	11	2.20	19.8	3	6	31.8	1:2
	3	5.95	0.365	9	2.10	17.4	3	6	29.4	1:2
	4	3.41	0.327	5	2.00	13	3	6	25.0	1:2
	5	2.2	0.292	4	1.80	11.2	3	6	23.2	1:2
	6	0.9	0.241	3	1.50	9	3	6	21.0	1:2
Principal No. 2	1	3.22	0.321	6	1.90					1:2
	2	2.14	0.301	5	1.80					1:2
	3	1.28	0.268	3	1.70					1:2
Principal No. 3	1	2.38	0.301	5	1.80					1:2
	2	1.48	0.279	4	1.70					1:2
	3	0.33	0.192	1.5	1.30					1:2
Principal No. 4	1	2.54	0.301	5	1.80					1:2
	2	1.83	0.279	4	1.70					1:2
	3	0.66	0.229	2	1.50					1:2

### 3.8.6 Analyse de la Stabilité des Talus du Remblai des Canaux

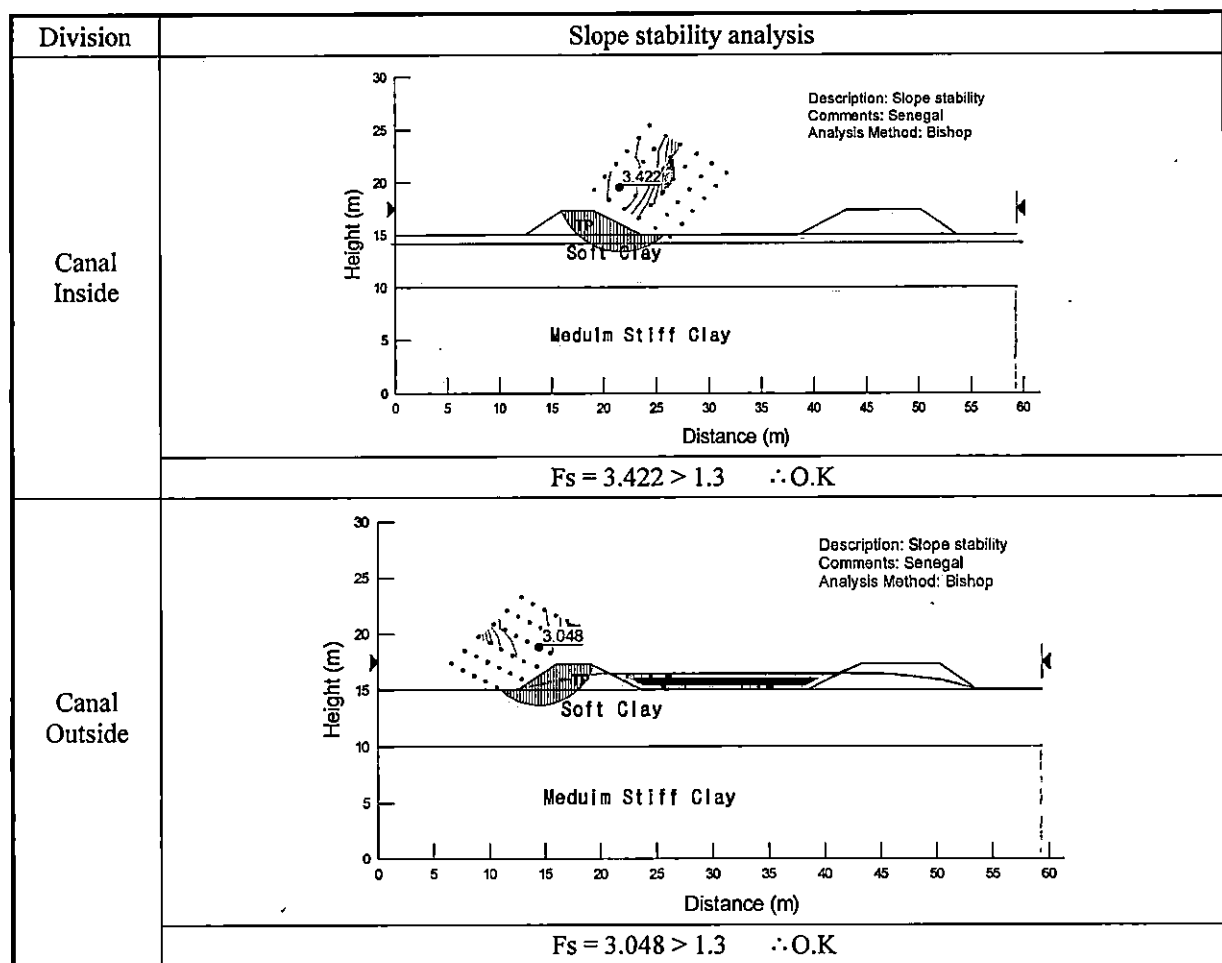
#### 1) Général

Le talus du remblai des canaux est formé à ce moment. Si la contrainte de résistance du talus est plus grande que la contrainte tangentielle, la stabilité du talus est possible. Mais si l'état de contrainte nécessaire pour le talus n'est pas maintenu, différents types d'effondrement se produisent, en fonction de la structure géologique et des contraintes. L'érosion des talus et la percolation causent des dégâts aux structures adjacentes, etc. Dans certains cas, causant le plus de pertes de vies, une revue prudente est nécessaire.

## 2) Résultats de l'analyse des talus et Revue

- i) Le facteur de sécurité de la stabilité des talus est au dessus de 1.3( $FS=3.048$ ) et le talus du remblai du canal est stable.
- ii) Dépendant des conditions du site, la protection contre l'érosion est nécessaire pour les talus naturels.
- iii) Puisque les matériaux de remblai sont analysés pour le bon choix, il est nécessaire que de bons matériaux de remblai soient utilisés pendant la construction.
- iv) Des sols d'emprunt sont disponibles pour le remblai du talus des canaux

Figure 3.15: Résultats de l'Analyse des Pentés



### 3.8.7 Plan des Ouvrages sur Canaux

1) Ouvrages sur canaux: les ouvrages sur canaux sont: ouvrage de répartition, vanne de contrôle, dalot d'irrigation, aqueduc, et ouvrage de déversement. Le plan des ouvrages est comme suit;

- (1) Ouvrages de répartition: il y a deux types de grands et petits ouvrages de répartition, respectivement, divergeant du canal principal et du canal latéral vers le canal tertiaire. Le

nombre total d'ouvrages de répartition sur quatre canaux principaux est de 44; 13 pour le No. 1, 10 pour le No. 2, 10 pour le No. 3, et 11 pour le No. 4. Le canal principal, au niveau de l'ouvrage, est protégé par un revêtement en béton sur une longueur de 5 m. Le canal tertiaire connecté à l'ouvrage de répartition est également protégé avec de la pierraille sur une longueur de 3 m.

- (2) Vanne de contrôle: deux vannes de contrôle seront installées à l'aval des points de divergence des canaux principaux No. 2 et No. 4. Pour la protection des canaux en terre, un revêtement en béton de 10 m de long sera fait pour la vanne de contrôle. La vanne de contrôle sert à;
  - Fourniture adéquate d'eau et gestion du caractère rotationnel de l'eau
  - Contrôle du plan d'eau et du débit à l'amont de la vanne de contrôle
  - Un pont pour passer le canal
- (3) Dalot d'irrigation: Là où les canaux croisent les pistes, 13 dalots d'irrigation sont nécessaires. Le type rectangulaire en béton sera utilisé pour les canaux principaux, et les passages busés pour les latéraux et les tertiaires.
- (4) Aqueduc: un aqueduc sur le canal d'irrigation No. 1, là où le canal principal passe le canal principal de drainage No. 1, et un dalot de drainage pour le canal de drainage.
- (5) Vannes pour eaux excédentaires: Des vannes pour eaux excédentaires seront installées pour éliminer l'excès d'eau et protéger les canaux d'irrigation là où ils se terminent et là où ils passent ('traversent') des canaux de drainage. Si nécessaire, des déversoirs seront ajoutés aux endroits appropriés.

## 2) Dessins structurels standard pour chaque structure:

Des dessins structurels standard sont préparés en fonction des dimensions des canaux en terre, des passages de pistes et de drains, etc. Des dessins standard pour ouvrages de répartition, vannes de contrôle et dalots d'irrigation sont présentés dans la Figure 3.16 et la Figure 3.17.

Figure 3.16: Structure standard d'un ouvrage de répartition

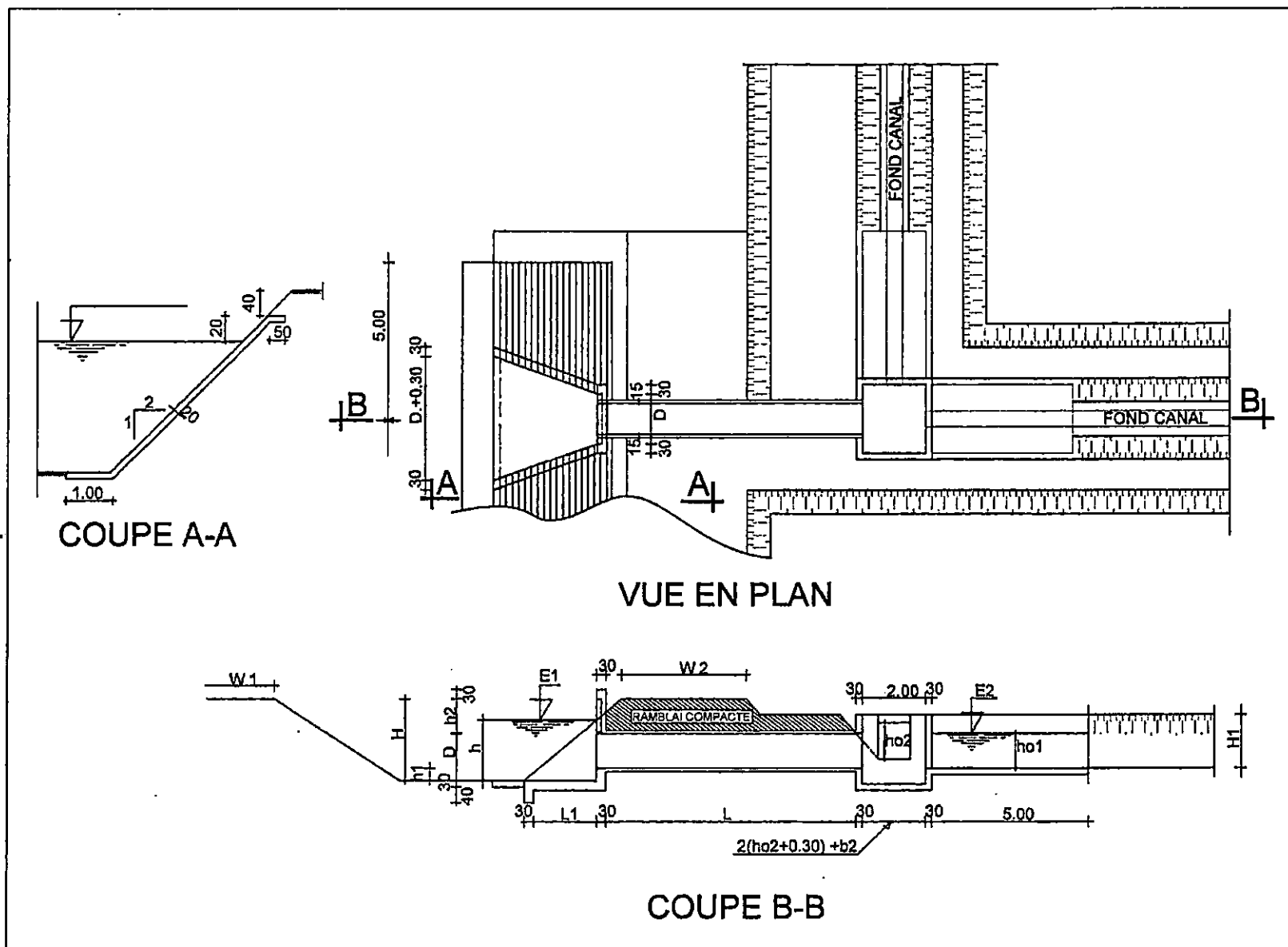
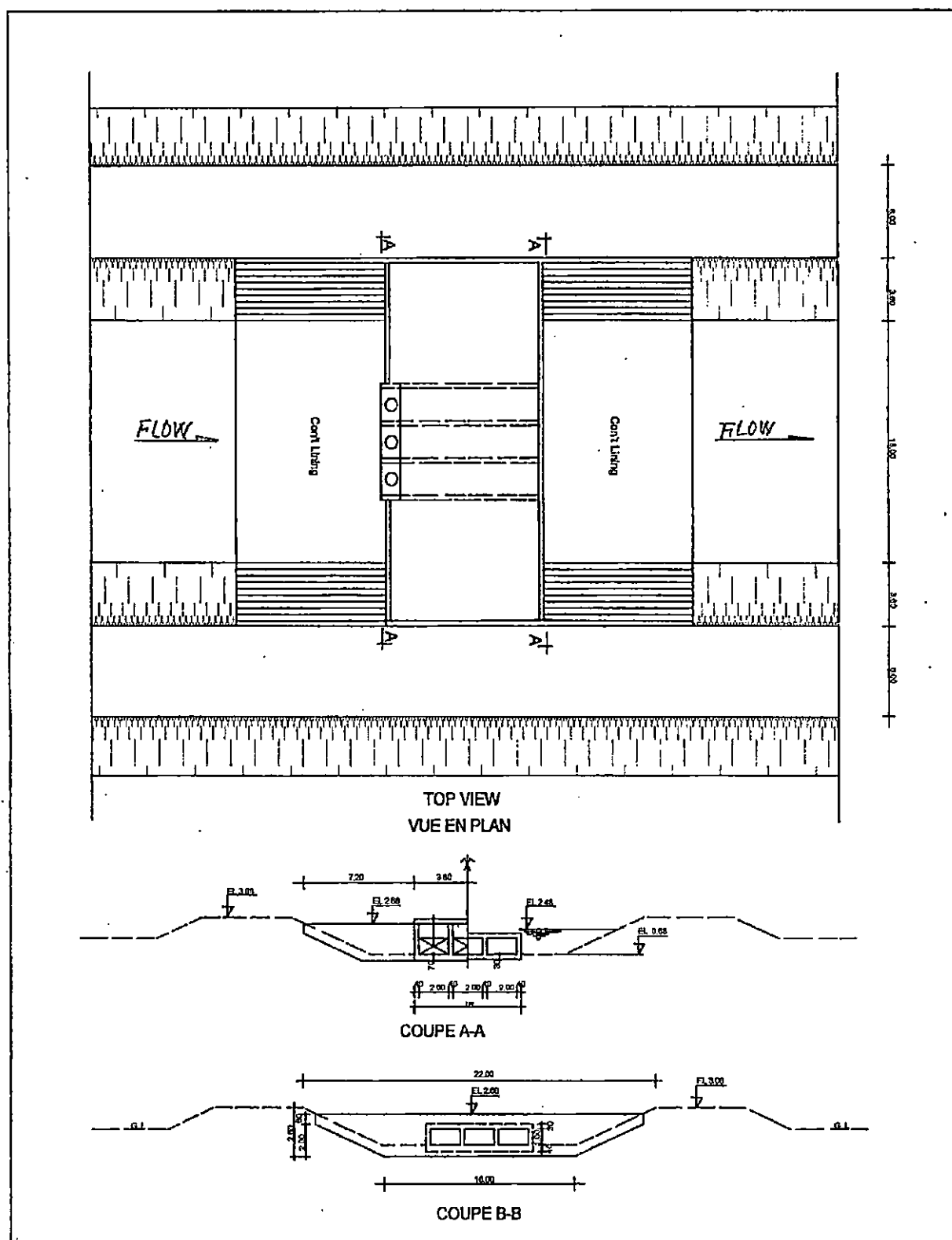


Figure 3.17: Structure standard d'une vanne de contrôle



### 3.9 Etude du Système de Drainage et des Canaux de Drainage

#### 3.9.1 Débit Unitaire de Drainage

Le débit unitaire de drainage est calculé sur la base d'une pluie de 75 mm/jour (la pluviométrie annuelle est d'environ 300 mm), d'une lame d'eau de 15 cm et d'une période de drainage de 2 jours.

Débit unitaire de drainage:  $q = 0.075 \text{ m} \times 10,000 \text{ m}^2 / 86,400 \text{ s} = 8.68 \text{ l/s/ha}$

La capacité de la station de pompage de drainage existante est de  $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce qui est très peu comparé au débit total de drainage requis de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ . La station de pompage de drainage est utilisée pour le drainage ordinaire. Cependant, l'accroissement de la capacité du canal contribuera au stockage temporaire d'eaux excédentaires pendant la saison des pluies. Les canaux principaux seront agrandis de 12% par rapport à ce qui existe. Les déblais tirés de l'excavation des canaux peuvent être utilisés comme matériaux de remblais des pistes.

#### 3.9.2 Système de Drainage

La zone du projet Grande Digue & Tellel, d'une surface brute de 4,219 ha (surface irriguée 3,300 ha, surface des infrastructures 300ha, surface sans aménagement 619 ha) sera drainée vers le drain de Kassack et le marigot Lampsar comme le système de drainage existant. Le canal principal de drainage No. 1 (2.5 km de long), le principal No. 2 (1.4 km de long), et le principal No. 3 (4.7 km de long) draineront vers le drain de Kassack. Les surfaces additionnelles aménagées seront drainées directement dans le Lampsar. La surface drainée par chaque canal de drainage est indiquée dans le Tableau 3.20.

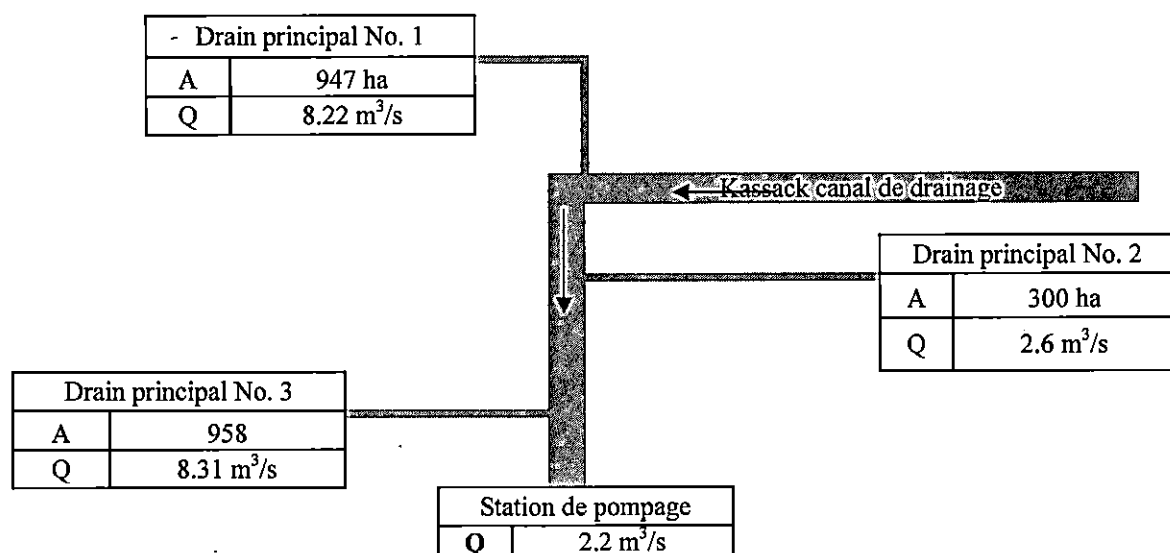
Tableau 3.20: Surface drainée par chaque canal principal de drainage

Canal de drainage	Surface drainée	Surface bénéficiaire
Drain principal No. 1	947 ha	Aménagement existant Grande Digue: 789*1.2
Drain principal No. 2	300 ha	Partie Est de l'aménagement Tellel: environ 300 ha
Drain principal No. 3	958 ha	Partie Ouest de l'aménagement Tellel: 798*1.2
Autre/drainage direct	2,014 ha	Surface additionnelle du projet, parties basses et parties non aménagées: drainage direct dans le Lampsar ou vers les terres basses
Total	4,219 ha	

#### 3.9.3 Système de Drainage

L'aménagement Grande Digue & Tellel existant a 3 systèmes de canaux de drainage qui envoient l'eau de drainage vers le drain de Kassack. Le canal de drainage de Kassack est connecté à la station de pompage comme montré dans la Figure 3.18.

Figure 3.18: Système de drainage des drains principaux



### 3.9.4 Plan Standard et Dimensions des Canaux de Drainage

Les dimensions des principaux canaux de drainage sont données dans le Tableau 3.21 et le Tableau 3.22.

Tableau 3.21: Section transversale des canaux principaux de drainage

Principal	Surface (ha)	Q1 (m³/s)	A			V				Q2 (m³/s)
			B	h	A	1/n	R <sup>2/3</sup>	1/i	V	
D1	947	8.22	7.0	2.00	20.00	33	1.256	10,000	0.419	8.77
D2	300	2.60	4.0	1.40	8.54	33	0.902	10,000	0.321	2.74
D3	958	8.32	7.0	2.00	20.00	33	1.256	10,000	0.419	8.77

Ici, Q<sub>1</sub>: Envisagé, Q<sub>2</sub>: Réel

Tableau 3.22: Dimensions de la section transversale des canaux de drainage

A (ha)	Q (m³/s)	V (m/s)	Dimensions					
			B (m)	H (m)	w (m)	w <sub>1</sub> (m)	w <sub>2</sub> (m)	S
947	8.22	0.419	7	2.30	16.2	4.0	7.0	1:1.5
300	2.6	0.321	4	1.70	10.8	4.0	7.0	1:1.5
958	8.31	0.419	7	2.30	16.2	4.0	7.0	1:1.5

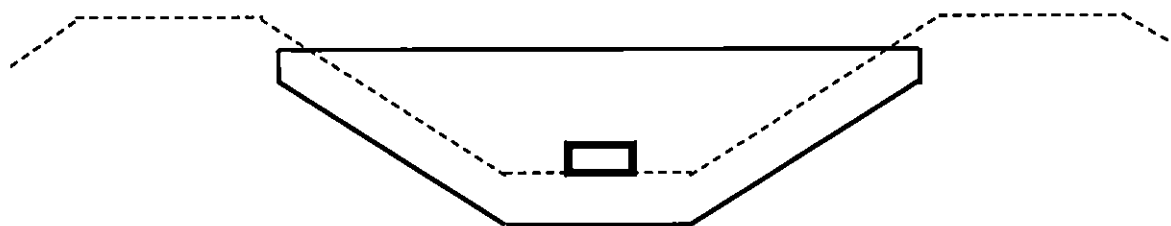
Ici, B: Largeur plafond, H: Profondeur totale, w: Largeur en gueule, w<sub>1</sub>: Largeur piste gauche, w<sub>2</sub>: Largeur piste droite

### 3.9.5 Structure de Drainage

Là où le drain passe ("traverse") des pistes ou des canaux d'irrigation, un dalot de drainage en béton ou un passage busé en béton sont installés dans les canaux principaux et les canaux latéraux de drainage, respectivement. Le nombre total de dalots de drainage dans l'aménagement existant est de 119; 15 pour les canaux principaux, 15 pour les canaux latéraux et 89 pour les canaux tertiaires. Pour les surfaces d'extension, le levé sera fait plutard. Les plans type sont indiqués dans la Figure 3.19.



Figure 3.19: Plan type d'un dalot de drainage (Type BOX )



### 3.10 Plan des Pistes d'Entretien des Canaux et des Pistes d'Exploitation

Les deux cavaliers des canaux principaux d'irrigation et des canaux principaux de drainage seront aménagés pour être des pistes. La piste à droite sera une piste pour l'entretien du canal et la piste à gauche sera une piste d'exploitation. La piste d'entretien du canal sera élargie de 4 m à 7 m avec un revêtement en latérite (épaisseur 20 cm \* largeur 5 m), ce qui la rend utilisable pour la circulation même les jours de pluie (voir la Figure 3.20). Les pistes d'entretien longeant les canaux principaux d'irrigation et ceux de drainage fonctionneront comme principales pistes dans le réseau de pistes qui inclut d'autres pistes d'exploitation. En plus des pistes d'exploitation existantes, de nouvelles pistes d'exploitation seront installées lelong des latéraux de drainage ou des canaux tertiaires. Les nouvelles pistes d'exploitation auront une largeur de 4 m et seront construites avec des matériaux venant des déblais faits pendant la construction des drains. Le remblais des pistes d'exploitation sera compacté à 95% de l'OPM ou plus. Toutes les pistes d'exploitation seront connectées aux pistes d'entretien, aux pistes locales ou aux routes nationales.

Figure 3.20: Section montrant l'emplacement de la latérite



### 3.11 Plan de Développement Agricole

#### 3.11.1 Plan de Développement Agricole

##### 3.11.1.1 Estimation des Modèles de Culture et Productions Avec et Sans Projet.

##### 1) Surface Agricole Bénéficiaire Avec et Sans Projet

Les surfaces irrigables étaient de 3,000 ha comprenant 2,500 ha de réhabilitation et 500 ha de nouvelles surfaces irriguées dans la requête de financement envoyée par le Gouvernement Sénégalais.

Sur la base de cette requête, les Consultants ont exécuté un levé topographique et tenu une série de rencontres avec la SAED et des Représentants des Organisations Paysannes. Les surfaces irriguées de réhabilitation/extension sont indiquées dans le Tableau 3.23.

Table 3.23: Surfaces irrigables présentes et futures (sans et avec Projet) du Projet

	Présent (A)			Futur (B)			(B-A)
	GDT	Hors GDT	Total	Réhabilitation	Nouveau	Total	
Surface(ha)	1,690	1,308	2,998	2,998	302	3,300	302

Notez: GDT: surface irrigable par la station de pompage Grande Digue-Tellel existante;

Hors GDT: Les zones autour de GDT qui peuvent être irriguées par des pompes privées.

Source: Etude de Terrain

##### 2) Surfaces Réellement Cultivées Actuellement

D'après les enquêtes sur les GIE, SV, GTF, et fermes privées, les surfaces cultivées par saison de culture sont les suivantes:

- i) 1,165 ha sur 1,690 ha de surfaces irrigables de GDT, et 581 ha sur 1,308 ha ont été cultivés en riz et 57 ha des zones voisines ont reçu d'autres cultures, telles que l'arachide et la patate douce en saison des pluies.
- ii) La station de pompage de GDT n'a pas fonctionné en saison sèche, et donc les paysans ne pouvaient pas cultiver en saison sèche chaude et en saison sèche froide dans les zones GDT;
- iii) Les zones environnantes peuvent cultiver 166 ha de riz et 10 ha de gombo, d'aubergine et de Diakhathou pendant la saison sèche chaude avec des pompes privées; et
- iv) 1.5 ha de terres environnantes ont reçu comme cultures le gombo et l'aubergine en saison sèche froide.

Les surfaces présentement cultivées sont indiquées dans le Tableau 3.24.

##### 3) Présente Production Agricole

A cause d'un manque d'eau d'irrigation dans la zone de GDT, les surfaces récoltées ont diminué, et les rendements ont été environ 30 pour cent plus faibles que la moyenne d'autres zones irriguées, 5,650kg/ha→3,820kg/ha. Les paysans des zones voisines de GDT ont utilisé des pompes privées à

leurs frais, les rendements par ha ont été 22 pour cent plus élevés que dans les zones GDT, même si les coûts de production ont été plus élevés que dans les zones GDT.

La production totale de riz a été estimée à 8,097 M/T pour toutes les saisons. En plus, la production d'arachide et de patate douce a été estimée à 227 M/t dans la zone du Projet.

Les rendements et productions actuels sont donnés dans le Tableau 3.24.

Tableau 3.24: Surfaces récoltées, rendements, et production actuels

Spéculation	Article	Cultures					Total
		Saison des pluies		Contre saison chaude		Contre saison	
		GDT	Hors GDT	GDT	Hors GDT	Hors GDT	
Riz	Surface récoltée (ha)	1,165	581	-	166	-	1,91
	Rendement (kg/ha)	3,824	4,659	-	5,651	-	4,23
	Production (M/T)	4,455	2,707	-	935	-	8,09
Arachide	Surface récoltée (ha)	-	18	-	-	-	18
	Rendement (kg/ha)	-	1,450	-	-	-	1,45
	Production (M/T)	-	26	-	-	-	26
Patate Douce	Surface récoltée (ha)	-	34	-	-	-	34
	Rendement (kg/ha)	-	4,706	-	-	-	4,70
	Production (M/T)	-	160	-	-	-	160
Gombo	Surface récoltée (ha)	-	-	-	7.4	1	8.4
	Rendement (kg/ha)	-	-	-	811	3,000	1,07
	Production (M/T)	-	-	-	6	3	9
Aubergine	Surface récoltée (ha)	-	-	-	1.1	0.5	1.6
	Rendement (kg/ha)	-	-	-	9,090	8,000	8,75
	Production (M/T)	-	-	-	10	4	14
Diakhatau	Surface récoltée (ha)	-	5	-	1.5	-	6.5
	Rendement (kg/ha)	-	2,500	-	3,520	-	2,77
	Production (M/T)	-	13	-	5	-	18

Source: Enquête des GIE

#### 4) Estimation des Surfaces Cultivées Futures et des Productions.

La zone du Projet sera irriguée avec une (1) station de pompage et un système de canaux d'irrigation et de drainage après la réalisation du Projet, et ainsi, il sera possible de cultiver toute la surface irrigable pour toutes les trois (3) saisons de culture<sup>5</sup>. En plus, puisque la station de pompage utilisera l'énergie solaire, les paysans peuvent réduire le montant des factures d'électricité; les surfaces cultivées augmenteront.

En vue de réaliser rapidement les objectifs du Projet – accroissement de la production et des revenus paysans, et agriculture soutenable – il est nécessaire de soutenir le Service d'Appui aux Agriculteurs (FSS), en plus du développement du périmètre irrigué.

<sup>5</sup> Hot Dry Season (Apr.-Jul.); Rainy Season (Aug.-Nov.); Cool Dry Season (Dec.-Mar.)

Le FSS contribuera à l'amélioration rapide des techniques de culture; à l'augmentation de la production agricole grâce au respect du calendrier cultural, à une application correcte des engrais, et au contrôle des mauvaises herbes. Le FSS pourrait consister en:

- i) Appui pour les machines agricoles, tels que les tracteurs, les batteuses, etc;
- ii) Appui pour les intrants à l'intention des paysans pauvres, tels que les semences certifiées, les engrais, et les pesticides/herbicides;
- iii) Activités de vulgarisation, telles que les fermes de démonstration, la formation des paysans, les voyages d'étude, et d'autres activités de conseil ;
- iv) Appui pour le matériel post récolte, tel que les décortiqueuses;
- v) Appui pour la mise sur pieds et le renforcement des Organisations Paysannes; et
- vi) Autre appui, tel que l'appui aux activités féminines, et l'augmentation des revenus des activités non-agricoles.

C'est pourquoi, cette FS suggère deux (2) alternatives, avec FSS et sans FSS, et estime les bénéfices comparés dans les deux (2) alternatives. Les détails du FSS sont donnés dans la Section 4.3.

Comparaison de la production estimée dans le futur entre alternatives:

(1) Dans le cas avec FSS

- i) Surfaces cultivées en hivernage: riz 3,300ha (100%)
- ii) Surfaces cultivées en CSC: riz 2,310ha (70%)
- iii) Surfaces cultivées en CSF: légumes (tomate, oignon, etc.) 330ha (10%)
- iv) Rendements par ha:
  - A présent (sans Projet): 4,250 kg/ha (paddy)
  - Dans le futur (Avec Project): Hivernage 6,000kg/ha, CSC 7,000kg/ha(Paddy)  
\* Les futurs rendements sont estimés sur la base du Projet Dagana (don de la KOICA), et le périmètre Debi Tiguet (don de la JICA), où des programmes FSS et de développement des systèmes d'irrigation ont été exécutés.
- v) Accroissement total de la production: it est estimé que l'accroissement sera de 27,873 M/T de riz (paddy), 5.5 pour cent des objectifs de la GOANA, de 8,097 M/T actuellement à 35,970 M/T dans le futur; et une augmentation de 4,719 M/t de légumes.

(2) Dans le cas sans FSS

- i) Surfaces cultivées en hivernage: riz 3,300ha (100%)
- ii) Surfaces cultivées en CSC: riz 1,980ha (60%)
- iii) Surfaces cultivées en CSF: Aucune, à cause d'un manqué de d'un manqué de techniques de culture et et d'intrants.
- iv) Rendements par ha:
  - Actuellement (sans Projet): 4,250 kg/ha (paddy)
  - A l'avenir (avec Projet): Hivernage 5,000kg/ha, CSC 6,000kg/ha(Paddy)  
\* Les rendements futurs sont estimés sur la base des surfaces irriguées bien équipées, mais sans FSS.
- v) Augmentation totale de la production: il est estimé que 20,283 M/T de riz (paddy) constitueront l'augmentation de 8,097 M/T actuellement à 28,380 M/T à l'avenir.

Les détails sur les surfaces cultivées et l'augmentation de production à présent et dans le futur, et dans les cas avec et sans FSS sont donnés dans le Tableau 4.3, et le Tableau 4.4.

### **5) Estimation du Revenu Net actuellement et dans le futur**

Dans le but d'estimer les bénéfices des cultures actuelles (profits), les Consultants et la Délégation de Dagana de la SAED ont étudié les GIE et les paysans sur les revenus bruts actuels et les coûts de production, et ont analysé les résultats de l'étude et les données qui existent à la SAED.

Le revenu brut actuel estimé du riz par ha est de 540,141 FCFA; les coûts de production sont de 370,380 FCFA; et le revenu net est de 169,761 FCFA. Dans le cas avec FSS, les revenus bruts futurs estimés sont de 817,500 FCFA; les coûts de production sont de 409,824 FCFA; et le revenu net est de 407,676 FCFA. Et dans le cas sans FSS, le revenu brut futur estimé est de 685,313 FCFA; les coûts de production sont de 415,750 FCFA; et le revenu net est de 269,562 FCFA.

Dans le cas avec FSS, l'accroissement total estimé des bénéfices du Projet (profits) est de 2,052,647,000 FCFA (de 340,306,000 à 2,392,953,000 FCFA) ou 868,000 FCFA (USD 1,801) par famille. Dans le cas sans FSS, l'accroissement total estimé des bénéfices du Projet (profits) est de 1,082,984,000 FCFA (de 340,306,000 à 1,423,290,000 FCFA) ou 465,000 FCFA (USD 970) par famille.

### **3.11.2 Services d'Appui aux Agriculteurs**

#### **3.11.2.1 Besoin d'avoir des Services d'Appui aux Agriculteurs (FSS)**

Les concepts et les procédures pour le développement rural, y compris le développement de l'irrigation, qui sont gérés par les paysans eux-mêmes, est une voie relativement nouvelle. Il y a donc très peu d'expérience de participation paysanne dans les activités liées aux projets d'irrigation au Sénégal. Même si des infrastructures bien faites existent, s'il n'y a pas de propriété privée et de système de gestion, cela peut ne pas être utile pour les bénéficiaires. La plupart des bénéficiaires du Projet n'ont pas assez de connaissances et de techniques culturales, et font face à un manque d'intrants et de main-d'œuvre comme d'habitude. C'est pourquoi, l'utilisation de l'infrastructure est limitée et les bénéfices du Projet ne sont pas atteints.

C'est pourquoi, dans les Agences d'Aide Internationale pour pays sous développés et en voie de développement, telles que Asian Development Bank (ADB), World Bank (WB), African Development Bank (AfDB), FAO, IFDA, il faut inclure des composantes du FSS ou de l'Appui au Développement Rural-Rural Development Support- (RDS) dans les projets de développement des infrastructures rurales y compris les projets de développement de l'irrigation comme d'habitude.

Il y a eu au Sénégal des cas de périmètres irrigués dont certaines parties sont restées en jachère (pas de cultures) pendant plusieurs années après la réalisation du système d'irrigation, tels que Kassack, et le périmètre Lampasar ces dernières années.

Les projets de développement de l'irrigation qui ont réussi dans le bassin du fleuve Sénégal, le Périmètre Debi Tiguet (JICA), et le Périmètre Bountou Bath (KOICA), ont été réalisés avec FSS et ont eu du succès dès le début et peuvent réussir dans la durée. Les paysans de la zone de ces projets

ont eu un rendement de 6.5 M/T par ha. Ces succès sont supérieurs à ceux des perimetres où il n'y a pas eu le FSS, perimetres qui ont eu 5 à 5.5 M/T de rendement par ha.

Dans le cas du périmètre de Bountou Bath, don de la KOICA, la première campagne après la réalisation de l'aménagement, en hivernage 2009 (Juillet-Novembre) a eu pour rendement 6.4 M/T par ha en moyenne, et en 2010 la CSC (March-July) également devrait enregistrer un plus grand rendement que la saison d'avant.

Le FSS est très utile au paysan dans les zones irriguées. C'est pourquoi, cette Etude de Faisabilité (FS) a analysé et comparé deux (2) alternatives, avec FSS, et sans FSS.

### **3.11.2.2 Composantes du FSS**

Dans le but d'aider les paysans et réaliser rapidement les bénéfices du Projet, comme le demandent les bénéficiaires, les programmes suivants d'appui aux agriculteurs sont recommandés (temporairement) en plus de la réalisation du système irrigué.

- i) Soutien à la mise sur pieds et au renforcement d'organisations/associations paysannes, telles que Union des GIE et en dessous des GIE;
- ii) Apporter un appui à la vulgarisation agricole, tel que les fermes de démonstration, la formation des paysans, les voyages d'étude, et d'autres activités de conseil;
- iii) Soutien pour les machines agricoles, telles que les tracteurs, les batteuses, et d'autres machines;
- iv) Soutien pour les équipements de traitement de la production agricole tels que les décortiqueuses;
- v) Appui pour les intrants agricoles, tels que les semences certifiées, les engrais, les pesticides, et les herbicides;
- vi) Appui pour l'Opération et la Maintenance (O & M) des équipements d'irrigation; et
- vii) Appui pour les autres activités telles que, les activités des femmes et la génération de revenus non agricoles et l'amélioration des conditions de vie des bénéficiaires.

Dans le but de faire réussir le système d'irrigation y compris le FSS, les concepts suivants devraient être soulignés:

- i) Tous les programmes sous FSS doivent être préparés sur la base de la méthodologie participatoire du bas vers le haut pour les bénéficiaires.
- ii) L'Union des GIE devrait être établie, et les leaders du groupe (président, membres exécutifs) devraient être choisis par les bénéficiaires eux-mêmes. Le choix de bons leaders sera un facteur clé pour le succès du Projet.
- iii) Les activités du FSS devraient avoir lieu pendant la période de construction, telles que la mise sur pieds des GIE, l'affectation des terres, la formation des paysans, l'installation de décortiqueuses, l'achat de machines agricoles, et la préparation des intrants agricoles et la mise sur pieds du règlement approprié.

### **3.11.2.3 Mise sur pieds et Renforcement des Organisations Paysannes**

Comme mentionné dans la Section 3.5 et le Tableau 3.9, il y a 59 Organisations

Paysannes/FermesPrivées, 47 GIE; 2 GPF; 12 SV; 10 Fermes Privées, dans la zone du Projet, et aussi l'Union des GIE a été établie. Les activités de l'Union des GIE étaient limitées à cause de systèmes d'irrigation non fonctionnels. C'est pourquoi, les Organisations Paysannes ne voulaient pas abandonner l'aménagement irrigué, et ont demandé à la SAED la réhabilitation de l'aménagement.

En vue de faire fonctionner et entretenir correctement le système irrigué après les travaux d'aménagement, il est nécessaire de réorganiser et renforcer l'organisation paysanne. Et aussi l' Union des GIE devrait être mise sur pieds pour une O & M efficiente du système d'rrigation et des équipements, et la conduite des activités FSS. Les Organisations Paysannes devraient être établies et gérées par la méthode participatoire du bas vers le haut. Tous les GIE doivent être forms officiellement auprès du représentant competent de l'Etat (CCIAR<sup>6</sup>).

Il sera nécessaire de renforcer les activités des GIE, à travers des programmes de mise sur pieds et de formation, avec les conseils et la supervision de la Délégation de Dagana de la SAED. L'Union des GIE devrait être responsable pour l'O & M des systèmes irrigués; la conduite et la gestion des intrants agricoles dont la fourniture sera appuyée par le Projet sous forme de micro-credit; l'Union est aussi responsable pour l'utilisation correcte, la maintenance et le management des machines agricoles et des machines de décortiquage.

#### 3.11.2.4 Plan de travail pour le Service d'Appui aux agriculteurs

La plupart des paysans de la zone du Projet sont pauvres et manquent d'expérience pour des cultures toute l'année, deux (2) ou trois (3) campagnes par an. C'est pourquoi, après l'augmentation des surfaces suivant la réalisation du Projet, les paysans feront face aux problèmes suivants:

- i) Manque (connaissances insuffisantes) de techniques de culture;
- ii) Manque de personnels agricoles;
- iii) Manque d'intrants agricoles, tels que les semences, les engrais, les pesticides/les herbicides;
- iv) Manque de technique et d'expérience pour l'O & M des équipements, tels que le système de capteurs solaires, et les systèmes d'irrigation; et
- v) Coûts de production accrus pour un aménagement aggrandi, tels que la préparation des terres, le battage , et le décortiquage.

En vue d'aider les paysans et réaliser rapidement les benefices du Projet, les progammes suivants d'appui aux agriculteurs sont recommandés (temporairement) en plus de la réalisation du système irrigué, sur la base d'une demande par les bénéficiaires.

- i) Appui pour la mise sur pied et le renforcement des associations paysannes, telles que l'Union des GIE et en dessous des GIE: USD 10,000;
- ii) Fournir des services de vulgarisation agricole, tels que les fermes de démonstration, et la formation des paysans: USD 50,000
- iii) Appui pour les machines agricoles: USD 1,700,000
- iv) Appui pour des équipements de traitement de la production agricole tels que les décortiqueuses: 2 jeux, USD 500,000

<sup>6</sup> Saint Louis Regional Office of Commerce Industry and Agriculture (GIE등록 및 허가 관청)

- v) Etablissement d'un système de micro crédit pour l'achat d'intrants agricoles: USD 500,000
- vi) Appui pour l'Opération et la Maintenance (O & M) des équipements d'irrigation: USD 10,000
- vii) Autres: USD 230,000

Le budget estimé pour le FSS est de USD trois millions (US\$ 3,000,000). Les détails de l'estimation du budget sont donnés dans Agriculture Report, Appendix (Annexe) 4.

### 3.11.2.5 Plan Financier du FSS

La plupart des paysans de la zone du Projet GDT sont pauvres et ont peu d'expérience d'une agriculture toute l'année, et ainsi ils auront à faire face aux problèmes suivants.

- i) Manque de maind'œuvre;
- ii) Manque de fonds pour l'achat d'intrants agricoles;
- iii) Difficultés pour une O & M efficiente des équipements d'irrigation, et des infrastructures; et.
- iv) Doivent payer des prix élevés pour la préparation des sols, le battage, et le décortiquage du riz.

Le plan d'aménagement et de réhabilitation sera financé par un prêt. Les activités FSS sont habituellement directement financées pour les paysans et/ou les organisations paysannes. Les plans FSS sont en général financés sur don.

Il est recommandé que le budget du FSS soit financé par don d'une source internationale et/ou par subvention gouvernementale.

### 3.11.2.6 Calendrier d'Exécution du FSS

Comme mentionné dans la Section 3.2, il est recommandé que le FSS commence par une composante développement de l'irrigation. Le calendrier de mise en œuvre suggéré est donné dans la Figure 3.25

Figure 3.25: Calendrier (chronogramme) de mise en œuvre du FSS

Tâche	Année 0				Année 1				Année 2				Année 3			
Avant- Projet Détaillé																
Adjudication pour travaux de construction																
Construction des infrastructures																
Services d'Appui aux Agriculteurs (FSS)																
Connaissance duProjet et mise su piedsd'une Association Provisoire d'Agriculteurs																
Renforcement des Associations d'Agriculteurs (GIE/IFA)																
Appui à la conception d'un système d' irrigation avec une méthode participatoire																
Appui à la construction d' infrastructures avec la contribution des paysans																
Mise en oeuvre des activités FSS, et préparation, formation sur l' O & M																
Rétrocession des infrastructures et des activités à l'Association desAgriculteurs (GIE/IFA)																



Les travaux FSS peuvent être répartis en 6 Événements Marquants, et 21 Etapes détaillées. Le Tableau 4.7 montre l'Echantillon du Plan de Travail pour le Service d'appui aux Agriculteurs du Projet. Les 6 Événements Marquants sont comme suit:

- Événement 1: Connaissance du Projet et mise sur pieds d'une Association Provisoire d'Agriculteurs;
- Événement 2: Renforcement des Associations d'Agriculteurs (GIE/IFA);
- Événement 3: Appui à la conception du système d'irrigation d'une manière participatoire;
- Événement 4: Appui pour la construction d'infrastructures avec une contribution des paysans;
- Événement 5: Préparer le Plan d'Action FSS et la conduite des activités FSS, et préparer le manuel O & M pour les infrastructures, et la formation sur l'O & M
- Événement 6: Rétrocession des infrastructures et des activités à l'Association des Agriculteurs (GIE/IFA)

Ce calendrier de mise en oeuvre est provisoire. Les véritables calendriers détaillés de mise en oeuvre doivent être préparés sur la base des demandes formulées par les bénéficiaires après l'étude et après discussion avec les paysans.

### **3.12 Plan de Réalisation du Projet**

#### **3.12.1 Etape Préliminaire dans la Réalisation**

Après cette étude de faisabilité et d'avant-projet sommaire, ce projet sera réalisé sur la base d'un prêt. L'on estime qu'il faut environ une année pour l'accord de prêt, l'avant-projet détaillé, et le choix du consultant superviseur des travaux.

Juste après l'APS, un appel d'offres international pour le choix de l'entreprise de construction est envisagé. La période de préparation jusqu'au début des travaux d'aménagement est estimée à environ deux ans après la fin de cette étude de faisabilité et de l'APS. La période de préparation peut être ajustée pendant la phase de préparation.

Les offres couvriront plusieurs domaines, notamment les équipements d'irrigation, les équipements mécaniques, électriques et les magasins, etc.

#### **3.12.2 Planning de Réalisation**

Une période totale de construction de deux ans est envisagée. La majeure partie du travail, à l'exception de certains travaux spéciaux, sera faite en saison sèche.

Les travaux relatifs à l'irrigation commenceront dès le début après une période de préparation. L'installation des pompes, des équipements électriques et du système photovoltaïque commencera quand les travaux de génie civil de la station de pompage auront progressé de 50%.

Du matériel de construction pour travaux de génie civil sera utilisé, mais la participation de la main-d'oeuvre locale est souhaitable du fait des bénéfices sociaux.

Les terres pour travaux de terrassement seront prélevées dans les zones hautes après analyse de leurs caractéristiques. Les tests de sols en laboratoire sont requis pour le choix de matériaux de qualité. D'autres matériaux comme le bois, les aciers, les autres matériaux en acier, le carburant, le ciment, etc. peuvent être disponibles sur le marché au Sénégal.

Le calendrier de réalisation du Projet est présenté dans le Tableau 3.26.

Tableau 3.26: Calendrier de réalisation du Projet

Description	2010				2011				2012				2013				2014				2015			
	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D
<b>A Feasibility Study and Basic Design</b>																								
<b>B Loan Arrangement</b>																								
<b>C Selection of Consultant</b>																								
<b>D Detailed Design*</b>																								
a. Civil Works																								
a-1 Pumping Station																								
a-2 Rehabilitation of Canal and Canal structures																								
b. Ware House																								
<b>E Procurement of Contractor</b>																								
a. Civil Works																								
a-1 Mechanical & Electrical																								
a-2 Rehabilitation of Canal & Canal Structures																								
b. Ware House																								
<b>F Land Compensation</b>																								
<b>G Construction Works</b>																								
a. Civil works																								
a-1-Rehabilitation of Irrigation System																								
- Construction of Pumping Station																								
- Construction of Main Irrigation Canals)																								
- Construction of Main Drainage channel																								
- Construction of Canal Roads																								
- Construction of Secondary Canals)																								
- Construction of Tertiary Canals																								
- Construction of Canal Structures																								
- Laterite Pavement of inspection road																								
- Ware House																								
a-2. Mechanical and Electrical Works, Solar Energy																								

Note: \* including survey and preparation of PQ/Tender documents

### 3.13 Coût du Projet

#### 3.13.1 Général

Les prix unitaires utilisés dans l'étude de faisabilité sont tirés des données SAED pour des projets semblables réalisés et en cours de réalisation.

Voici quelques éléments en jeu pour le coût du projet.

- i) Coût direct du projet: Cela consiste en coûts directs de construction et en coûts d'ingénierie. Les coûts directs de construction incluent les coûts de la main-d'œuvre, des matériaux, des équipements, du transport, de fonctionnement et profits. Les coûts d'ingénierie incluent les

coûts de l'APD et de la supervision des travaux.

- ii) Coût indirect du projet: Ce sont les autres coûts non inclus dans les coûts directs du projet, tels que les taxes, les tarifs, les imprévus (physiques et prix), le coût de gestion du projet, la compensation relative aux terres, et la charge de service de l'agence de financement.

Le volume de travail est calculé sur la base de l'APS.

### 3.13.2 Conditions du Calcul

Les prix unitaires pour le calcul des coûts du projet ont été préparés sur la base des conditions suivantes.

- i) Il est supposé que l'adjudicataire suive les directives pour la réalisation du projet, directives venant de l'agence de financement.
- ii) L'adjudicataire peut acheter de l'équipement, des matériaux, et autres biens nécessités par les travaux de construction.
- iii) Les prix unitaires sont basés sur les prix de Juin 2010.
- iv) La moyenne des taux de change de la monnaie locale vis-à-vis du US\$ pendant les cinq dernières années est appliquée. US\$:FCFA=1.0:480.
- v) Les coûts du Projet sont estimés en monnaie étrangère et en monnaie locale. Les domaines couverts par chaque monnaie sont décrits ci-dessous.

#### (1) Monnaie étrangère:

- Equipements et matériels importés
- Coûts et profits indirects des compagnies Coréennes
- Salaires du personnel technique Coréen

#### (2) Monnaie locale

- Equipements et matériaux produits localement
- Coûts et profits indirects de compagnies locales
- Les salaires des travailleurs locaux
- Compensation pour la terre (foncière)
- Taxes

### 3.13.3 Calcul des Prix Unitaires

Les prix unitaires sont calculés sur la base de l'expérience acquise en matière de prix unitaires dans des projets similaires réalisés sous l'autorité du Gouvernement Sénégalais. Les prix unitaires consistent en coûts directs de construction et coûts généraux.

Les coûts directs de construction prennent en considération des éléments majeurs du coût des équipements, de la main-d'œuvre et des matériaux. Les éléments pour le coût du transport et les sources de matériaux sont aussi pris en considération.

Les coûts généraux incluent les coûts d'opération & les profits, la mobilisation & et la démobilisation, les cautions, les coûts de la maind'œuvre et les coûts annexes. Dans ce projet 100% du coût direct de construction est appliqué. La part du coût des équipements, de la maind'œuvre et des matériaux dans les prix unitaires, et la répartition entre monnaie étrangère et monnaie locale sont décrites dans l'Annex.

### 3.13.4 Calcul des Coûts Directs du Projet

#### 3.13.4.1 Coûts Directs de Construction

Les coûts directs de construction sont calculés en multipliant la quantité de chaque travail par le prix unitaire de ce travail, pour chaque type de travail.

Le projet de réhabilitation de l'aménagement de Grande Digue & Tellel consiste en i) Une station de pompage – des travaux de génie civil, ii) une station de pompage – équipements mécaniques, iii) Une station de pompage –des équipements électriques, iv) Canaux & pistes, et vi) Magasin, comme indiqué ci-dessous.

Type de travail	Réhabilitation et renforcement
i) Station de pompage – génie civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réhabilitation ou renforcement de la station de pompage existante</li> <li>- Nouvelle station de pompage –bâtiment, chenal d'amenée</li> <li>- Agrandissement du chenal d'amenée</li> <li>- Chambres d'aspiration et de refoulement</li> <li>- Vanne, batardeau, grille, grue, etc</li> </ul>
ii) Station de pompage – équipements mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pompes submersibles pour nouvelle station de pompage et accessoires mécaniques, etc.</li> </ul>
iii) Station de pompage – équipements électriques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- chambre électrique intégrée, armoire de commande, renforcement de la ligne électrique</li> <li>- Equipements de mesure et de contrôle</li> <li>- Energie à la station de pompage, système photovoltaïque</li> </ul>
iv) Canaux & pistes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réhabilitation de canaux et ouvrages sur canaux</li> <li>- Revêtement de pistes d'entretien, pistes d'exploitation et pistes d'entretien de canaux</li> </ul>
v) Magasin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stockage des céréales, des équipements agricoles, des engrais et produits chimiques, décortiqueuses, bureau , etc.</li> </ul>

#### 3.13.4.2 Coûts de la Consultance

Le coût des services de consultance du projet au Senegal varie de 5 à 15% du coût des travaux de génie civil. Le coût de la consultance a été calculé sur la base de du coût des personne-mois requis et d'autres dépenses à différentes étapes.

L'intervention des consultants est calculée égale à un total de 76 personne-mois; 24 personne-mois en 6 mois pour l'APD, 4 personne-mois pour l'appui à l'adjudication et 48 personne-mois pour la supervision des travaux. Le coût total des services de consultance est de US\$ 1,851,000, environ 12% des coûts directs de construction.

### 3.13.5 Coûts Indirects du Projet

Les coûts indirects du projet sont ceux que la loi désigne et d'autres coûts pour la réalisation du projet. Ils sont calculés par multiplication d'un taux fixe et des coûts directs de construction. Les taux fixes standard du Sénégal et de l'agence de financement sont appliqués.

Les coûts de gestion du projet sont les coûts de fonctionnement de l'agence d'exécution du projet. Ils sont basés sur 5% du coût direct du projet.

Les imprévus sont les coûts requis pour compenser les augmentations de prix entre le moment où le projet a été initié et celui où il est réalisé. Les imprévus consistent en imprévus physiques et imprévus liés aux prix, ainsi qu'aux monnaies étrangères et locales, la situation variant selon le type de monnaie.

Les imprévus physiques sont 10% des coûts directs de construction pour les changements dans les quantités de construction dus aux modifications de plans, etc.

Les imprévus liés aux prix sont de 3% de la somme des coûts directs de construction, des coûts d'ingénierie (consultant) et des coûts de gestion du projet pour les changements dans les prix des produits et dans les taux de change.

### 3.13.6 Coûts Totaux du Projet

Les coûts totaux du projet comprennent les coûts directs du projet et les coûts indirects du projet. Ils sont présentés dans le Tableau 3.27.

Table 3.27: Coûts totaux du projet

Unité; '000 US\$

Description	Coûts		GOS	Total
	Monnaie Etrangère	Monnaie Locale		
1. Coûts Directs de construction	5,251	10,174		15,425
1.1 Station de pompage-Génie Civil	154	601		755
1.2 S.P-Equipements Mécan./Electriques	986	273		1,259
1.3 Energie Solaire	1,588	397		1,985
1.4 Canaux et Ouvrages	2,335	8149		10,484
1.5 Magasin	188	754		942
2. Services d'Ingénierie	1,851			1,851
Coûts Directs du Projet (1+2)	7,102	10,174		17,276
3. Coûts de Gestion du Projet	-		771	771
4. Imprévus	923	1,423		2,346
4.1. Imprévus Physiques (10%)	710	1,095		1,805
4.2. Imprévus liés aux Prix (3%)	213	328		541
Total	8025	11,597	771	20,393

### 3.13.7 Plan de Financement et d'Adjudication

#### 3.13.7.1 plan de Financement

Ce plan de financement du projet inclut un prêt EDCF et le budget du G.O.S.. Le budget du G.O.S. sera utilisé pour points suivants. Le plan de financement est présenté dans le Tableau 3.28.

- Taxes
- Compensations liées à la terre
- Frais de fonctionnement du Bureau du Projet

Tableau 3.28: Plan de Financement

Classification	EDCF		G.O.S	Total	Ratio Composition (%)
	Monnaie Etrangère	Monnaie Locale			
EDCF	8,025	11,597	--	19,6221	96.2
G.O.S.			771	771	3.8
Total	8,025	11,597	771	20,393	100

### 3.13.7.2 Calendrier (chronogramme) des Investissements

Il est recommandé que le financement soit fait sur la base d'un prêt EDCF. Cela demande trois ans, y compris un an de préparation pour la conception, etc. et deux ans pour les travaux d'aménagement. Le plan d'investissement sur trois ans est présenté dans le Tableau 3.29.

Tableau 3.29: calendrier des investissements annuels

Description	1ere Année	2eme Année	3eme Année	Total
Millions de FCFA	296	3,947	5,842	9,789
US\$ '000	617	8,222	11,554	20,393

### 3.13.7.3 Plan d'Adjudication

#### 1) Méthode d'Adjudication

Ce projet est un projet à prêt conditionné, c'est pourquoi, une compagnie Coréenne fera la conception, la supervision des travaux et la réalisation des travaux.

#### 2) Plan d'Adjudication

Les consultants en charge de la conception et de la supervision seront choisis sur appel d'offres limité à une liste restreinte de bureaux d'études Coréens. L'adjudicataire des travaux de construction sera également choisi sur appel d'offres concernant les entreprises Coréennes de construction. Il n'y a pas besoin de pré-qualification, parceque le projet n'est pas si grand et n'inclut pas de méthodes spéciales de travail.

Le processus d'Adjudication pour l'APD et la supervision des travaux, et pour les travaux de construction sera mené sous la responsabilité du Gouvernement Sénégalais selon les normes d'adjudication EDCF.

### 3.13.7.4 Introduction de l'EDCF

Le gouvernement de Corée a créé le Fonds de coopération de développement économique (EDCF) le premier Juin 1987 pour le but de promouvoir la coopération économique entre la Corée et les pays en voie développement. S'appuyant sur l'expérience de la Corée du propre développement au fil des ans, l'EDCF aide les pays partenaires en fournissant du financement pour leur développement industriel et économique stability

Jusqu'a present, EDCF ont apportées à 46 pays en développement, un montant total de 6,934 milliards de won coréens pour 249 projets

#### 1) Types de fonds de soutien

Le fodns de l'EDCF est fournisseur officiel pour l'aide au développement (APD) en soutenant direct des projets de coopération économique dans les pays en voie développement, et le type de prêts est la suivante:

- Prêt relatif au projet de développement : Fournit des fonds pour les projets d'infrastructure tels que la construction de routes, de chemins de fer, hôpitaux, centres de formation professionnelle, les systèmes d'approvisionnement en eau et d'assainissement dans le cadre du plan de développement économique du pays partenaire.
- Prêt de matériel : Fournit des fonds pour acheter des équipements et autres matériels nécessaires pour les projets dans le cadre du plan national de développement dans des secteurs spécifique de l'industrie ou des projets spécifiques de developpement.
- Prêt de public-privé en partenariat : Fournit des fonds des gouvernements ou des sociétés des pays partenaires pour mener public-privé projets de partenariat.
- Prêt de seconde main : Fournit des fonds pour faire des sous-prêts aux utilisateurs finaux à travers les institutions financières du pays partenaire pour la mise en œuvre des politiques désignées, telles que la promotion des petites et moyennes entreprises (PME) dans le secteur manufacturier, l'agriculture, et d'autres industries spécifiées.

#### 2) Les conditions de soutien

EDCF classe actuellement tous les pays en voie développement par cinq catégories en tenant compte de leur phase de développement économique, leur revenu par habitant, et d'autres facteurs pertinents. Le taux d'intérêt et la période de remboursement sont appliaué par cinq catégories dans le cadre de la condition.

liste classée de tous les pays en voie développement par EDCF (RNB de 2009)

I	Les pays le plust pauvres classés par Nations Unis
II	Les pays dont le RNB par habitant est inférieur à 995 dollars des États-Unis
III	Les pays dont le RNB par habitant est de 996 à 1950 dollars des États-Unis
IV	Les pays dont le RNB par habitant est de 1.906 à 3945 dollars des États-Unis
V	Les pays dont le RNB par habitant est de 3.946 à 6885 dollars des États-Unis et interdiction de fournir le fonds pour les pays qui sont appartenus au groupe de V

### La condition standard de soutien de l'EDCF

Montant du prêt	Dans la mesure de coût total du projet (hors frais de gestion générale, les taxes et les coûts des services publics, les coûts d'acquisition de terrains, les coûts de rémunération et autres coûts indirects) Le rapport au plafond de couverture sera de 85% du coût total du projet pour les prêts non liés aux pays autres que les pays les moins avancés
Taux d'intérêt	0,01 ~ 2,5% par an (L'intérêt ne sera pas facturé pour les services de conseil fournis par les entreprises coréennes)
Période de remboursement	En moins de 40 ans (y compris l'échéance d'une traite de 15 ans)
Fréquence de remboursement du capital	Semi-annuelle
La collecte des paiements d'intérêts	Semi-annuelle

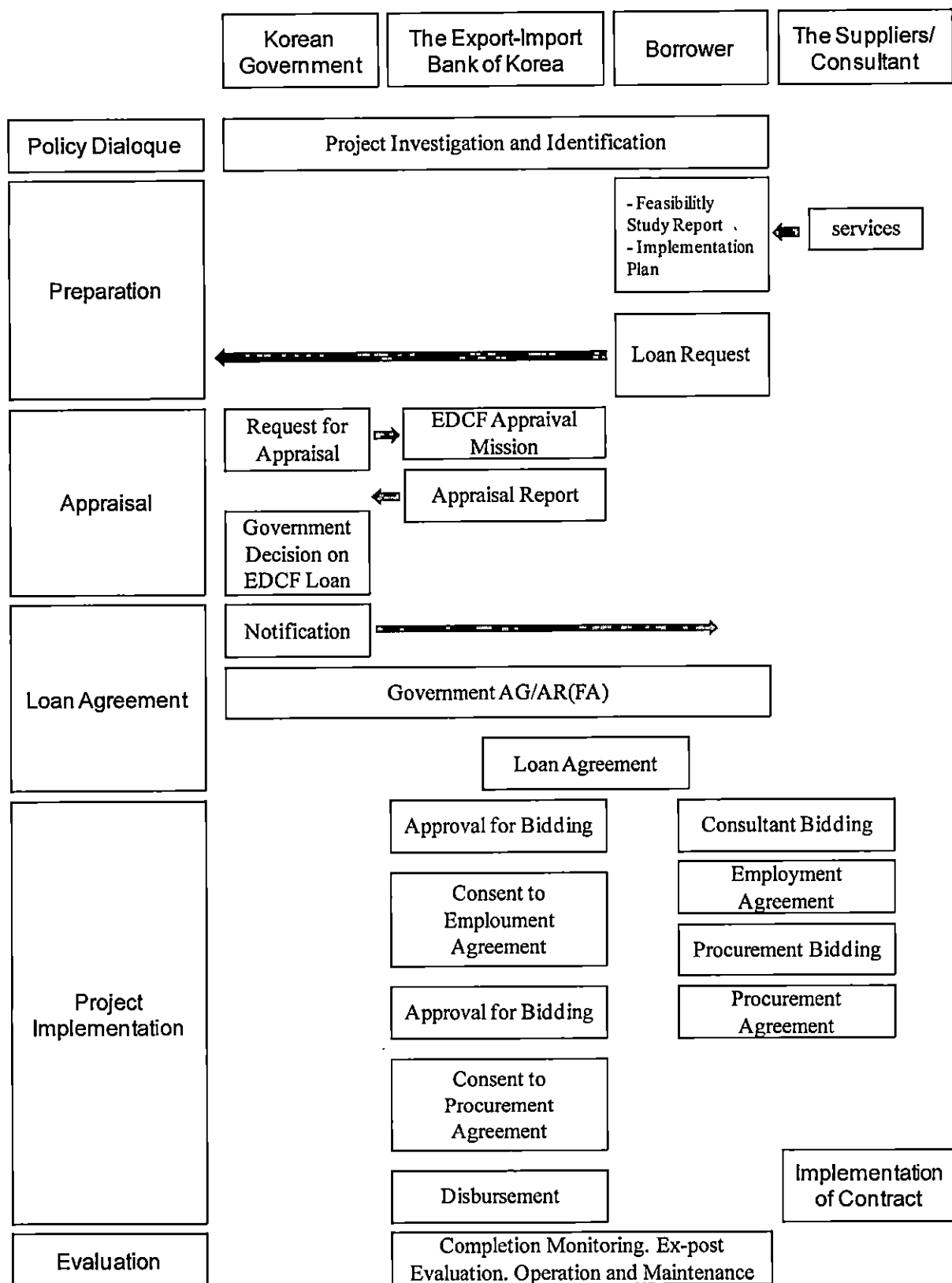
### 3) La procédure de soutien

Les prêts pour des gouvernements étrangers sont mis en œuvre conformément à une procédure standard, qui commence avec l'identification des projets et la préparation, puis avance à l'évaluation, les accords de prêt, la mise en œuvre du projet et de la supervision et l'évolution.

Les nouvelles connaissances comprises dans la phase d'évaluation sera utilisé pour aider à identifier et préparer de nouveaux projets.

L'explication qui suit les étapes du cycle du projet se concentre sur le prêt de projet de développement.





---

## **Chapitre 4**

## **Organisation du Projet**

---

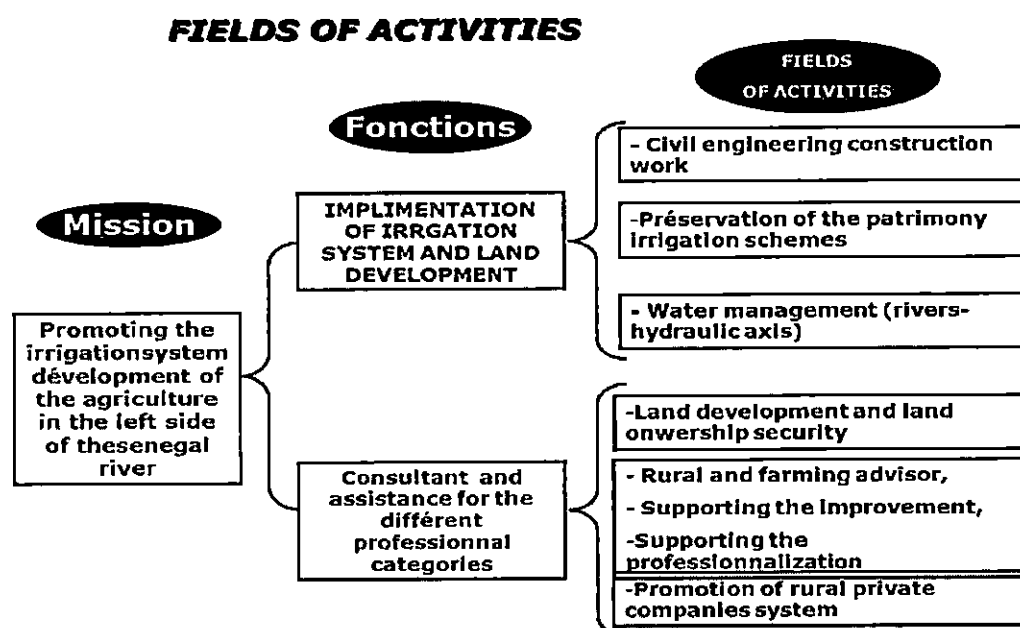
## 4. ORGANISATION DU PROJET

### 4.1 Agence d'Exécution du Projet

Le gouvernement Sénégalais va désigner la SAED, sous le Ministère du Développement Rural et de l'Agriculture, comme agence d'exécution pour la réhabilitation du périmètre irrigué du Projet Grande Digue-Tellél et la SAED va exécuter le Projet sous sa responsabilité. La SAED s'est occupée du développement de périmètres irrigués depuis 1965. Récemment, la SAED a eu des difficultés pour l'aménagement et l'O & M de périmètres irrigués à cause d'un manque de ressources financières. Depuis 2008, grâce à la politique gouvernementale et au financement international accru, la SAED travaille activement.

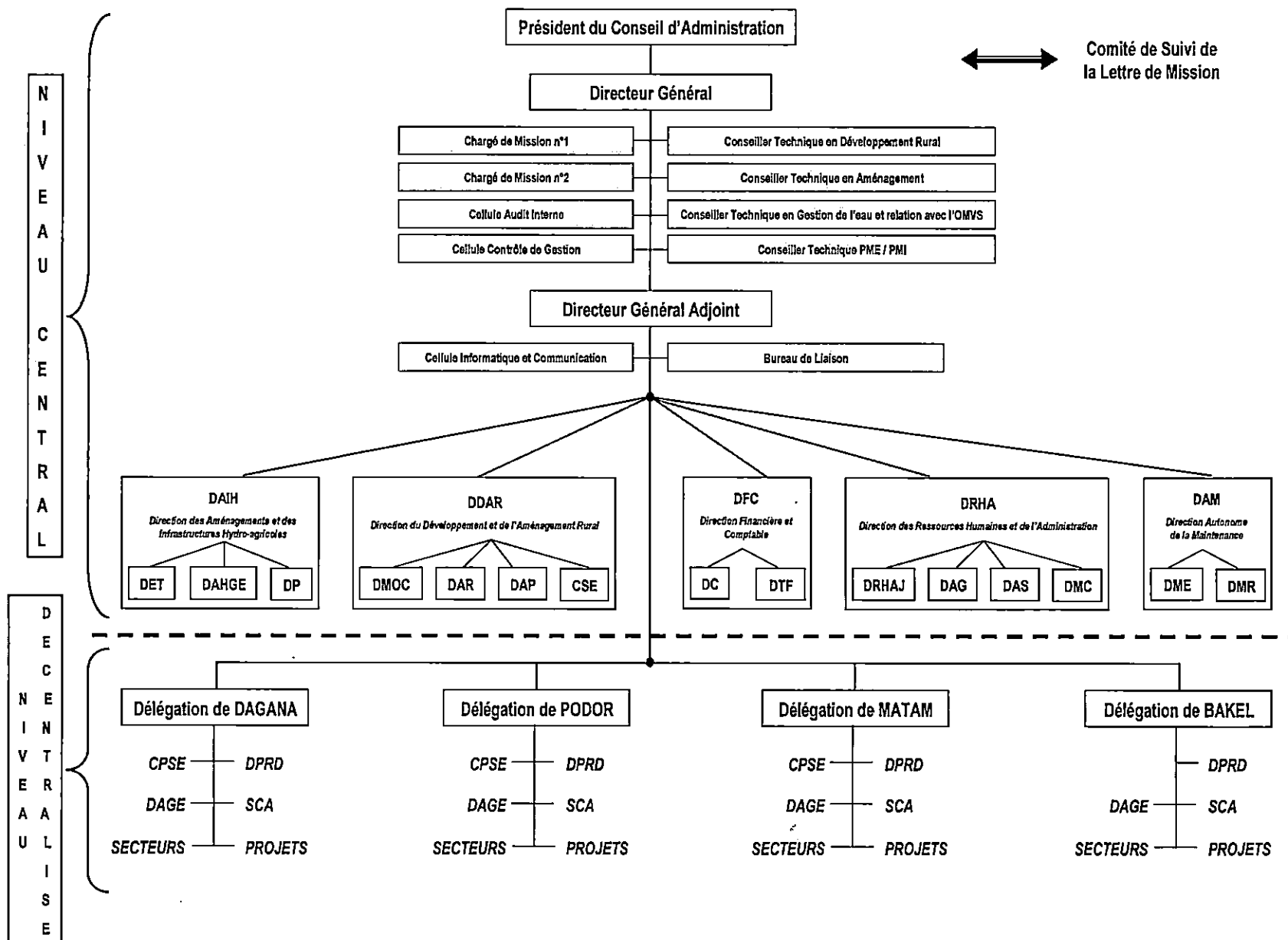
Les principales fonctions de la SAED sont la réalisation de systèmes d'irrigation; l'aménagement des terres; l'appui pour l'O & M des systèmes irrigués; et le conseil agricole.

Figure 4.1: Domaines d'Activité de la SAED



Il y a cinq (5) départements et quatre (4) Délégations (Bureau Départemental) sous le PCA (Président du Conseil d'Administration) et le Directeur Général. Un effectif de 300 personnes travaille à la SAED et l'organigramme détaillé est donné dans la Figure 4.2.

Figure 4.2: Organigramme de la SAED



## 4.2 Aptitude à Réaliser le Projet

Depuis l'année 2007, en relation avec la vigoureuse politique du Gouvernement sénégalais visant l'autosuffisance alimentaire, le soutien d'organisations internationales à la zone du delta du fleuve Sénégal augmente de manière continue. Le nombre total de projets terminés ou en cours de réalisation par la SAED, agence d'exécution, entre 2007 et 2010 est de 33 projets, et récemment des projets soutenus par la JICA, l'USAID, et le Gouvernement d'Espagne ont démarré.

Un total de 2,406.5 millions fCfa ont été investis pour la réalisation de 14 projets déjà terminés et pour 14 autres projets en cours, le coût total est de 52,765 millions fCfa.

Comme projets financés par la KOICA, le Projet Dagana pour l'Amélioration de la productivité agricole (2007-2009, US\$ 1.5 million, terminé), le Projet Podor Projet pour le Développement de l'Irrigation (2009-2010, US\$ 1.8million, en cours), et l'Etude de Faisabilité et l'APS pour la réhabilitation du périmètre de Grande Degue-Tellel (2010-2011, US\$ 1.5million, en cours) sont terminés ou en cours de réalisation.

Il est considéré que la SAED, établie en 1965, avec 55 années d'expérience dans le domaine du développement de l'irrigation, et de l'opération et la maintenance d'infrastructures d'irrigation dans la zone du delta du fleuve Sénégal, est suffisamment capable de réaliser le projet.

La situation des projets réalisés par la SAED dans la zone du delta du fleuve Sénégal depuis 2007 est celle indiquée dans le Tableau 4.1 qui suit.

Tableau 4.1: Situation des projets réalisés par la SAED dans la zone du delta du fleuve Sénégal depuis 2007

Agence d'Aide	Nom du Projet	Coût du Projet (10 <sup>6</sup> F)	Situation
KOICA (2,410 millions F)	Projet pour le Dévelop. de la Productiv. Agric. Dagana	700	Terminé
	Projet pour le Développement de l'Irrigation Podor	810	En cours
	Etude de Faisabilité et APS Grande Degue-Tellel	900	En cours
WB/IDA (5,109millions F)	WB: 2 projets,	452	2 Terminé
	WB/IDA: 2 projets	205	2Terminé
	IDA/PGIRE: 8 projets	4,452	3Terminé
			4En cours
AFD (8,919millionsF)	Amélioration des Terres 2,500 ha	250	Terminé
	Piste Matam-Bakel	3,419	Terminé
	Aménagement 2,500 ha	5,250	En cours
FKDEA/FSD/ ETAT/BADEA (22,400)	Etude de la Zone de la Faleme	140	Terminé
	Etude de l'Alimentation en Eau de Bakel (2)	265	Terminé
	Pistes de Production Bakel	1,850	En cours
	Réhabilitation du Périmètre de Bakel (2)	19,110	En cours
	Equipements Electriques/Electromécaniques	1,035	En cours
BADEA (7,249 F)	Périmètre Lampsar Rive Droite	350	En cours
	Projet Périmètre Ndiawar (2)	3,050	En cours
	Périmètre Lampsar Rive Gauche	3,849	Terminé
BAD/MCA (3,400 F)	Gestion des Infrastructures de l'Emissaire du Delta	2,200	En cours
	Gestion des Infrastructures du Ngallenka	1,200	En cours
BID/ETAT (3,278)	PDRM	3,278	Terminé
Total		52,765	

KOICA: Agence Coreenne de Cooperation Internationale

WB: Banque mondiale

KFW: Germany Government Assistant Project

IDA: International Development Association

FSD: Fonds Saoudien pour le Développement

FKDEA: Kuwait Fund for Development

PGIRE: Project De Gestion Integre Des Dessources En Eau (SAED Budget)

BAD: Banque Africaine pour le Developpement

BADEA: Banque Arabe pour le Developpement economique en Afrique

AFD: Agence Française de Developpement

FED: Fonds Europeen de Developpement

BAD: Banque Africaine de Developpement

JICA: Japan International Cooperation Agency

ETAT: Senegal Government Fund

BID: Banque Islamique pour le Developpement

MCA: Millennium Challenge Account

### 4.3 Opération et Maintenance après Réalisation du Projet

Il y a 59 Organisations Paysannes, tels que 47 GIE/SV, 2 GPF, et 10 projets privés dans la zone du Projet. L'Union des GIE est déjà mise sur pieds et fonctionne. (Se référer au Tableau 3.9). Ces Organisations Paysannes ont été mises sur pieds dans le but de: i) O & M des équipements d'irrigation; ii) production et écoulement en coopération; et iii) promotion des revenus paysans.

Ces organisations ne fonctionnent pas correctement et la participation des femmes est très faible. Il est nécessaire de réorganiser les organisations paysannes. C'est pourquoi, si les systèmes d'irrigation sont réhabilités, il est nécessaire de procéder à la réorganisation des paysans, et d'appuyer les programmes pour le renforcement des Organisations Paysannes.

---

## **Chapitre 5**

# **Analyse Economique et Analyse de la Faisabilite du Projet**

---

## 5. Analyse Economique et Analyse de la Faisabilité du Projet

### 5.1 Bénéfices du Projet

#### 5.1.1 Estimation des Bénéfices Agricoles

Le Bénéfice Net augmenté par le Projet est montré dans le Tableau 5.1.

Dans le cas de l'Alternative I, le bénéfice net agricole est estimé à 388 milles FCFA sans le Projet, et 2,606 milles FCFA avec le Projet, résultant en 2,218 milles FCFA comme augmentation du bénéfice net.

Dans le cas de l'Alternative II, le bénéfice net agricole est estimé à 388 milles FCFA sans le Projet, et 1,591 milles FCFA avec le Projet, résultant en 1,203 milles FCFA comme augmentation du bénéfice net (Tableau 5.1).

Tableau 5.1: Sommaire du Bénéfice Net Avec et Sans le Projet

Unité: 1,000 FCFA

	Alt I			Alt II		
	Sans Projet (A)	Avec Projet (B)	Accroissement (B-A)	Sans Projet (C)	Avec Projet (D)	Accroissement (D-C)
<b>Riz Total ou Moyenne</b>	<b>372,503</b>	<b>2,499,864</b>	<b>2,127,361</b>	<b>372,503</b>	<b>1,591,186</b>	<b>1,218,683</b>
- Hiv	319,942	1,326,587	1,006,645	319,942	866,514	546,572
- CSC	52,561	1,173,277	1,120,716	52,561	724,672	672,111
<b>Total autres cultures</b>	<b>15,724</b>	<b>105,887</b>	<b>90,163</b>	<b>15,724</b>	<b>0</b>	<b>-15,724</b>
- Arachides (Hiv)	544	0	-544	544	0	-544
- Patate Douce (Hiv)	12,682	0	-12,682	12,682	0	-12,682
- Gombo (CSC)	1,038	0	-1,038	1,038	0	-1,038
- Gombo (CSF)	288	7,833	7,545	288	0	-288
- Aubergine (CSC)	225	0	-225	225	0	-225
- Aubergine (CSF)	148	4,029	3,881	148	0	-148
- Diakhatou (Hiv)	566	0	-566	566	0	-566
- Diakhatou (CSC)	233	0	-233	233	0	-233
- Oignon (CSF)	0	79,784	79,784	0	0	0
- Tomate (CSF)	0	14,241	14,241	0	0	0
<b>Total</b>	<b>388,227</b>	<b>2,605,751</b>	<b>2,217,524</b>	<b>388,227</b>	<b>1,591,186</b>	<b>1,202,959</b>

Notez: 1. Hiv: Hivernage

2. CSC: Contre Saison Chaude

3. CSF: Contre Saison Froide

Source: Enquêtes sur le terrain



## 5.1.2 Ajustement des Bénéfices Agricoles

Les bénéfices agricole ajustés estimés sur la base du Tableau 5.1 sont indiqués dans le Tableau 5.2.

Dans le cas de l'Alternative I, où les activités du Service d'Appui aux Agriculteurs (FSS) sont incluses dans le Projet, les bénéfices totaux venant de l'agriculture sont estimés à 3,899 milles USD et dans le cas de l'Alternative II, où les activités FSS ne sont pas incluses, les bénéfices totaux venant de l'agriculture sont estimés à 2,115 milles USD.

Les bénéfices agricoles nets dans l'Alternative I sont composés de 3,741 milles USD pour la culture du riz et 158 milles USD pour le maraîchage. Les bénéfices agricoles nets dans l'Alternative II viennent entièrement de la culture du riz.

Tableau 5.2: Revenus Nets Augmentés Avec et Sans le Projet

Unité	Revenus Nets Augmentés					
	Alt I (Avec FSS)			Alt II (Sans FSS)		
	Financier <sup>1</sup>	USD <sup>2</sup>	Economique <sup>3</sup>	Financier <sup>1</sup>	USD <sup>2</sup>	Economique <sup>3</sup>
	1,000 FCFA	1,000 USD	1,000 USD	1,000 FCFA	1,000 USD	1,000 USD
<b>Sous-total Riz<sup>4</sup></b>	<b>2,127,361</b>	<b>4,432.0</b>	<b>3,740.6</b>	<b>1,218,683</b>	<b>2,538.9</b>	<b>2,142.8</b>
- Hiv <sup>5</sup>	1,006,645	2,097.2	1,770.0	546,572	1,138.7	961.1
- CSC <sup>6</sup>	1,120,716	2,334.8	1,970.6	672,111	1,400.2	1,181.8
<b>Sous-total AutresCult.</b>	<b>90,163</b>	<b>187.8</b>	<b>158.5</b>	<b>-15,724</b>	<b>-32.8</b>	<b>-27.7</b>
- Arachide (Hiv)	-544	-1.1	-0.9	-544	-1.1	-0.9
- Patate Douce (Hiv)	-12,682	-26.4	-22.3	-12,682	-26.4	-22.3
- Gombo (CSC)	-1,038	-2.2	-1.9	-1,038	-2.2	-1.9
- Gombo (CSF) <sup>7</sup>	7,545	15.7	13.3	-288	-0.6	-0.5
- Aubergine (CSC)	-225	-0.5	-0.4	-225	-0.5	-0.4
- Aubergine (CSF)	3,881	8.1	6.8	-148	-0.3	-0.3
- Diakhathou (Hiv)	-566	-1.2	-1.0	-566	-1.2	-1.0
- Diakhathou (CSC)	-233	-0.5	-0.4	-233	-0.5	-0.4
- Oignon (CSF)	79,784	166.2	140.3	0	0	0
- Tomate (CSF)	14,241	29.7	25.0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>2,217,524</b>	<b>4,619.8</b>	<b>3,899.1</b>	<b>1,202,959</b>	<b>2,506.2</b>	<b>2,115.1</b>

Notez: 1. Prix financier en 2010

2. Taux de change: 1 USD= 480.0 FCFA

3. Prix économique, La conversion a été faite par Standard Conversion Factor(SCF) 0.844

4. Taux de décortiquage du riz 65%

5. Hiv: Hivernage

6. CSC: Contre Saison Chaude

7. CSF: Contre Saison Froide

Source: Enquêtes sur le terrain

### 5.1.3 Flux des Bénéfices du Projet

Les bénéfices générés annuellement par le Projet seront de 3,899 milles USD dans le cas de l'Alternative I et 2,115 milles USD dans le cas de l'Alternative II. Les mêmes bénéfices seront générés chaque année pendant la vie du projet, c'est-à-dire pendant 40 ans.

Tableau 5.3: Bénéfices Annuels du Projet en Prix Economiques

Unité: 1,000USD

	Alternative I (Avec FSS)	Alternative II (Sans FSS)
Bénéfices Annuels du Projet	3,899	2,115

Tableau 5.4: Flux des Bénéfices du Projet

Unité: 1,000 USD

Annuel	Flux des Bénéfices du Projet	
	Alternative I	Alternative II
1	0	0
2	0	0
3	3,899	2,115
∫	∫	∫
42	3,899	2,115

## 5.2 Coûts du Projet

### 5.2.1 Estimation des Coûts du Projet

#### 1) Coûts Nets deConstruction

Les coûts des investissements dans les projets agricoles, en général, ont des composantes telles que les coûts pour la construction, l'apport de matériels, l'acquisition des terres, les levés et la conception, la supervision, la gestion du projet, le ré-arrangement des terres, des articles divers, et des imprévus. Chaque composante de ces coûts financiers doit être ajusté pour l'analyse du projet en appliquant des prix fictifs.

Considérant que l'Etude est à la phase étude de faisabilité, et donc les coûts sont estimés approximativement, les composantes de coûts sont simplifiées comme dans les cinq catégories suivantes i.e. les coûts pour la construction, la gestion du projet, les levés et la conception, les imprévus pour les changements de volume, et les coûts du FSS. Chacune de ces composantes des coûts du projet est ajustée pour l'analyse économique. Les coûts d'acquisition de la terre ne sont pas inclus dans les coûts du projet puisque le Projet est considéré comme un investissement public. Toutes les terres au Sénégal, d'après la loi, appartiennent en principe à l'Etat.

Puisqu'aucun détail n'est disponible, les coûts nets agrégés de construction sont multipliés par le facteur de conversion standard.

## 2) Coût de Gestion du Projet

Le Coût de Gestion du Projet est multiplié par le facteur standard de conversion.

## 3) Coûts divers

La vie économique des principaux équipements du périmètre irrigué, tels que les pompes d'irrigation et de drainage, les moteurs immergés est fixée à 20 ans. Ils seront remplacés une fois tous les 20 ans pendant la vie du projet.

La valeur de la récupération n'est pas prise en compte dans le projet parce que la valeur des récupérations à la fin de la vie du projet n'est pas suffisamment significative pour avoir un effet sur l'analyse économique.

### 5.2.2 Ajustement des Coûts du Projet

Pour estimer le prix économique du coût du Projet, le coût net de construction, le coût de gestion, le coût de la conception et des imprévus physiques sont multipliés par le facteur standard de conversion (SCF) 0.844. Le coût résultant du Projet est de 19,287 milles USD dans le cas de l'Alternative I, où le FSS est inclus, et 16,755 milles USD dans le cas de l'Alternative II, où le FSS n'est pas inclus (Tableau 5.5, et Tableau 5.6).

Tableau 5.5: Coûts du Projet pour l'Alternative I par année (Avec FSS)

Unit: 1,000USD

	Prix financier <sup>1</sup>			Prix économique <sup>2</sup>		
	Total	1ereAnnée	2emeAnnée	Total	1ereAnnée	2emeAnnée
1. Coûts de Construction	15,425	6,170	9,255	13,019	5,206	7,813
o Salaires	2,273	909	1,364	1,919	767	1,152
- Maind'oeuvre qualifiée	1,446	578	868	1,221	488	733
- Maind'oeuvre non qualifiée	827	331	496	698	279	419
o Coûts matériels	8,057	3,223	4,834	6,800	2,720	4,080
- Matériaux	5,512	2,205	3,307	4,652	1,861	2,791
- Carburant	2,545	1,018	1,527	2,418	859	1,289
o Location de matériels de	2,288	915	1,373	1,931	772	1,159
o Dépenses imprévues	843	337	506	711	284	427
o Salaires indirects	262	105	157	222	89	133
o Assurance Accidents Industriels	184	74	110	155	62	93
o TVA	1,518	607	911	1,281	512	769
2. Provision coûts matériels	0	0	0	0	0	0
3. Achat &	0	0	0	0	0	0
4. Coûts des levés pour étude	617	617	0	521	521	0
5. Coût gardien site de construction	1,234	494	740	1,042	417	625
6. Dépenses de gestion	771	385	386	651	325	326
7. Autres (FSS)	3,000	700	2,300	2,532	591	1,941
8. Réserves (augmentations)	1,804	902	902	1,522	761	761
Grand Total	22,851	9,268	13,583	19,287	7,821	11,466

Notze: 1: 1 USD = 480 FCFA

2. SCF = 0.844

Source: Enquêtes sur le terrain

Tableau 5.6: Coûts du Projet pour l'Alternative II par année (Sans FSS)

Unité: 1,000USD

	Prix financier <sup>1</sup>			Prix économique <sup>2</sup>		
	Total	1ereAnnée	2emeAnnée	Total	1ereAnnée	2emeAnnée
1. Coûts construction	15,425	6,170	9,255	13,019	5,206	7,813
o Salaires	2,273	909	1,364	1919	767	1,152
- Maindoeuvre qualifiée	1,446	578	868	1,221	488	733
- Maindoeuvre non qualifiée	827	331	496	698	279	419
o Coûts matériels	8,057	3,223	4,834	6,800	2,720	4,080
- Matériaux	5,512	2,205	3,307	4,652	1,861	2,791
- Carburant	2,545	1,018	1,527	2,418	859	1,289
o Location de matériels de construction	2,288	915	1,373	1,931	772	1,159
o Dépenses imprévues	843	337	506	711	284	427
o Salaires indirects	262	105	157	222	89	133
o Assurance accidents industriels	184	74	110	155	62	93
o TVA	1,518	607	911	1,281	512	769
2. Provision coûts matériels	0	0	0	0	0	0
3. Achat & Compensation de terres	0	0	0	0	0	0
4. coûts des levés pour étude	617	617	0	521	521	0
5. Coûts gardien site de construction	1,234	494	740	1,042	417	625
6. Dépenses de gestion	771	385	386	651	325	326
7. Autres (FSS)	0	0	0	0	0	0
8. Reserves (augmentations physiques)	1,804	902	902	1,522	761	761
Grand Total	19,851	8,568	11,283	16,755	7,230	9,525

Note: 1: 1 USD = 480 FCFA

2. SCF = 0.844

Source: Enquetes sur le terrain

Les coûts d'opération et de maintenance des équipements d'irrigation à la fin des travaux est estimé à 151 milles USD par an.

Tableau 5.7: Coûts pour l'Opération et la Maintenance

Unité: USD

	Coûts O&M (USD/ha)	SCF (%)	Coûts ajustés O&M (USD/ha)	Surface Bénéficiaire (ha)	Total <sup>3</sup>
Actual O&M cost base	54.3	0.844	45.8	3,300	151,140

Notez: 1. Coûts O&amp;M basés sur la station de pompage dans la zone du projet (37,244 FCFA/ha)

2. Taux de change 1 USD= 480 FCFA

3. Réduction du coût O&M de 30% en électricité utilisée grâce au système photovoltaïque  
 $37,244 \text{ FCFA/ha} \times 70\% = 26,070 \text{ FCFA/ha}$ 

Source: Enquêtes sur le terrain, SAED

Le coût du remplacement est estimé à 433 milles USD. Les équipements de pompage ont une vie économique de 20 ans et donc le remplacement sera fait 20 ans après la fin des travaux.

Tableau 5.8: Estimation du Coût du Remplacement des Equipements de Pompage

	Coût du Remplacement		
	Monnaie Coréenne (1,000WON)	Monnaie U.S.A. (1,000USD) <sup>1</sup>	Prix économique <sup>2</sup> (1,000USD)
Equipements de Pompage	557,920	513	433

Notez: moyenne des taux de change sur 1. 5 ans (20062009) : 1 USD= 1,086.03 WON

2. SFC = 0.844

Source: Enquêtes sur le terrain & Banque de Corée

### 5.2.3 Flux des Coûts du Projet

La période de construction est de 2 ans et le flux des coûts du projet est indiqué dans le Tableau 5.9.

Dans le cas de l'Alternative I l'investissement fait sera de 7,821 milles USD dans la 1ere année et 11,466 milles USD dans la 2eme année. Le coût total de l'opération et la maintenance de 151 milles USD sera effectif annuellement à partir de la 3eme année, et 433 milles USD comme coût de remplacement seront dépensés une seule fois dans la 22eme année.

Dans le cas de l'Alternative II un investissement de 7,230 milles USD sera fait la 1ere année et de 9,525 milles USD la 2eme année. Les coûts de l'opération et la maintenance et du remplacement seront effectifs de la même manière que pour le cas de l'Alternative I.

Tableau 5.9: Flux des Coûts du Projet

Unité: 1,000 USD

Annuellement	Flux des coûts du Projet							
	Alt I <sup>1</sup>				Alt II <sup>2</sup>			
	CoûtsConstruction	Coûts O&M	Coûts de Substitution <sub>3</sub>	Total	Coûts Construction	Coûts O&M	Coûts de Substitution <sub>3</sub>	Total
1	7,821	0	0	7,821	7,230	0	0	7,230
2	11,466	0	0	11,466	9,525	0	0	9,525
3	0	151	0	151	0	151	0	151
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
21	0	151	0	151	0	151	0	151
22	0	151	433	584	0	151	433	584
23	0	151	0	151	0	151	0	151
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
42 <sup>4</sup>	0	151	0	151	0	151	0	151

Notez: 1. Avec FSS

2. Sans FSS

3. Substitution d'équipements de pompage et de drainage tels que pompes et moteurs dans la 20eme année.

4. La durée de vie des équipements du projet est supposée être de 40 ans.

## 5.3 Analyse des Effets Economiques

### 5.3.1 Taux de Rentabilité Interne (EIRR)

Le taux de rentabilité interne (EIRR) du Projet est estimé à 18.1% dans le cas de l'Alternative I et 11.0% dans le cas de l'Alternative II (Tableaux 5.10 et 5.11).

Il est donc montré que le Projet, dans les deux cas des Alternative I et Alternative II, est économiquement hautement faisable considérant qu'au Sénégal le taux de base est généralement fixé à 10%. En particulier l'Alternative I a une plus grande faisabilité économique que l'Alternative II. Il est donc recommandé que le Service d'Appui aux Agriculteurs (FSS) soit inclus dans le Projet.

Tableau 5.10: EIRR dans le cas de l' Alternative I

Unité: 1,000 USD

Annuellement (t)	Bénéfices Accrus (A)	Coûts totaux			Bénéfices Nets (A-B)
		Total (B)	Coûts de construction	Coûts O&M	
1	0	7,821	7,821	0	- 7,821
2	0	11,466	11,466	0	-11,466
3	3,899	151	0	151	3,748
4	3,899	151	0	151	3,748
5	3,899	151	0	151	3,748
6	3,899	151	0	151	3,748
7	3,899	151	0	151	3,748
8	3,899	151	0	151	3,748
9	3,899	151	0	151	3,748
10	3,899	151	0	151	3,738
11	3,899	151	0	151	3,748
12	3,899	151	0	151	3,748
13	3,899	151	0	151	3,748
14	3,899	151	0	151	3,748
15	3,899	151	0	151	3,748
16	3,899	151	0	151	3,748
17	3,899	151	0	151	3,748
18	3,899	151	0	151	3,748
19	3,899	151	0	151	3,748
20	3,899	151	0	151	3,738
21	3,899	151	0	151	3,748
22	3,889	584	0	584	3,315
23	3,899	151	0	151	3,748
24	3,889	151	0	151	3,748
25	3,899	151	0	151	3,748
↓	↓	↓	↓	↓	↓
40	3,899	151	0	151	3,748
41	3,899	151	0	151	3,748
42	3,899	151	0	151	3,748
IRR 18.1%					

Tableau 5.11: EIRR dans le cas de l'Alternative II

Unité: 1,000 USD

Annuellement (t)	Bénéfices Accrus (A)	Coûts totaux			Bénéfices Nets (A-B)
		Total (B)	Coûts de Construction	Coûts O&M	
1	0	7,230	7,230	0	-7,230
2	0	9,525	9,525	0	-9,525
3	2,115	151	0	151	1,964
4	2,115	151	0	151	1,964
5	2,115	151	0	151	1,964
6	2,115	151	0	151	1,964
7	2,115	151	0	151	1,964
8	2,115	151	0	151	1,964
9	2,115	151	0	151	1,964
10	2,115	151	0	151	1,964
11	2,115	151	0	151	1,964
12	2,115	151	0	151	1,964
13	2,115	151	0	151	1,964
14	2,115	151	0	151	1,964
15	2,115	151	0	151	1,964
16	2,115	151	0	151	1,964
17	2,115	151	0	151	1,964
18	2,115	151	0	151	1,964
19	2,115	151	0	151	1,964
20	2,115	151	0	151	1,964
21	2,115	151	0	151	1,964
22	2,115	584	0	584	1,531
23	2,115	151	0	151	1,964
24	2,115	151	0	151	1,964
25	2,115	151	0	151	1,964
30	2,115	151	0	151	1,964
40	2,115	151	0	151	1,964
41	2,115	151	0	151	1,964
42	2,115	151	0	151	1,964
IRR 11.0%					

### 5.3.2 Ratio Bénéfice-Coût (Ratio B/C)

Le ratio B/C du Projet dans le cas de l'Alternative I est estimé à 1.76 quand on applique un taux d'escompte de 10% et 0.90 quand on applique un taux d'escompte de 20% (Tableau 5.12).

Le Ratio B/C du Projet dans le cas de l'Alternative II est estimé à 1.09 quand on applique un taux d'escompte de 10% et 0.56 quand un taux d'escompte de 20% est appliqué (Tableau 5.13).

C'est pourquoi, le Projet est économiquement faisable dans les deux cas des Alternatives I et II avec un taux d'escompte de 10%.

Tableau 5.12:Ratio B/C de l'Alternative I

Unité: 1,000USD

Annuellement (t)	Taux d'escompte 10.0 %			Taux d'escompte 15.0 %			Taux d'escompte 20.0 %		
	Coefficient	Valeur Actuelle du Bénéfice	Valeur Actuelle du Coût	Coefficient	Valeur Actuelle du Bénéfice	Valeur Actuelle du Coût	Coefficient	Valeur Actuelle du Bénéfice	Valeur Actuelle du Coût
1	0.909091	0	7,110	0.869565	0	6,801	0.833333	0	6,517
2	0.826446	0	9,476	0.756144	0	8,670	0.694444	0	7,962
3	0.751315	2,929	113	0.657516	2,564	99	0.578704	2,256	87
4	0.683013	2,663	103	0.571753	2,229	86	0.482253	1,880	73
5	0.620921	2,421	94	0.497177	1,938	75	0.401878	1,567	61
6	0.564474	2,201	85	0.432328	1,686	65	0.334898	1,306	51
7	0.513158	2,001	77	0.375937	1,466	57	0.279082	1,088	42
8	0.466507	1,819	70	0.326902	1,275	49	0.232568	907	35
9	0.424098	1,654	64	0.284262	1,108	43	0.193807	756	29
10	0.385543	1,503	58	0.247185	964	37	0.161506	630	24
11	0.350494	1,367	53	0.214943	838	32	0.134588	525	20
12	0.318631	1,242	48	0.186907	729	28	0.112157	437	17
13	0.289664	1,129	44	0.162528	634	25	0.093464	364	14
14	0.263331	1,027	40	0.141329	551	21	0.077887	304	12
15	0.239392	933	36	0.122894	479	19	0.064905	253	10
16	0.217629	849	33	0.106865	417	16	0.054088	211	8
17	0.197845	771	30	0.092926	362	14	0.045073	176	7
18	0.179859	701	27	0.080805	315	12	0.037561	146	6
19	0.163508	638	25	0.070265	274	11	0.031301	122	5
20	0.148644	580	22	0.061100	238	9	0.026084	102	4
21	0.135131	527	20	0.053131	207	8	0.021737	85	3
22	0.122846	479	72	0.046201	180	27	0.018114	71	11
23	0.111678	435	17	0.040174	157	6	0.015095	59	2
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
34	0.039143	153	6	0.008635	34	1	0.002032	8	0
35	0.035584	139	5	0.007509	29	1	0.001693	7	0
36	0.032349	126	5	0.006529	25	1	0.001411	6	0
37	0.029408	115	4	0.005678	22	1	0.001176	5	0
38	0.026735	104	4	0.004937	19	1	0.000980	4	0
39	0.024304	95	4	0.004293	17	1	0.000816	3	0
40	0.022095	86	3	0.003733	15	1	0.000680	3	0
41	0.020086	78	3	0.003246	13	0	0.000567	2	0
42	0.018260	71	3	0.002823	11	0	0.000472	2	0
Total		31,511	17,859		19,581	16,247		13,529	15,010
B/C	1.76			1.21			0.90		



Tableau 5.13:Ratio B/C de l'Alternative II

Unité: 1,000 USD

Annuellement (t)	Taux d'escompte 10.0 %			Taux d'escompte 15.0 %			Taux d'escompte 20.0 %		
	Coefficient	Valeur Actuelle du Bénéfice	Valeur Actuelle du Coût	Coefficient	Valeur Actuelle du Bénéfice	Valeur Actuelle du Coût	Coefficient	Valeur Actuelle du Bénéfice	Valeur Actuelle du Coût
1	0.909091	0	6,573	0.869565	0	6,287	0.833333	0	6,025
2	0.826446	0	7,872	0.756144	0	7,202	0.694444	0	6,615
3	0.751315	1,589	113	0.657516	1,391	99	0.578704	1,224	87
4	0.683013	1,445	103	0.571753	1,209	86	0.482253	1,020	73
5	0.620921	1,313	94	0.497177	1,052	75	0.401878	850	61
6	0.564474	1,194	85	0.432328	914	65	0.334898	708	51
7	0.513158	1,085	77	0.375937	795	57	0.279082	590	42
8	0.466507	987	70	0.326902	691	49	0.232568	492	35
9	0.424098	897	64	0.284262	601	43	0.193807	410	29
10	0.385543	815	58	0.247185	523	37	0.161506	342	24
11	0.350494	741	53	0.214943	455	32	0.134588	285	20
12	0.318631	674	48	0.186907	395	28	0.112157	237	17
13	0.289664	613	44	0.162528	344	25	0.093464	198	14
14	0.263331	557	40	0.141329	299	21	0.077887	165	12
15	0.239392	506	36	0.122894	260	19	0.064905	137	10
16	0.217629	460	33	0.106865	226	16	0.054088	114	8
17	0.197845	418	30	0.092926	197	14	0.045073	95	7
18	0.179859	380	27	0.080805	171	12	0.037561	79	6
19	0.163508	346	25	0.070265	149	11	0.031301	66	5
20	0.148644	314	22	0.061100	129	9	0.026084	55	4
21	0.135131	286	20	0.053131	112	8	0.021737	46	3
22	0.122846	260	72	0.046201	98	27	0.018114	38	11
23	0.111678	236	17	0.040174	85	6	0.015095	32	2
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
34	0.039143	83	6	0.008635	18	1	0.002032	4	0
35	0.035584	75	5	0.007509	16	1	0.001693	4	0
36	0.032349	68	5	0.006529	14	1	0.001411	3	0
37	0.029408	62	4	0.005678	12	1	0.001176	2	0
38	0.026735	57	4	0.004937	10	1	0.000980	2	0
39	0.024304	51	4	0.004293	9	1	0.000816	2	0
40	0.022095	47	3	0.003733	8	1	0.000680	1	0
41	0.020086	42	3	0.003246	7	0	0.000567	1	0
42	0.018260	39	3	0.002823	6	0	0.000472	1	0
Total		17,093	15,718		10,622	14,265		7,339	13,171
B/C		1.09			0.74			0.56	

### 5.3.3 Valeur Actuelle Nette (NPV) du Bénéfice du Projet

La valeur actuelle nette (NPV) du bénéfice du projet est évaluée en faisant la somme des valeurs actuelles des bénéfices du projet et en retranchant la somme des valeurs actuelles des coûts du projet, t cela pendant la vie économique du Projet. Le NPV est de 13,652 milles USD dans le cas de l'Alternative I et 1,375 milles USD dans le cas de l'Alternative II si le taux d'escompte de 10% est appliqué (Tableaux 5.12 & 5.13).

Si un taux d'escompte de 20% est appliqué, le NPV est de -1,481 milles USD dans le cas de l'Alternative I et -5,832 milles USD dans le cas de l'Alternative II.

### 5.3.4 Analyse de Sensibilité

L'analyse économique des projets d'investissement est, en général, faite avec des incertitudes sur le futur. C'est pourquoi, il est nécessaire d'analyser, supposant des scénarios, les changements possibles dans l'environnement économique, les risques et les incertitudes dans le futur relatifs au projet. Chacun des scénarios a ses propres facteurs de risque et distributions de fréquences correspondantes. Les précipitations et les dégâts causés par les crues, par exemple, peuvent être prédits en utilisant ces distributions de fréquences. Cependant, les distributions de fréquences contiennent des incertitudes. Les analyses de sensibilité sont faites en prenant en compte les incertitudes relatives au projet dans le futur.

L'analyse de sensibilité est, en général, faite en prenant en compte aussi bien les facteurs positifs que négatifs d'incertitude. Cependant, l'Etude prend en compte seulement les facteurs négatifs puisque le Projet est jugé avoir une grande faisabilité économique.

Les facteurs négatifs d'incertitude relatifs au Projet sont ceux qui ont des effets négatifs sur EIRR. Les facteurs incluent une baisse du prix des produits agricoles, une baisse des revenus due à une baisse de la production, et une augmentation des coûts de construction. L'analyse de sensibilité est faite, donc, en supposant que les bénéfices ont baissé de 5% ou 10%, ou que le coût de la construction est monté de 5% ou 10%.

Les résultats montrent que l'Alternative I a une haute faisabilité économique, avec un ratio B/C supérieur à 1, même dans les cas où les bénéfices ont chuté ou les coûts de construction ont augmenté si un taux d'escompte de 10% ou 15% est appliqué (Tableau 5.14).

Cependant, dans l'Alternative II, le ratio B/C est supérieur à 1 si un taux d'escompte de 10% est appliqué, mais le ratio est inférieur à 1 si un taux d'escompte de 15% est appliqué (Tableau 5.15). C'est pourquoi, l'on peut dire que, l'Alternative II a une faisabilité économique élevée quand un taux d'escompte de 10% est appliqué et a une faible faisabilité économique quand un taux d'escompte de 15% ou plus est appliqué.

Les deux Alternatives I et II ont montré des ratios B/C inférieurs à 1 si un taux d'escompte de 20% est appliqué.

Les résultats impliquent que les deux Alternatives I et II ont une faisabilité économique dans tous les cas si un taux d'escompte de 10% est appliqué.

Tableau 5.14: Analyse de sensibilité dans le cas de l' Alternative I

		Origine	Bénéfice		Coûts de construction	
			Baisse de 5%	Baisse de 10%	Augmentation de 5%	Augmentation de 10%
IRR (%)		18.1%	17.2%	16.3%	17.3%	16.5%
B/C	i = 10.0%	1.76	1.68	1.59	1.69	1.61
	i = 15.0%	1.21	1.14	1.08	1.15	1.10
	i = 20.0%	0.90	0.86	0.81	0.86	0.82

Tableau 5.15: Analyse de sensibilité dans le cas de l' Alternative II

		Origine	Bénéfice		Coûts de construction	
			Baisse de 5%	Baisse de 10%	Augmentation de 5%	Augmentation de 10%
IRR(%)		11.0%	10.4%	9.8%	10.4%	10.0%
B/C	i = 10.0%	1.09	1.03	0.98	1.04	1.00
	i = 15.0%	0.74	0.71	0.67	0.71	0.68
	i = 20.0%	0.56	0.53	0.50	0.53	0.51

## 5.4 Résultats de l'Analyse Economique

L'analyse économique montre que le Projet "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" a une grande faisabilité économique. Les résultats montrent que EIRR est de 18.1% dans le cas de l'Alternative I, où les services d'appui aux agriculteurs (FSS) sont inclus, et de 11.0% même dans le cas de l' Alternative II, où les FSS ne sont pas inclus (Tableau 9.1).

Tableau 5.16: Sommaire de l'Analyse Economique par Alternative

	EIRR	Ratio B/C			NPV (1,000USD)		
		10%	15%	20%	10%	15%	20%
Alt I	18.1%	1.76	1.21	0.90	13,652	3,334	-1,481
Alt II	11.0%	1.09	0.74	0.56	1,375	-3,643	-5,832

Les Ratios B/C sont supérieurs à 1 dans le cas de l'Alternative I si un taux d'escompte de 10% ou 15% est appliqué. Dans l'Alternative II, le Ratio B/C est également supérieur à 1 avec un taux d'escompte de 10%. Considérant que le coût moyen du capital au Sénégal est, en général, fixé à 10%, le Projet, "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" a une faisabilité économique dans le cas des Alternatives I et II en termes de ratios B/C.

Pour résumer, le Projet a une faisabilité économique dans les deux cas des Alternatives I et II. Cependant, l'Alternative I, où les services d'appui aux agriculteurs (FSS) sont inclus, a une plus grande faisabilité économique et, donc, une plus grande efficacité de l'investissement.

En conclusion, l'Alternative I, avec FSS inclus, a une plus grande faisabilité économique et une plus grande efficacité de l'investissement que, et donc a un avantage sur, l'Alternative II.

## **5.5 Analyse des Propriétés (Caractéristiques) du Projet**

### **5.5.1 Bénéfices Mesurables**

Les bénéfices mesurables découlant du Projet incluent les bénéfices agricoles, l'accroissement de la productivité dans l'agriculture, l'extension des surfaces cultivées, des économies sur le coût de l'eau grâce à l'introduction du système photovoltaïque, et des effets sur l'emploi.

Les bénéfices agricoles, augmentés par le Projet, sont estimés à 3,899 milles USD dans le cas de l'Alternative I et 2,115 milles USD dans le cas de l'Alternative II respectivement.

Dans les augmentations de bénéfice du cas de l'Alternative I, 3,741 milles USD viennent de la production de riz et 158 milles USD viennent de la production de légumes tels que le gombo, l'aubergine, l'oignon, et la tomate.

Dans le cas de l'Alternative II, 2,143 milles USD d'augmentation viennent de la production de riz et 28 milles USD de baisse viennent de la production de légumes. Ce bénéfice agricole devrait croître chaque année pendant la vie économique du Projet.

Pour ce qui est de la productivité agricole, la plus importante est celle venant de la production de riz. La productivité du riz sans le Projet est de 4,236 MT de paddy par hectare et avec le Projet elle monte à 6,412 MT par hectare dans le cas de l'Alternative I et 5,375 MT par hectare dans le cas de l'Alternative II. La productivité du riz est augmentée de 48% dans le cas de l'Alternative I et de 24% dans le cas de l'Alternative II comparée au cas sans Projet.

L'augmentation de productivité avec le Projet va résulter en une production totale de riz de 35,970 MT dans le cas de l'Alternative I pour la première et la seconde campagne. La production totale de riz sera finalement de 28,380 MT dans le cas de l'Alternative II. La production de riz, avec le Projet, sera de 4% des importations totales de riz du Sénégal.

La surface totale cultivée, pour l'ensemble de la première et de la seconde campagnes, va passer de 2,030ha sans Projet à 5,610ha avec Projet, résultant en une augmentation de 3,580ha.

Le système photovoltaïque est introduit, pour la première fois au Sénégal, dans le Projet. L'électricité requise pour le fonctionnement des pompes pour l'irrigation et le drainage, et pour les pompes immergées, qui a été achetée à la compagnie d'électricité du Sénégal, sera remplacée par l'électricité générée par le système photovoltaïque. En conséquence, le coût d'électricité est diminué de 30% des coûts de l'eau à usage agricole.

Le Projet devrait également utiliser un total de 198,440 homme-jours de travail pendant la période des travaux et a ainsi un important effet sur l'emploi.

### **5.5.2 Bénéfices Non-mesurables**

Les bénéfices non mesurables du Projet incluent une contribution à la réalisation des objectifs de la politique agricole, un effet sur l'environnement, un accroissement des revenus régionaux, et un effet

sur le transfert de technologie.

### **1) Contribution à la Politique Agricole**

L'une des tâches urgentes de la politique agricole Sénégalaise est d'atteindre l'autosuffisance alimentaire. Dans ce but, le gouvernement du Sénégal est entrain de promouvoir "la Grande Offensive pour la Nourriture et l'Abondance (GOANA)" depuis 2008, qui a pour but d'accroître la production alimentaire. Le Projet "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" vise principalement à accroître la production de riz et de légumes grâce à l'amélioration des équipements d'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal. C'est pourquoi, le Projet, une fois terminé, contribuera énormément à la réalisation des principaux objectifs de la politique agricole, GOANA, du Sénégal.

Si les services d'appui aux agriculteurs (FSS) sont inclus, le Projet, comme modèle réussi de projet de développement rural, devrait être un tournant décisif pour le développement rural dans tout le Sénégal.

### **2) Effet sur l'Environnement**

La pollution de l'environnement et la désertification sont devenus les principaux sujets de discussion récemment. Le Projet "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel", une fois réalisé, fournira de l'eau en saison sèche comme en saison des pluies, rendant possibles les cultures quelque soit le temps au Sénégal. Si les cultures deviennent possibles toutes les trois saisons (Hiv., CSC, et CSF), des terres qui habituellement étaient abandonnées changeraient en devenant des terres vertes couvertes de cultures. Cela va contribuer finalement à la limitation de la désertification.

En plus, le Projet contribuera à l'amélioration du cadre de vie rural, et finalement de la qualité de vie des résidents, grâce à la réhabilitation de canaux et au revêtement de pistes rurales.

Le Projet introduit également, pour la première fois au Sénégal, le système photovoltaïque respectueux de l'environnement pour la production de l'électricité nécessaire au fonctionnement des équipements d'irrigation. Le système a un grand effet sur la conservation de l'environnement en réduisant l'émission de gaz à effet de serre. En plus, le Projet contribuera au développement de la technologie requise pour la génération d'énergie photovoltaïque au Sénégal.

### **3) Autres Bénéfices**

L'accroissement des revenus régionaux et des effets du transfert de technologie sont attendus avec la réalisation du Projet.

Le Projet, pendant la phase de travaux, a des effets d'ancrage avec d'autres industries qui, ensemble avec l'accroissement de la production agricole par le Projet, devraient augmenter le produit régional brut (GRP) de la zone du Projet.

Pendant la réalisation du Projet, le transfert de technologie devrait se produire dans les domaines de la construction d'un système d'irrigation avancé, du levé topographique et de la conception des projets, et de l'introduction et du fonctionnement des systèmes photovoltaïques etc. Le Projet, pendant la phase de transfert de technologie, contribuera à l'accroissement des capacités des officiels Sénégalais et des agriculteurs de la zone du Projet.

### **5.5.3 Conclusion (Propriétés-caractéristiques- du Projet)**

Suite à l'analyse de la faisabilité et des propriétés du Projet, ce Projet a un grand potentiel en termes d'effets mesurables et non mesurables.

En conclusion, ce Projet a un important effet économique, et des effets mesurables & non-mesurables, donc, ce Projet a de bonnes caractéristiques d'un Projet.

---

## **Chapitre 6**

**Analyse de Impact sur l'Environnement et**

**Plan de Réduction**

---

## 6. Plan analytique et de réduction de l'impact sur l'environnement

Les zones de Mboudoum, de Podor et Dagana de la vallée du fleuve Sénégal sont mises en culture (riz, etc.). Le projet est dans la zone d'un défluent du fleuve Sénégal, le Gorom-Lampsar. La surface irriguée existante est de : Grande-digue: 944ha, Tellel: 1,445ha, avec des surfaces additionnelles aménagées ( Grande-digue: 530ha, Tellel: 371ha), le potentiel total est de 4,219 ha.

Le projet doit rehabiler les canaux d'irrigation en garantissant une fourniture stable d'eau dans la zone de Grande-digue Tellel

### 6.1 Analyse de l'impact sur l'environnement

L'analyse de l'impact sur l'environnement tient compte de tous les éléments qui entrent en jeu, concernant l'homme, l'animal, la plante et tous autres aspects.

#### 6.1.1 Etude de la situation actuelle de l'Environnement

Initialement, l'investigation sur l'environnement de la zone du projet (Grande-digue Tellel) consiste en une revue de la littérature et en des questions posées. Une importante zone d'investigation a été couverte pour avoir des informations (date: 2010 du 10 au 20 Mai) et les résultats sont les suivants.

##### 1) Environnement biologique

Le principal niveau trophique qui compose l'écosystème est divisé en phases fonctionnelles de différenciation: biota, sur la base de producteurs(plantes), consommateurs(heterotrophes) et décomposeurs(fungi, bacteries) . Deux types d'écosystèmes renvoient au diagnostic physique et à la qualité de l'habitat. Le diagnostic physique concerne ecosysteme du marigot, l'écosystème du canyon, l'écosystème marin, l'écosystème des dunes, etc. La qualité de l'habitat concerne l'écosystème des forêts, l'écosystème du couvert herbacé, l'écosystème des terres humides et l'écosystème des eaux douces, l'écosystème sousmarin, etc. Les biotopes majeurs répartis en ecosystems forestiers, ecosysteme des terres agricoles; l'écosystème des terres agricoles est inclus dans la zone du projet. L'écosystème des terres agricoles est un type d'écosystème artificiel.

##### (1) Formations boisées

La zone du projet (Grande-digue Tellel) est une zone de savane.

Les espèces que l'on trouve sont *Acacia Senegal*, *Acacia tortilis*, *Acacia nilotica*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana*, *Tamarix senegalensis* et *Indigofera oblongifolia* *Combretum glutinosum* et *Calotropis will procera*, *Prosopis will juliflora*

##### (2) Formations herbacées

Les espèces que l'on trouve dans la zone de Grande-digue Tellel et les zones adjacentes sont :

*Typha domingensis*, *Cenchrus biflorus*, *Sporobolus robustus*, *Voscia cuspidata*, *Eragrostis pilosa*, *Phloxerus vermicularis*, *Nitraria retusa*, *Suaeda vermiculatum*, *Zygophyllum waterlotii*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Echinochloa colona*, *Oriza barthii*, *Scirpus sp*, *Schoenfeldia*



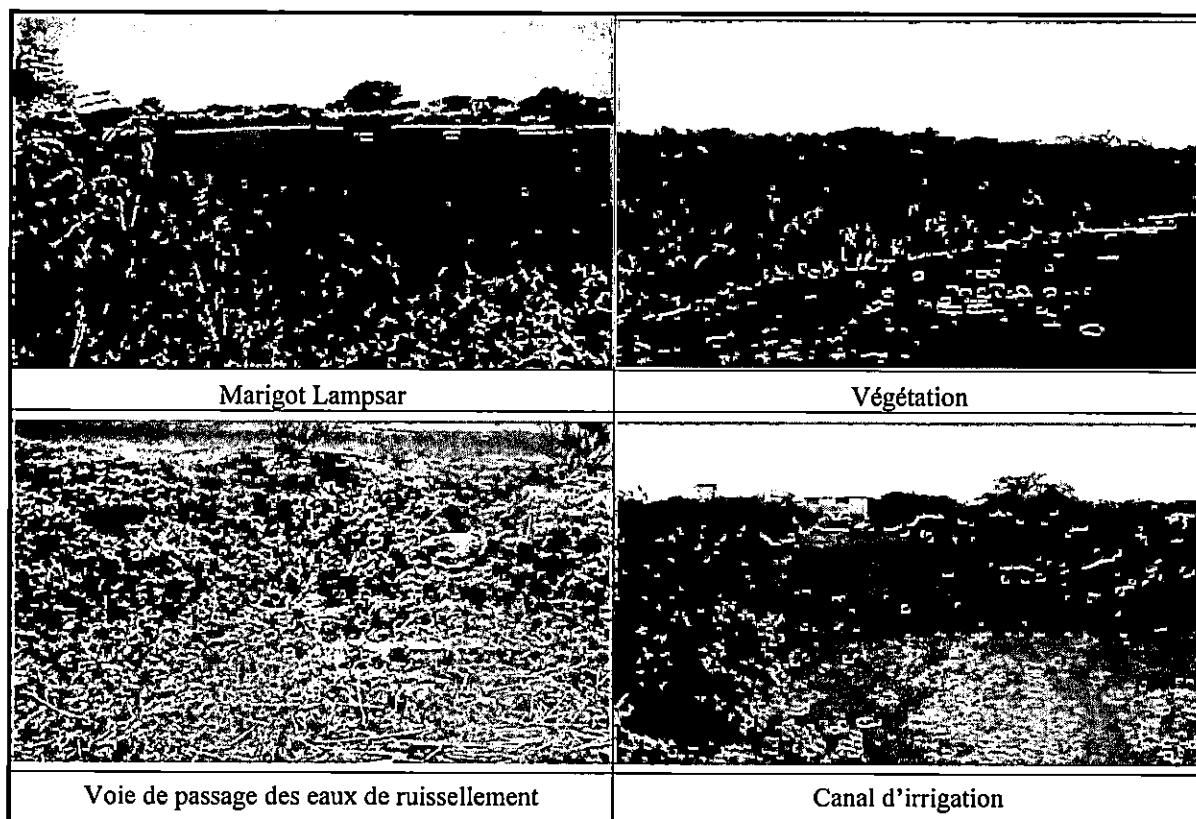
*gracilis*, *Cassia obtusifolia*, *Eragrostis trembled*, *Dactyloctenium aegyptiaca*, *Phragmites australis*, *Pistia stratiotes*

*Typha domingensis* et *Reeds australi* 2001 avec la SOGED, recherche faite au lac de Guiers – dans le canal CS Taouey, 11% et l'axe Gorom-Lampsar, 19%, et le drain de Kassack, 22.2%.

### (3) Situation de la faune

Les espèces que l'on trouve sont *Phacochoerus aethiopicus*, *Canis aureus*, *Gazella rufifrons*, *Redunca redunca*, *Erythrocebus patas*, *Ictonyx striatus* reptile: *Varanus nilotica* et Puff adder, etc. Dans la zone du fleuve et les zones environnantes : *White Pelican*, *Cormorants* et Héron bihoreau, Bécasseau cocorlis, éperonné Plover, widowed *Dendrocygne*, fawn-coloured *Dendrocygne* et *Ibis falcinelle*, *Pink Flamingo* and *Lesser Flamingo* (etc.).

Figure 6.1: Situation actuelle de l'écosystème



## 2) Ecosystèmes significatifs dans la zone

Les importants écosystèmes du bassin du fleuve Sénégal, dans la zone, sont le marigot Taouey et le lac de Guiers.

### (1) Le complexe Taouey- Lac de Guiers

Ce lac est situé dans le delta du fleuve Sénégal, il est connecté au fleuve par le marigot Taouey. La profondeur de l'eau du lac varie de 1.3m à 2.5m.

Du point de vue biologique, il y a 120 espèces végétales de plankton avec Chlorophyceae 32%, bactéries 25% et Bacillariophyceae 15% qui ont été découvertes.

Le lac constitue une réserve d'eau pour Dakar avec des infrastructures à Gnith et Keur Momar Sarr. Le lac fournit également de l'eau pour l'irrigation de la canne à sucre, du sorgho, de rizières, de champs de cultures maraîchères etc; le lac est aussi une zone de pêche et une zone touristique.

Des problèmes de pollution, dus à des décharges par la compagnie sucrière, existent, et cette pollution affecte le marigot Taouey.

Les engrais utilisés dans l'agriculture se retrouvent en partie dans la Taouey. En fait, l'eau du lac, du fait de son contact avec les déjections animales voit sa concentration d'azote augmenter.

## (2) Présente situation de l'environnement

Le barrage de Diama empêche l'intrusion d'eau salée, le niveau de l'eau à l'amont monte et facilite l'irrigation et l'alimentation en eau du Gorom-Lampsar notamment.

Une vaste zone avec sept villages est concernée :Ross Bethio Commune Rosso Bethio, Ndiorno, Souloul et Ouroulbé begaye, Fondé boki et Raynabé 1 & 2, Wouro Séna. Le bétail et la pêche sont, avec l'agriculture, les principales activités des sept villages. Nombre d'organisations paysannes :59 [(Ross-Béthio (35) et Ndiorno (10) et Raynabé 1 & 2 (5), Souloul (3) et Fondé Boki (3) et Ouroulbé Bégaye (2), Wouro Séna (1)] et fermes privées (GIE , SV: 47; GPF: 2; Privées: 10) qui fonctionnent et l'Union des GIE est formée.

## 6.2 Plan de réduction

### 6.2.1 Plan de réduction dans l'environnement naturel

Pendant la construction, des dégâts peuvent être causés à l'environnement, dégâts auxquels il faut remédier.

Tableau 6.1: Prédiction d'impact causé par l'exécution du projet

Article	Moment	Prédiction d'impact cause par l'exécution du projet	Remarks
Climat		◦ conversion en terres agricoles de zones desertes.	
Qualité de l'air	Pendant la construction	◦ De la poussière se répand en phase de preparation du sol et pendant les déplacements des engins.	
	En fonctionnement		
Géologie du terrain	Pendant la construction	◦ Les deblais et les remblais .	
	En fonctionnement		
Usage de la terre	Pendant la construction		
	En fonctionnement	◦ Conversion de terres desertes en terres agricoles.	
Vanne d'irrigation	En fonctionnement	◦ Contrôle d'un canal d'irrigation. ◦ Drainage vers zone basse.	
Sol	Pendant la construction	◦ La pollution par des corps comme l'huile a un impact nuisible.	
	En fonctionnement	◦ Pollution du sol avec des pesticides et des engrais.	
Qualité de l'eau	Pendant la construction	◦ Intrusion d'eaux usées.	
	En fonctionnement	◦ Pollution de l'eau par des pesticides et des engrais.	

#### 1) Qualité de l'air

De nombreux facteurs entrent en jeu du point de vue de la qualité de l'air.

##### (1) Terrain · Géologie

Les mouvements de terres ont un impact sur l'environnement.

Le passage des véhicules sur la piste d'accès et les zones environnantes répand de la poussière dans l'atmosphère.

##### (2) Analyse de la stabilité des talus

Pendant les travaux, les citères de qualité pour les matériaux, les talus, l'analyse de la stabilité des talus, etc. ont mené à un Fs(Facteur de sécurité) de 1.3.

Tableau 6.2: Paramètre de force qui a été appliqué

Division	Couche de sol	Moyenne N	Valeur avec parametre de sol				remarque
			$\gamma_t$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (KN/m <sup>3</sup> )	C (kpa)	$\phi$ (°)	
Canaux d'irrigation	Sol cohérent	-	19.0	20.0	11.0	29.0	TP
	Argile légère	3	17.0	20.0	25.0	25.0	Equation empirique et bibliographie
	Argile moyenne bien tassée	8	18.0	20.0	30.0	30.0	Equation empirique et bibliographie

Figure6.2: Section du remblai

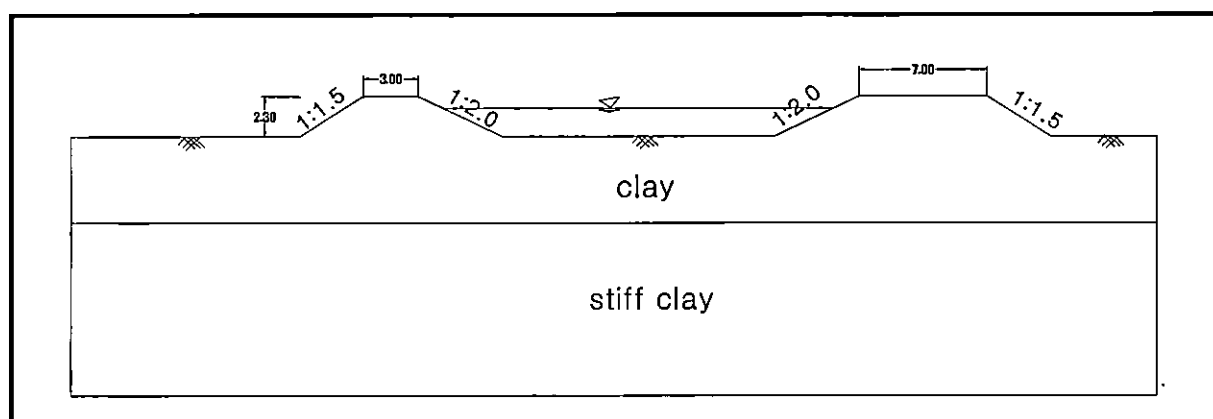
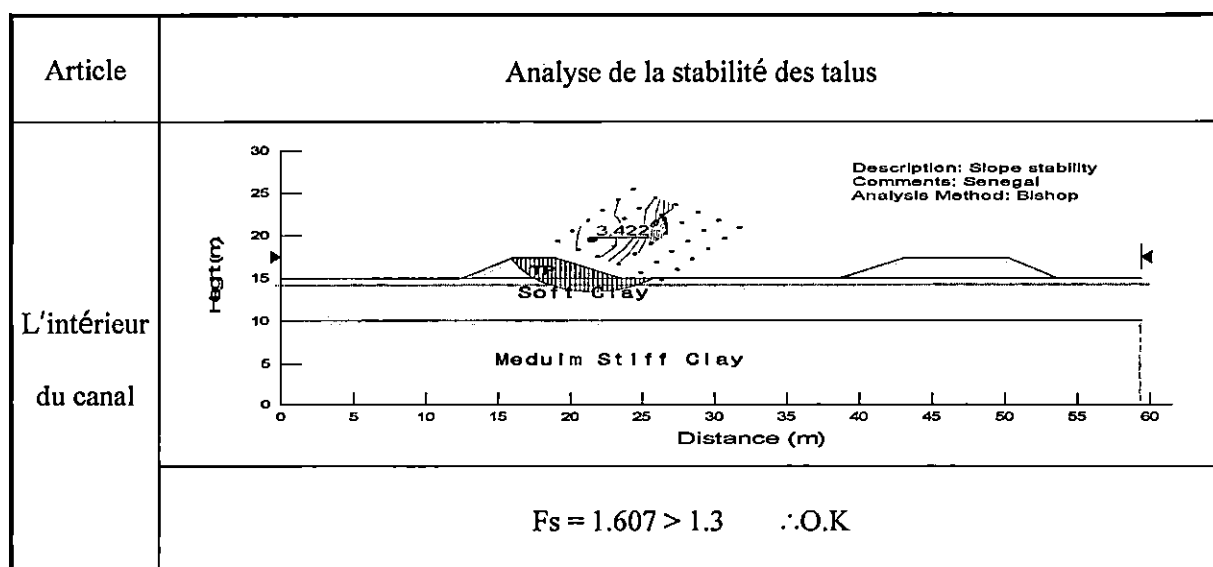


Figure 6.3: Résultats de l'analyse de la stabilité des talus



## 2) Sol

### (1) Pendant les travaux

De la pollution du sol se produit pendant les travaux, avec les huiles et lubrifiants, et des mesures doivent être prises pour en limiter l'ampleur..

**(2) En fonctionnement**

La fourniture d'azote organique, l'amélioration de la fourniture de matière organique, sont nécessaires compte tenu des propriétés physiques et chimiques du sol.

La paille de riz peut être utilisée comme source de matière organique, sur une profondeur de 40 ~ 50cm. En plus, la culture du riz, les zones herbacées non cultivées, le bétail, la rotation des cultures peuvent améliorer la teneur en matière organique.

**3) hydrogéologie · situation hydrographique**

**(1) Pendant les travaux**

La circulation de l'eau d'irrigation est entravée par la présence de plantes aquatiques et de dépôts sur le fond, qui accroissent les pertes de charge.

C'est pourquoi, pour avoir le débit de 10.5 m<sup>3</sup> / s, il est nécessaire d'enlever les plantes aquatiques, d'améliorer les ouvrages de prise pour accroître le débit du Gorom- Lampsar.

**(2) En fonctionnement**

Le Projet MCA (Millennium Challenge Account) sur financement Américain qui a démarré et le Projet 3PRD sur financement de la France vont améliorer le débit dans les marigots concernés.

Une fois que les travaux d'amélioration auront été faits, la capacité totale sera de 87.5 m<sup>3</sup>/s, et le besoin de 10.5m<sup>3</sup>/s sera satisfait.

**6.2.2 Plan de réduction relatif à l'éco-environnement**

**1) La contre mesure relative à la flore**

Surface concernée par le Projet: 2,500 ha existants, 901 ha additionnels pour la production. Des mesures protectives de la flore existante et des dunes doivent être prises.

**2) Création de l'éco système des terres humides**

La distribution (localisation) des terres humides sur le site du projet n'a pas fait l'objet d'investigations, mais les plantes aquatiques trouvent un environnement favorable. Les terres humides remplissent plusieurs fonctions dans l'écosystème, et des fonctions type incluent la purification de l'eau, l'habitat pour animaux et plantes, telles que fournies par les paysages où l'environnement est respecté.

Typiquement, la croissance des plantes, spécialement en terres humides doit agir comme dépôt de phosphore(P), d'azote (N) et de substances inorganiques. Et des dépôts substances riches en matière organiques sont présents et leur présence dans l'écosystème est un avantage.

### 3) La contre mesure relative à la faune

Le principal marigot dans la zone du projet est le Gorom- Lampsar, l'aménagement des terres modifier inévitablement l'habitat animal et les couloirs de passage.

#### (1) Mammalia

Pendant les travaux : l'impact du bruit et des vibrations sur l'habitat animal pendant les travaux sera réduit au minimum.

Fonctionnement : pour la protection des animaux sauvages, les residents locaux seront informés et conseillés, et la capture sans discrimination et la pêche excessive seront prohibées.

### 6.2.3 Normes de qualité de l'Eau pour l'Agriculture

En 1977, sur financement du Gouvernement Français, un aménagement de 2,500 ha a été réalisé pour promouvoir l'agriculture; l'aménagement recevant l'eau d'un marigot par l'intermédiaire d'une station de Pompage.

La qualité de l'eau d'irrigation a été examinée notamment du point de vue du pH, de la turbidité, azote total, du sodium, des produits toxiques.

Tableau 6.2 Normes de qualité de l'eau pour l'agriculture concernant le riz (Sources: Administration du Développement Rural)

Article	FAO	Corée	Etats-Unis	Japon	Chine
pH	6.0~8.5	6.0~8.5			
BOD(mg/L)	-	Moins de 8		Moins de 8	80
T-N(mg/L)	NO <sub>3</sub> -N:5	-	NH <sub>3</sub> -N:0.02 NO <sub>2</sub> -N:10.0	-	Kjeldahl-N:20

#### 1) pH

L'analyse de qualité de l'eau a été faite pour les eaux de la zone du Projet. Le pH trouvé varie de 6.8 à 7.1, tout-à-fait dans la plage de pH 6.0 à 8.5 correspondant aux normes FAO (Food Agriculture Organization), donc la culture du riz est considérée comme viable.

#### 2) Azote Total (Total – N)

Quantité totale d'azote dans l'eau = Organique + ammoniacal + nitrite + nitrate

- i) nitrite nitrogen(NO<sub>2</sub>-N): il y a virulence vis-à-vis des corps vivants
- ii) nitrate nitrogen(NO<sub>3</sub>-N): le facteur d'utilisation de l'absorption pour le riz est bas.

---

## **Chapitre 7      Analyse des Riques Lies au Projet**

---

## **7. ANALYSE DES RISQUES LIES AU PROJET**

### **1) Possibilité de changement des limites de la surface visée**

Les 3,300 ha de la surface irriguée concernée par le projet comprennent des surfaces irriguées grâce à l'eau venant de la station de pompage aussi bien que des surfaces qui reçoivent l'eau du canal de drainage de Kassack et du marigot Lampsar. En vue de décider de la surface du projet, des réunions conjointes entre la SAED, le PMC et les représentants paysans ont eu lieu plusieurs fois, et ont confirmé la surface retenue.

### **2) Possibilité de changer l'agence de financement**

La SAED est la principale agence Sénégalaise responsable de la réalisation de projets de développement rural. Le Gouvernement central aussi appuie le projet, donc, la possibilité de changer d'agence de financement est très faible. Cependant, l'assistance du gouvernement central n'est pas facile, et le manque d'expérience de travail du personnel en charge du projet peut constituer un problème. En vue d'une réalisation avec succès, une participation active et un appui d'experts Coréens est nécessaire.

### **3) Possibilité de changer l'environnement du projet et améliorer les conditions**

L'autosuffisance en produits alimentaires de base et l'amélioration de l'infrastructure de production agricole sont une priorité de la politique agricole au Sénégal. Le développement du bassin du fleuve Sénégal et le développement rural ont le soutien du Gouvernement Sénégalais. La SAED et les agriculteurs également soutiennent le projet. C'est pourquoi, la coopération pour ce projet entre le Gouvernement et la SAED a très peu de chances de changer.

Cependant, considérant le manque d'expérience des officiels Sénégalais pour la réalisation du projet, des experts étrangers (PMC) sont nécessaires pour la réalisation et la supervision du projet, pour une exécution avec succès et de la transparence financière.

### **4) Possibilité de changer les contenus du projet**

Les coûts et contenus du projet sont déterminés en consultation avec les experts locaux et les représentants paysans. C'est pourquoi, il y a peu de possibilités de changements des contenus majeurs du projet. Cependant, des consultations supplémentaires et des demandes venant des paysans au stade de l'avant-projet détaillé peuvent causer des changements dans les contenus du projet.

### **5) O&M des équipements d'irrigation une fois le projet terminé**

Une fois les équipements d'irrigation réalisés, ils seront transférés par la SAED à l'Union des GIE pour l'opération et la maintenance. Pour une opération et une maintenance efficaces, et un accroissement des revenus paysans, les diverses organisations paysannes devraient être consolidées en GIE et GPF. L'Union des GIE qui est responsable de l'opération et la maintenance, doit également gérer le budget, l'équipement, l'organisation, et le manuel d'O&M. Elle fonctionnera aussi comme une institution de formation pour paysans et responsables d'O&M.



## **6) Possibilité de retards dans la production et d'une faible rentabilité après le projet**

La surface de 3.300 ha du projet en fait la plus grande surface cultivée en riz au Sénégal. Actuellement, les ménages paysans concernés sont de 2,329 pour une population de plus de 15,900. Après le projet, il y aura une augmentation du nombre de ménages et de la population. Considérant le manque d'expérience et la pauvreté des agriculteurs de la zone, le manque de technologie de culture et de fonds dans la phase qui suit immédiatement le projet peut conduire à l'existence de jachères partielles. Les zones de jachères partielles peuvent faire monter les coûts de maintenance dans la zone du projet, ce qui crée un cercle vicieux d'augmentation des surfaces en jachère.

Cependant, le Gouvernement et les paysans ont la ferme intention de développer la zone. En plus, les programmes d'appui aux paysans seront étudiés et réalisés pendant les travaux d'aménagement; des séances de formation sur la technologie agricole seront dispensées, des équipements agricoles et du matériel seront fournis, ce qui peut permettre de surmonter des problèmes comme le manque de technologie agricole et de fonds agricoles. Après la réalisation du projet, la Délégation de Dagana de la SAED appuiera et supervisera l'union des agriculteurs et donnera des indications pour une meilleure gestion du système irrigué.

Si le programme d'appui aux agriculteurs est mené en parallèle avec les travaux d'aménagement, les facteurs de risque peuvent être gérés, comme cela a été fait dans le Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole dans le Département de Dagana réalisé de 2007 à 2009, sur un don de la KOICA.

## **7) Capacité insuffisante du marigot Lampsar pour la fourniture d'eau d'irrigation**

Actuellement, il y a des dépôts et des plantes aquatiques dans le marigot Lampsar, en conséquence, la SAED améliore l'hydraulique du marigot par des travaux annuels de curage. La SAED estime que le potentiel d'aménagement de la zone du Delta, qui inclut ce projet, est de 33.470 ha, ce qui correspond à un besoin d'irrigation de 89.8 m<sup>3</sup>/s au maximum, moyenne maximum de 55.1 m<sup>3</sup>/s considérant les pertes par évaporation, infiltration, etc.

Pour satisfaire ces besoins en eaux, la SAED envisage d'améliorer les cours d'eau et les infrastructures hydrauliques qui s'y trouvent, pour les marigots Gorom et Lampsar. Si le projet d'amélioration du marigot Lampsar n'est pas mené à son terme comme envisagé, la surface cultivée seulement par irrigation peut être réduite, causant une réduction des effets du projet. C'est pourquoi, un effort continu pour fournir le budget nécessaire à l'amélioration du marigot Lampsar est nécessaire de la part du Gouvernement du Sénégal.

---

## **Chapitre 8    Plan POUR D'AUTRES TRAVAUX**

---

## **8. PLAN POUR TRAVAUX A VENIR**

### **8.1 Avant-Projet Sommaire**

#### **8.1.1 Méthodologie de l'Avant-Projet Sommaire**

L'APS sera étudié sur la base des résultats de l'étude de faisabilité, du plan de travail et de la méthodologie de l'APS comme suit;

- Choisir une conception économique et une méthode d'aménagement basées sur les résultats de l'étude de faisabilité
- Choisir la conception optimale en discutant avec les agences concernées et les paysans de la zone du projet
- Faire l'étude de l'APS en prenant en considération les conditions du site
- Decider du tracé des canaux de drainage et de la section de ces canaux en tenant compte du système de drainage actuel
- Etudier l'APS en utilisant des données appropriées et un bon programme informatique

Le contenu de l'APS inclura ce qui suit..

- APS pour le système de canaux d'irrigation et de drainage
- APS pour le système de canaux de la zone d'extension
- APS pour les équipements civils, mécaniques, électriques, et autres de la station de pompage
- APS pour canaux d'irrigation principaux, secondaires, et tertiaires
- APS pour canaux de drainage principaux, secondaires, et tertiaires
- APS pour ouvrages sur canaux
- APS pour pistes d'entretien et pour pistes d'exploitation
- APS pour magasin et maison communautaire.

#### **8.1.2 Plans (dessins) pour l'APS**

○ Dessiner le tracé des canaux principaux, secondaires et tertiaires et des pistes d'entretien et d'exploitation, et des ouvrages sur canaux sur le plan topographique ne du projet Grande Digue-Tellel (Echelle 1/2,000, 1/10,000, 1/25,000)

○ Plan de la Station de Pompage: Vue en plan de la station de pompage (1/500), Plan général de la station de pompage (1/500), Plan détaillé de la structure de la station de pompage (1/200), Plan détaillé des pompes submersibles (1/200), Protection du chenal et autres équipements de la station de pompage

○ Profils en long des canaux: niveau terrain à l'origine, niveau fond canal, niveau plan d'eau, niveau cavaliers, déblais et remblais, et dimensions canaux.

○ Profils en travers des canaux: Plans types de la section et des dimensions des canaux pour chaque canal (débit, vitesse de l'eau, pente, profondeur d'eau et revanche)

- Plans Types pour ouvrages sur canaux: Ouvrages de répartition, ouvrages de contrôle, dalot/siphon d'irrigation, portions portées des canaux, vannes de drainage, dalot/siphon de drainage et autres ouvrages sur canaux
- Produire les plans d'APS et stocker dans des CD.

### **8.1.3 Estimation des Coûts**

- Sélection des éléments de coût: cela peut inclure l'enlèvement des racines, le déblai et le remblai, le compactage des talus, etc. Pour les éléments concernant les canaux en terre et les ouvrages, sont concernés l'excavation, les aciers, les poutres, le compactage, bétons, conduites en béton, vannes et crémaillères de dimensions variables, etc.

Dans le cas de la station de pompage, cela peut inclure les pompes submersibles et les accessoires de pompes, les grilles, et autres éléments métalliques.

- Devis quantitatif et Prix Unitaires par Article: Le Devis quantitatif et les Prix Unitaires par Article seront préparés sur la base de projets similaires exécutés par la SAED comme Dagana, Podor, et les projets en cours.

- Contenus de l'Estimation des Coûts: L'estimation des coûts sera préparée article par article et le résultat de cette estimation sera donné.

### **8.1.4 Rapport sur l'Etude d'Avant-Projet Sommaire**

Le rapport sur l'étude d'avant-projet sommaire inclura ce qui suit;

- Rapport sur l'APS
- Plans (dessins) relatifs à l'APS
- Estimation des Coûts
- Analyse Economique et Financière

---

## **Chapitre 9**

## **Conclusion et Recommandations**

---

## 9. CONCLUSION ET RECOMMANDATION

A l'origine, il était envisagé, dans le cadre du Projet d'aménager 3,000ha incluant les 2,500ha existants et une extension de 500ha. Mais, d'après les résultats du levé topographique, la surface rizicole existante est de 2,998ha et la surface occupée par les infrastructures telles que les canaux et les pistes est de 300ha. Les paysans demandent à ce que 302 ha de terres cultivables situées dans le périmètre, rizicultivables si l'eau d'irrigation est fournie, soient inclus. La surface totale aménageable, y compris les 302ha, atteint 3,600ha, 600ha de plus que la surface de 3,000ha proposée au départ.

De nombreuses discussions ont eu lieu entre l'Union des Agriculteurs, la SAED, et le Consultant PMC pour parler du sujet mentionné plus haut. Le PMC a étudié l'agrandissement de la station de pompage et des canaux d'irrigation dû à l'accroissement de 600ha de la surface aménagée, mais l'échelle d'augmentation de la taille des infrastructures n'est pas importante comparée aux avantages tirés de l'accroissement de la surface. C'est pourquoi, considérant la contribution à l'autosuffisance alimentaire au Sénégal et les effets importants du projet, il a été retenu que la surface à aménager soit de 3,600ha.

Une des tâches urgentes de la politique agricole Sénégalaise est d'atteindre l'autosuffisance alimentaire. Dans ce but, le Gouvernement du Sénégal fait la promotion de la "Grande Offensive pour la Nourriture et l'Abondance (GOANA)" depuis 2008, qui vise à accroître la production de nourriture. Le Projet "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" vise principalement à augmenter la production de riz et produits maraîchers grâce à l'amélioration des équipements d'irrigation dans la vallée du Fleuve Sénégal. C'est pourquoi, le Projet, une fois terminé, contribuera beaucoup à la réalisation des principaux objectifs de la politique agricole, GOANA, du Sénégal. Si le Service d'Appui aux Agriculteurs (FSS) est inclus, le Projet, comme modèle réussi de projet de développement rural, devrait constituer un tournant pour le développement rural dans tout le Sénégal.

La pollution de l'environnement et la désertification sont devenues des sujets de préoccupation récemment. Le Projet "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel", une fois réalisé, fournira de l'eau en saison sèche comme en saison des pluies, permettant de cultiver quelque soit le temps au Sénégal. Si les cultures deviennent possibles pendant toutes les trois saisons (Hiv., CSC, et CSF), des terres qui d'habitude n'étaient pas exploitées deviendront des terres vertes couvertes de cultures. Cela va finalement contribuer à la limitation de la désertification. En plus, le Projet contribuera à l'amélioration du cadre de vie rural, et de la qualité de vie des résidents, grâce à la réhabilitation des canaux et au revêtement des pistes rurales.

Les bénéfices tirés du du Projet incluent des bénéfices agricoles, l'accroissement de la productivité agricole, l'accroissement des surfaces cultivées, la réduction du coût de l'eau par l'introduction du système photovoltaïque, et un effet sur l'emploi.

Les bénéfices agricoles, augmentés par le Projet, sont estimés à 3,899 milles USD dans le cas de l'Alternative I et 2,115 milles USD dans le cas de l'Alternative II respectivement. Dans l'augmentation de bénéfice du cas de l'Alternative I, 3,741 milles USD viennent de la production de riz et 158 milles USD viennent de la production maraîchère telle que le gombo, l'aubergine, l'oignon, et la tomate. Dans le cas de l'Alternative II, 2,143 milles USD son tune augmentation de la production de riz et 28 milles USD son tune baisse de la production maraîchère. Ces bénéfices agricoles devraient

croître chaque année pendant la vie économique du Projet.

Pour ce qui est de la productivité agricole, la plus importante vient de la production de riz. La productivité du riz sans le Projet est de 4,236 MT par hectare de paddy et avec le Projet elle est montée à 6,412 MT par hectare dans le cas de l'Alternative I et 5,375 MT par hectare dans le cas de l'Alternative II. La productivité du riz est augmentée de 48% dans le cas de l'Alternative I et 24% dans le cas de l'Alternative II comparée au cas sans Projet.

L'augmentation de productivité avec le Projet va résulter en 35,970 MT de production totale de riz dans le cas de l'Alternative I pour la première et la seconde récolte. La production totale de riz sera finalement de 28,380 MT dans le cas de l'Alternative II. La production de riz, avec le Projet, sera de 4% du total des importations de riz du Sénégal.

La surface totale cultivée, incluant la première et la seconde campagnes, va passer de 2,030ha sans Projet à 5,610ha avec le Projet, résultant en 3,580ha d'augmentation.

Le système d'énergie solaire est introduit, pour la première fois au Sénégal, dans le Projet. L'électricité nécessaire pour le fonctionnement des pompes pour l'irrigation et le drainage et les pompes immergées, achetée à la compagnie d'électricité du Sénégal, sera remplacée par l'électricité générée par le système d'énergie solaire. En conséquence, le coût de l'électricité est estimée réduite de 30% du coût de l'eau à usage agricole.

Le Projet devrait aussi employer un total de 198,440 homme-jours de travail pendant la période de construction et a ainsi un important effet sur l'emploi.

Un accroissement des revenus régionaux et des effets du transfert de technologie sont attendus avec la réalisation du Projet.

Le Projet, pendant la période de construction, a des effets de lien avec d'autres industries qui, avec l'accroissement de la production agricole dû au Projet, devrait accroître le produit régional brut (GRP) de la zone du Projet.

Pendant la réalisation du Projet, le transfert de technologie devrait se faire dans les domaines de la construction et du fonctionnement de systèmes irrigués avancés, du levé et de la conception de projets, et de l'introduction et du fonctionnement de systèmes photovoltaïques etc. Le Projet, pendant la phase de transfert de technologie, contribuera à l'accroissement des capacités des officiels Sénégalais et des agriculteurs de la zone du Projet.

Les augmentations estimées de la production annuelle sont de 27,873 M/T de paddy ou 17,800 M/T de riz (dans le cas avec FSS) et 5,977M/T de légumes. Ces augmentations de production de riz peuvent couvrir les 7.2 pourcent de la production annuelle de riz au Sénégal (2004-2008 production moyenne), et peuvent économiser des devises d'un montant d'environ USD 0.9 million chaque année du fait de la réduction de la valeur des importations de riz. Ce Projet est un Projet longtemps chéri du Gouvernement Sénégalais et des paysans bénéficiaires. C'est pourquoi, ce Projet est le Projet chéri des paysans de la zone.

Les revenus annuels totaux nets estimés sont de 2,022 million FCFA, équivalents à 868,000 FCFA par

famille (dans le cas avec FSS); ou 1,423 million FCFA équivalents à 465,000 FCFA (dans le cas sans FSS). C'est pourquoi, ce Projet contribuera de manière significative à l'accroissement des revenus et à la réduction de la pauvreté parmi les paysans de la zone du Projet.

Pour obtenir l'effet de synergie; voir rapidement les avantages; et maintenir une soutenabilité du Projet, il est recommandé que le programme FSS suive (se déroule en même temps) l'aménagement/réhabilitation du système irrigué.

Le FSS devrait être basé sur le "du bas vers le haut" et sur la Méthode Participatoire. La SAED doit aider et guider les GIE pour renforcer leurs capacités dans les phases d'initiation.

Ce Projet, étant une partie de la série de Projets KOICA dans la vallée du fleuve Sénégal, contribuera à i) réalisation de l'objectif Sénégalais d'autosuffisance alimentaire par l'accroissement de la production de riz et d'autres produits agricoles, ii) réduction de la pauvreté chez les paysans de la zone du Projet, iii) amélioration des conditions de vie des paysans de la zone, iv) amélioration des conditions environnementales en empêchant la désertification avec l'expansion des champs verts de paddy; et v) amélioration des relations de coopération entre la Corée et le Sénégal.

L'analyse économique montre que le Projet "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" a une grande faisabilité économique. Les résultats montrent que l'EIRR est de 18.1% dans le cas de l'Alternative I, où les Services d'Appui aux Agriculteurs (FSS) sont inclus, et 11.0% même dans le cas de l'Alternative II, où FSS n'est pas inclus.

Les Ratios B/C sont supérieurs à 1 dans le cas de l'Alternative I si un taux d'escompte de 10% ou 15% est appliqué. Dans l'Alternative II, les ratios B/C sont également supérieurs à 1 avec un taux d'escompte de 10%. Considérant que le coût moyen du capital au Sénégal est, en général, fixé à 10%, le Projet, "Réhabilitation du Périmètre de Grande Digue-Tellel" a une grande faisabilité économique dans les deux cas des Alternatives I et II en termes de ratios B/C.

Pour résumer, Le Projet a une faisabilité économique aussi bien dans le cas de l'Alternative I que dans celui de l'Alternative II. Cependant, l'Alternative I, où les services d'appui aux agriculteurs (FSS) sont inclus, a une plus grande faisabilité économique et, donc, une plus grande efficacité de l'investissement.

L'Alternative I, avec FSS inclus, a une plus grande faisabilité économique et une plus grande efficacité de l'investissement que, et donc a un avantage sur, l'Alternative II. Aussi, le projet a des bénéfices non mesurables, y compris une contribution à la réalisation des objectifs de la politique agricole, un effet sur l'environnement, une augmentation des revenus régionaux, et un effet sur le transfert de technologie.

En conclusion, le projet est économiquement faisable avec d'importants effets mesurables, et d'effets non mesurables; la réalisation du projet est justifiée comme étant pleinement faisable.



Etude de faisabilité et Conception de base pour le Projet  
de réhabilitation du périmètre de Grand Digue Tellé, Sénégal

---

## II. Conception de base

## TABLE DES MATIERES

### Chapitre 1 Grandes lignes du Projet

1.1 Principaux Contenus et Coûts du Projet .....	1-2
1.2 Etude de Faisabilité Additionnelle (Complémentaire).....	1-4
1.2.1 Envergure du Projet.....	1-4
1.2.2 Coûts du Projet .....	1-7
1.2.3 Complément de l'analyse de l'économie.....	1-7

### Chapitre 2 Plan Structurel de la Station de Pompage

2.1 Capacité et Réhabilitation de la Station de Pompage Existante.....	2-1
2.2 Emplacement et Dimensions de la Nouvelle Station de Pompage.....	2-1
2.3 Section du Chenal d'Amenée.....	2-1
2.3.1 Chenal d'Amenée Existant .....	2-2
2.3.2 Agrandissement du Chenal d'Amenée .....	2-2
2.4 Plan de la Station de Pompage (Génie Civil).....	2-3
2.4.1 Aspiration .....	2-3
2.4.2 Refoulement.....	2-6
2.5 Plan de Fondation de la Station de Pompage.....	2-8
2.5.1 Général.....	2-8
2.5.2 Excavation pour la Fondation .....	2-10
2.5.3 Stabilité de la Fondation .....	2-11

### Chapitre 3 Plan (Etude) des Canaux d'Irrigation

3.1 Surface Irriguée.....	3-1
3.1.1 Surface Aménagée et Surface Irriguée .....	3-1
3.1.2 Surface irriguée pour chaque Canal Principal d'Irrigation et chaque Ouvrage de Répartition .....	3-1
3.2 Calcul du Débit Unitaire Requis .....	3-3
3.3 Canaux d'Irrigation.....	3-3
3.3.1 Canaux Principaux d'Irrigation .....	3-3
3.4.2 Canaux d'Irrigation Secondaires et Tertiaires .....	3-5
3.5 Réseau d'Irrigation.....	3-5
3.6 Plan Longitudinal (Caractéristiques profil en long) des Canaux d'Irrigation .....	3-10
3.6.1 Pente Longitudinale.....	3-10

3.6.2 Calcul des Pertes de Charge .....	3-10
3.6.3 Niveau d'Eau Calculé du Point de Départ du Canal Principal .....	3-12
3.6.4 Profil en Long des Canaux Principaux d'Irrigation .....	3-13
3.7 Calculs Hydrauliques des Canaux d'Irrigation .....	3-34
3.7.1 Coupe Transversale (Section) des Canaux .....	3-34
3.7.2 Revanche .....	3-35
3.7.3 Pistes d'Entretien lelong des Canaux Principaux .....	3-35
3.7.4 Coupe Transversale d'un Canal d'Irrigation .....	3-36
3.8 Ouvrages sur Canaux d'Irrigation .....	3-46
3.8.1 Partiteurs Principaux & autres Ouvrages de Répartition .....	3-46
3.8.2 Vanne de controle .....	3-49
3.8.3 Dalot .....	3-50
3.8.4 Ouvrages principaux de franchissement .....	3-51

## **Chapitre 4 Plan des Canaux de Drainage**

4.1 Canaux de drainage et station de pompage de drainage (exhaure) .....	4-1
4.1.1 Canaus de drainage et surface drainée .....	4-1
4.1.2 Etat actuel des infrastructures de drainage .....	4-3
4.2 Débits de drainage .....	4-3
4.2.1 Débits de drainage .....	4-3
4.2.2 Capacité de la station de pompage de drainage et durée maximum d'inondation .....	4-5
4.3 Plan de drainage .....	4-6
4.4 Système de Drainage .....	4-8
4.5 Plan longitudinal des canaux de drainage .....	4-9
4.6 Dimensions des canaux de drainage .....	4-18
4.6.1 Dimensions des canaux de drainage .....	4-18
4.6.2 Revanche .....	4-19
4.6.3 Piste lelong du canal de drainage .....	4-19
4.6.4 Dimensions des canaux de drainage .....	4-20
4.7 Ouvrages de drainage .....	4-21

## **Chapitre 5 Conception Mécanique et Electrique de la Station de Pompage**

5.1 Equipements mécaniques .....	5-1
5.1.1 Etat actuel de la station de pompage .....	5-1
5.1.2 Principaux équipements de la station de pompage .....	5-2
5.1.3 Equipements pour la maintenance .....	5-5

5.1.4 Agrandissement de la station de pompage.....	5-6
5.1.4.1 Principes de base pour la conception .....	5-6
5.1.4.2 Conditions de base pour la conception .....	5-7
5.1.4.3 Principaux équipements de la station de pompage.....	5-8
5.1.4.4 Equipements pour faciliter la maintenance .....	5-12
5.1.5 Liste des équipements additionnels de la station de pompage.....	5-16
5.2. Equipements électriques .....	5-18
5.2.1 Equipements électriques pour la nouvelle station de pompage .....	5-18
5.2.1.1 Généralités.....	5-18
5.2.1.2 Grandes lignes décrivant les équipements.....	5-18
5.2.1.3 Equipements de Reception et de Transformation d'Electricité.....	5-21
5.2.1.4 Plan de Câblage et de Plombage .....	5-28
5.2.1.5 Equipements pour éclairage et chauffage.....	5-29
5.2.1.6 Equipements de mesure.....	5-29
5.2.1.7 Plan de Prévention des Désastres .....	5-30
5.2.1.8 Plan de Fonctionnement de la Station de Pompage.....	5-31
5.2.2 Revue de la Station de Pompage Existante.....	5-33
5.2.2.1 Revue des Conditions sur le Terrain .....	5-33
5.2.2.2 Plan de réhabilitation des équipements existants .....	5-36
5.3 Générateurs Solaires Photovoltaïques (PV).....	5-37
5.3.1 Revue des Energies Nouvelles et Renouvelables .....	5-37
5.3.1.1 But.....	5-37
5.3.1.2 Nouvelles Energies.....	5-37
5.3.1.3 Energie Renouvelable .....	5-38
5.3.1.4 Conclusion.....	5-40
5.3.2 Equipement de production d'énergie solaire Photovoltaïque (PV) .....	5-41
5.3.2.1 Plan de base.....	5-41
5.3.2.2 Revue de la capacité de production d'énergie solaire PV .....	5-44
5.3.2.3 Layout des équipements de génération de puissance PV .....	5-45
5.4 Plan d'Opération et de Maintenance (O&M).....	5-49
5.4.1 STATION DE POMPAGE.....	5-49
5.4.2 Centrale solaire .....	5-51

## Chapitre 6 Plan des Equipements d'Appui aux Agriculteurs

6.1 Grandes lignes.....	6-1
6.2 Maison Communautaire (Maison du Village).....	6-2
6.3 Magasin.....	6-4

6.4 Magasin pour Machines Agricoles .....	6-6
6.5 Rizerie .....	6-8
6.6 Département PR .....	6-9
6.7 Chambre du Concierge .....	6-11

## **Chapitre 7 Coûts du Projet**

7.1 Coûts du Projet .....	7-1
7.1.1 Estimation des Coûts du Projet .....	7-1
7.2 Coûts Totaux du Projet .....	7-2
7.3 Coûts Annuels du Projet (Données pour Analyse Economique) .....	7-3
7.4 Coûts Totaux de Construction .....	7-4
7.5 Coûts Construction .....	7-5
7.5.1 Coûts Construction (Analyse Economique) .....	7-5
7.5.2 Coûts construction (Fonds Locaux et Etrangers) .....	7-12
7.6 Récapitulation des Quantités de Matériaux .....	7-16
7.7 Coûts Unitaires .....	7-19
7.7.1 Coûts Unitaires (Analyse Economique) .....	7-19
7.7.2 Coûts Unitaires (Monnaie Locale et Devise) .....	7-22
7.7.3 Données pour Analyse des Coûts Unitaires .....	7-25
7.7.4 Coûts Projet de Projets Similaires Récents .....	7-27
7.8 Réglage du budget de l'analyse économique .....	7-28
7.9 flux de budget de l'analyse économique .....	7-30
7.10 Analyse de l'efficacité économique .....	7-31
7.10.1 EIRR .....	7-31
7.11 Ratio B/C .....	7-33
7.12 Sensible analyse .....	7-35
7.13 Résumé de l'analyse économique .....	7-35

## Liste des Tableaux

Tableau 1.1: Principaux Contenus des Travaux d'Amélioration.....	1-2
Tableau 1.2: Etude de Faisabilité et Avant-Projet Sommaire.....	1-4
Tableau 1.3: Changements des coûts du projet .....	1-7
Tableau 1.4: Résumé de l'analyse économique par Alternatives (B/ C Ratio) .....	1-7
Tableau 1.5: Résumé de l'analyse économique par Alternatives (NPV) .....	1-8
Tableau 1.6: Résumé de l'analyse sensible (prestations) .....	1-8
Tableau 1.7: Résumé de l'analyse sensibles (coût de la construction).....	1-8
Tableau 2.1: Calcul de la Capacité de Pompage.....	2-1
Tableau 2.2: Chenal d'Amenée .....	2-2
Tableau 2.3: Détermination du Type de fondation .....	2-8
Tableau 2.4: Fondation Proposée pour la Station de Pompage .....	2-11
Tableau 2.5: Procédure suivie pour la conception basée sur la portance.....	2-11
Tableau 2.6: Facteur de forme de la fondation .....	2-12
Tableau 2.7: Résultats du calcul de la portance.....	2-13
Tableau 2.8: Tassement admissible pour different ouvrages (Sowers, 1962) .....	2-13
Tableau 2.9: Nombre d'Influence du Tassement Elastique (Is) .....	2-14
Tableau 2.10: Résultat du Calcul du Tassement des Fondations.....	2-14
Tableau 3.1: Surface Totale de la Zone .....	3-1
Tableau 3.2: Surface Irriguée par Canal Principal d'Irrigation et par Ouvrage de Répartition.....	3-2
Tableau 3.3: Canaux d'Irrigation.....	3-3
Tableau 3.4 Canaux d'Irrigation Secondaires & Tertiaires .....	3-5
Tableau 3.5: Normes pour Pentes Longitudinales de Canaux en fonction des dimentions des canaux .....	3-10
Tableau 3.6: Coefficient de perte de charge pour un rétrécissement brusque (fsc).....	3-11
Tableau 3.7: Coefficient de Perte de Charge pour un Elargissement Brusque (fse).....	3-11
Tableau 3.8: Calcul des Pertes de Charge .....	3-13
Tableau 3.9: Profil en long de Canaux Principaux d'Irrigation.....	3-14
Tableau 3.10: Elévation du plan d'eau aux Points de Départ des Canaux Secondaires .....	3-32
Tableau 3.11: Coefficient de Rugosité .....	3-35
Tableau 3.12: Normes de Revanches pour Canaux en Terre.....	3-35
Tableau 3.13: Dimensions des Canaux d'Irrigation Secondaires par Type.....	3-37
Tableau 3.14: Calculs Hydrauliques pour Canaux d'Irrigation Principaux .....	3-39
Tableau 3.15: Calculs Hydrauliques des Canaux Secondaires d'Irrigation.....	3-41

Tableau 3.16: Ouvrages sur canaux d'irrigation.....	3-46
Tableau 3.17: Partiteurs Principaux.....	3-47
Tableau 3.18: Dimensions des partiteurs principaux.....	3-47
Tableau 3.19: Dimensions des dalots .....	3-50
Tableau 3.20: Dimensions des ouvrages principaux de franchissement.....	3-51
Tableau 3.21: Calculs Hydrauliques des Ouvrages de Répartition.....	3-52
Tableau 3.12: Calculs Hydrauliques de la Sortie des Ouvrages de Répartition .....	3-54
Tableau 3.23: Dimensions de Ouvrages de Répartition .....	3-58
Tableau 4.1 Canaux de drainage dans la zone du Projet .....	4-2
Tableau 4.2 Etat actuel des équipements de drainage .....	4-3
Tableau 4.3 Durée d'inondation des champs de paddy (Les champs de paddy restent avec une lame d'eau supérieure à 10cm).....	4-5
Tableau 4.4 Débit de drainage par jour (D).....	4-6
Tableau 4.5 Plan de Drainage.....	4-7
Tableau 4.6 Niveaux d'eau au point de confluence des canaux de drainage avec le drain de Kassack .....	4-9
Tableau 4.7 Plan longitudinal des canaux de drainage.....	4-10
Tableau 4.8 Resultats des calculs hydrauliques des canaux principaux de drainage.....	4-18
Tableau 4.9 Resultats des calculs hydrauliques pour les canaux de drainage secondaires.....	4-18
Tableau 4.10: Resultats des calculs hydrauliques pour les canaux de drainage tertiaires .....	4-19
Tableau 4.11 Critères pour la determination de la revanche .....	4-19
Tableau 4.12 Dimensions des canaux principaux de drainage .....	4-21
Tableau 4.13 Dimensions des canaux de drainage secondaires.....	4-21
Table 4.14 Dimension of the tertiary drainage canal.....	4-21
Tableau 4.15 Plan des ouvrages des canaux de drainage .....	4-22
Tableau 4.16 Dimensions des ouvrages de drainage .....	4-23
Tableau 5.1: Dimension des installations de pompage Station .....	5-3
Tableau 5.2: Dimension du clapet.....	5-3
Tableau 5.3: Dimension de l'écran .....	5-4
Tableau 5.4: Dimension de la porte de contrôle dans le canal d'irrigation.....	5-4
Tableau 5.5: Dimension de la porte de contrôle de l'évacuateur de crues.....	5-5
Tableau 5.6: Dimension des ponts roulants de la station de pompage .....	5-5
Tableau 5.7: Dimension de la grue portique à la partie d'entrée de la station de pompage.....	5-6
Tableau 5.8: Débit .....	5-8
Tableau 5.9: Niveau d'eau .....	5-8
Tableau 5.10: Choix de la pompe .....	5-9

Tableau 5.11: perte de charge.....	5-11
Tableau 5.12: Rendement de la pompe.....	5-12
Tableau 5.13: Pourcentage de moteur et moteurs de rechange.....	5-12
Tableau 5.14: Efficacité de connexion pour l'arbre.....	5-12
Tableau 5.15: Liste des installations supplémentaires de la station de pompage.....	5-17
Tableau 5.16: installation électrique de la station de pompage.....	5-20
Tableau 5.17: Dimension des cabines.....	5-22
Tableau 5.18: Électricité de réception et le matériel de transformation.....	5-33
Tableau 5.19: installation de transformation de puissance.....	5-34
Tableau 5.20: équipements de distribution électrique.....	5-34
Tableau 5.21: Panneau de configuration de la pompe.....	5-35
Tableau 5.22: équipement de mesure de niveau d'eau.....	5-36
Tableau 5.23: Sénégal données météorologiques mensuelles.....	5-42
Tableau 5.24: Faits saillants du module solaire.....	5-45
Tableau 5.25: Sélection de Solar Installation du module.....	5-47
 Tableau 6.1: Equipements d'Appui aux Agriculteurs.....	 6-2
 Tableau 7.1 Alt I : Coût d'investissement par année (Avec FSS).....	 7-28
Tableau II Alt 7.2: Cost d'investissement par an (sans FSS).....	7-29
Tableau 7.3: Estimation des flux Coût du projet par Annuel.....	7-30
Tableau 7.4: EIRR de I Alt.....	7-31
Tableau 7.5: EIRR de II Alt.....	7-32
Tableau 7.6: Ratio B / C de I Alt.....	7-33
Tableau 7.7: Ratio B / C de I Alt.....	7-34
Tableau 7.8: analyse sensible de I Alt.....	7-35
Tableau 7.9: Analyse sensibles II Alt.....	7-35
Tableau 7.10: Résumé de l'analyse économique par Alternatives.....	7-35
Tableau 7.11: Résumé de l'analyse sensible.....	7-36



## Liste des Figure

Fig. 2.1: Section Chenal d'Amenée.....	2-3
Fig. 2.2 Plan de la Station de Pompage .....	2-4
Fig. 2.3: Plan Détaillé et Coupe de la Station de Pompage .....	2-5
Fig. 2.4: Coupe du Refoulement.....	2-6
Fig. 2.5: Plan du Refoulement.....	2-7
Fig. 2.6: Concept de la Fondation Compensée.....	2-9
Fig. 2.7 Excavation avec le Talus Naturel.....	2-10
Fig. 2.8 Mécanisme de Support Direct de la Fondation .....	2-11
Fig. 3.1: Plan de Situation des Canaux d'Irrigation.....	3-4
Fig. 3.2: Réseau Lié au Canal Principal No.1.....	3-6
Fig. 3.2: Réseau lié au Canal Principal No. 2.....	3-7
Fig. 3.2: Réseau lié au Canal Principal No. 3.....	3-8
Fig. 3.2: Réseau lié au Canal Principal No. 4.....	3-9
Fig. 3.3: Section Standard (Section Type) d'un Canal d'Irrigation.....	3-34
Fig. 3.4: Coupe Transversale d'une Piste d'Entretien lelong d'un Canal Principal .....	3-36
Fig. 3.5: Plan de l'Ouvrage de Répartition .....	3-48
Fig. 3.6: Vanne de controle .....	3-49
Fig. 3.7: Plan du dalot.....	3-50
Fig. 3.8: Plan de l'ouvrage principal de franchissement.....	3-51
Fig. 4.1 Système de canaux de drainage.....	4-2
Fig. 4.2 Plan de Drainage .....	4-7
Fig. 4.3 Système des canaus de drainage.....	4-8
Fig. 4.4 Section transversale du revêtement en Latérite.....	4-20
Fig. 4.5 Une section trapézoïdale d'un canal.....	4-20
Fig. 4.6 Plan Standard d'un Dalot (Dalot de drainage en forme de caisse).....	4-22
Fig. 4.7 Carte de situation des dalots de drainage .....	4-25
Fig. 4.8 Plan et coupes des dalots de drainage .....	4-25
Fig. 5.1: Equipements de Crane.....	5-1
Fig. 5.2: Agrandissement de la station de pompage .....	5-7
Fig. 5.3: Plan pour les installations auxiliaires.....	5-13
Fig. 5.4: Plan des installations supplémentaires de la station de pompage.....	5-16
Fig. 5.5: Plan de centrale solaire.....	5-19

Fig. 5.6: réseau de distribution d'électricité.....	5-21
Fig. 5.7: Sénégal données météorologiques mensuelles.....	5-43
Fig. 5.8: Configuration par défaut d'installation solaire photovoltaïque de production d'électricité.....	5-43
Fig. 6.1: Plan.....	6-3
Fig. 6.2: Vue Façade Principale.....	6-3
Fig. 6.3: Section.....	6-4
Fig. 6.4: Plan.....	6-4
Fig. 6.5: Vue Façade Principale.....	6-5
Fig. 6.6: Section.....	6-5
Fig. 6.7: Plan.....	6-6
Fig. 6.8: Vue Façade Principale.....	6-6
Fig. 6.9: Section.....	6-7
Fig. 6.10: Plan.....	6-8
Fig. 6.11: Vue Façade Principale.....	6-8
Fig. 6.12: Section.....	6-9
Fig. 6.13: Plan.....	6-9
Fig. 6.14: Vue Façade Principale.....	6-10
Fig. 6.15: Section.....	6-10
Fig. 6.16: Plan.....	6-11
Fig. 6.17: Vue Façade Principale.....	6-11
Fig. 6.18: Section.....	6-12

---

## **Chapitre 1**

# **Grandes lignes du Projet**

## **Chapitre 1 Grandes lignes du Projet**

Le rapport d'avant-projet sommaire du projet d'irrigation Grande Digue-Tellel a été rédigé sur la base de l'étude de faisabilité. Le contenu du rapport d'étude de faisabilité n'est pas inclus dans ce rapport. Ce rapport sert à compléter l'étude de faisabilité et détailler les contenus qui doivent être traités à l'étape de l'APS. Pour toute information sur les objectifs du projet, les conditions, l'hydrologie, la mécanique des sols, la pédologie, le diagnostique de sécurité, l'environnement, et le débit unitaire requis, veuillez consulter le rapport d'étude de faisabilité.

L'objectif principal du projet d'irrigation de Grande Digue-Tellel est l'accroissement de la production de riz et la mise des paysans dans de bonnes conditions en fournissant des quantités suffisantes d'eau au bon moment en améliorant les équipements d'irrigation dans la zone du Projet. Ce rapport a été rédigé en tenant compte de ces faits.

Ce rapport a été rédigé sur la base des principes suivants pour tirer le plus des installations d'irrigation existantes et pour augmenter leur fonctionnalité. Ces principes concernent la station de pompage, les canaux d'irrigation & de drainage, les ouvrages qui leur sont liés, et les équipements pour l'amélioration des conditions des résidents.

1. Une station de pompage optimale sera mise en place pour fournir de l'eau à usage agricole dans la zone du Projet.
2. Les équipements existants (spécialement la station de pompage) qui ne fonctionnent pas correctement seront réhabilités et mis à jour.
3. Les canaux d'irrigation & de drainage existants seront utilisés sans modification du tracé. Cependant, les pentes longitudinales des canaux existants seront réajustées. Les sections des canaux seront agrandies pour les débits requis qu'ils doivent véhiculer.
4. Les ouvrages existants détériorés ou qui ne fonctionnent plus seront enlevés et reconstruits.
5. Les équipements existants non nécessaires ou qui sont mal placés seront mis en place là où il faut.
6. Les recommandations des paysans sur les équipements d'irrigation existants seront prises en compte dans la conception.
7. Des équipements d'appui aux agriculteurs tels que la maison communautaire et le magasin pour machines agricoles seront inclus dans l'étude en consultation avec les organisations

paysannes et la SAED.

8. Il y a des paysans qui ne cultivent plus à cause du coût élevé de l'électricité utilisée pour le pompage. Considérant cela, une installation de capteurs solaires avec une capacité optimum sera mise en place.

Les équipements d'irrigation envisagés dans l'étude de faisabilité ont été adéquatement complétés selon les principes cités ci-dessus. A cause du besoin de compléter les équipements, le montant total prévu pour le projet a été augmenté de 1 %. Les résultats de l'analyse économique sont présentés dans l'Annexe de ce rapport.

Nous espérons que ce rapport sera utilisé autant que possible au stade de l'avant-projet détaillé par le Gouvernement Sénégalais. Nous espérons aussi que vous trouverez ce rapport techniquement utile.

## 1.1 Principaux Contenus et Coûts du Projet

Les Principaux contenus des travaux d'amélioration dans l'irrigation du perimetre Grand Digue Tellel sont résumés dans le Tableau 1.1. (Ref. Rapport sur l'Etude de Faisabilité pour les details des ouvrages existants).

Tableau 1.1: Principaux Contenus des Travaux d'Amélioration

Ouvrage, Equipement majeur		Principaux contenus du projet		coûts du Projet (1,000Fcfa)
		Existant	A améliorer	
Total				9,860,792
1. Station de pompage		1	Nouvelle 1	1,894,767
Ouvrages de GénieCivil	Chenal d'amenée	B=12m H=3m L=120m	Aggrandissement de l'existant. B=24m H=3.5m L=120m	292,830
	Aspiration	B=2.8m 4 ea	Réparation des Equipements existants. New pumping station (B=2.8m , 4 ea)	
Ouvrages de GénieCivil	Refoulement	B × L: 11 × 8m	Enlever le bassin de dissip. existant Nouveau bassin (B×L: 33×15m)	"
	Autres	Vanne à niveau constant	Enlever les équipements existants, Nouveau canal et vanne	

Ouvrage, Equipement majeur		Principaux contenus du projet		coûts du Projet (1,000Fcfa)
		Existant	A améliorer	
Equipements de pompage	Pompes	D900 4 set Q=6m <sup>3</sup> /s	Utiliser équipements pompage existants, Nouvelles pompes (D800, 4 unités) Q=11.6m <sup>3</sup> /s	404,516
	Auxiliaires	Grue (Batardeau, Grille)	Enlever les équipements existants, Nouveaux équipements O&M , Grue 2 jeux (Batardeau, grille & Pompes Submersible)	
Electricité	Poste de transform. & équipem. distribution	400 kVA	Aggrandissement Poste Existant 750 kVA	518,966
	Mesures/ Autres	-	Observations météorologiques, jauges niveau d'eau, équipements d'urgence (paratonnerre, CCTV, équipements anti incendie)	
	Production énergie solaire	-	Nouveau 400kVA (surf.: 1ha)	678,455
2. Canaux d'Irrigation	Principaux	4 canaux 28.19km	Rehaussement canaux princ. (30cm) Augmentation de la section Mise en place latérite sur piste d'accès Equipements convenants	4,325,364
	Secondaire	129 canaux 80km		
	Tertiaires	408 canaux 180km		
	Ouvrages	211	Enlever les ouvrages existants Nouveaux ouvrages sur canaux (347)	
3. Canaux de Drainage	Principaux	3 canaux 12.4km	Improvement of canals Expansion of cross section Laterite placing on access road	854,703
	Secondaire	5 canaux 7.05km		
	Tertiaires	55 canaux 31.4km		
	Ouvrages	65	Enlever les ouvrages existants Nouveaux 51	
4. Magasin, etc.			Nouvelle maison communautaire, magasin, bureau relations publiques, etc.	383,600
Faux frais		coûts administratifs, levés & conception, supervision travaux, imprévus, etc.		2,402,358

## 1.2 Etude de Faisabilité Additionnelle (Complémentaire)

### 1.2.1 Envergure du Projet

Les résultats de l'étude de faisabilité additionnelle sont inclus dans l'Avant-Projet Sommaire comme indiqué dans le Tableau 1.2.

Tableau 1.2: Etude de Faisabilité et Avant-Projet Sommaire

Description		Etude de Faisabilité	Avant-Projet Sommaire	Remarques
Station de pompage	Génie civil	Chenal d'amenée Longueur 33m	Reduction de la longueur du chenal. Longueur 33m → 24m	L'avis de la SAED est accepté.
	Equipe-ments de pompage	-	Nouvelles pompes pour l'équipement solaire O&M	Pour lavage de la surface du module solaire avec dispositif de fourniture d'eau
	Electricité	o Méthode demurrage pompes Méthode demarrage par réacteur	Méthode de demurrage par inverseur	La methode de demarrage par inverseur est adoptée.
	Capteurs solaires	Capteurs solaires	N'inclut pas le coût de la mise en place des modules solaires	Inclut le coût de l'installation du module solaire
Canaux Principaux d'Irrigation		o Longueur des canaux principaux - 4 canaux 28,354m	→ 4 canaux 28,190m	Révisé en etudiant le plan
		o Coupe longitudinale - Section longitudinale temporaire - Estimation de la longueur	- Vue en plan des canaux - Longtueur sur le plan - Niveaux d'eau à diverses stations - Profil en long	Etude du plan et calcul de la perte de charge
		o Coupe transversale - Section standard 15 pour chacune	- Section standard 28 pour chacune	Ajouter les sections standard

Description	Etude de Faisabilité	Avant-Projet Sommaire	Remarques
Canaux Principaux d'Irrigation	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Plan de ouvrages</li> <li>- Vannes de control.: 3</li> <li>- Principaux ouv. De répart. S.: 3</li> <li>- Ouvr. de répart.: 57</li> <li>- Dalots: 27</li> <li>- Ouvr. Princip. de franchissement:2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcul des dimensions</li> <li>→ 1 chacune</li> <li>→ 3 chacune</li> <li>→ 77 chacune</li> <li>→ 7 chacune</li> <li>Flume → 3 chacune</li> </ul>	Calculs hydrauliques bases sur les dimensions supposées, et revue de la nécessité de chaque structure.
Secondaires et tertiaires d'irrigation	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Longueur canal</li> <li>- Secondaires: 2 canaux 1,800m</li> <li>- Tertiaires: N.A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ 129 canaux 79,974m</li> <li>→ 250 canaux 179,626m</li> </ul>	Changement de nom des canaux secondaires/tertiaires & et mesure des longueurs de canaux sur le plan
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Profil en travers</li> <li>- Section standard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besoins en eau des secondaires</li> <li>- Niveau d'eau à l'entrée des secondaires</li> <li>- Sections transversales des secondaires</li> </ul>	Calculer les sections transversales de tous les canaux secondaires
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Plans ouvrages sur secondaires</li> <li>- Repartition: 120</li> <li>- Dalots: 20</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculer les dimensions des ouvrages</li> <li>→ 259</li> <li>→ 0</li> </ul>	Les dalots sont remplacés par des ouvrages de répartition
Canaux de drainage	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Longueur des canaux</li> <li>- Principaux:3 canaux 8.6km</li> <li>- Secondaires: 3 canaux N.A.</li> <li>- Tertiaires: N.A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ 3 canaux 12,400m</li> <li>→ 5 canaux 7,050m</li> <li>→ 55 canaux 31,395m</li> </ul>	Corrigé en étudiant le plan
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Longueurs des secondaires/tertiaires</li> <li>- Secondaires: 2 canaux 1.8km</li> <li>- Tertiaires: N.A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ 129 canaux 79,974m</li> <li>→ 250 canaux 179,626m</li> </ul>	Corrigé en étudiant le plan



Description	Etude de Faisabilité	Avant-Projet Sommaire	Remarques
Canaux de drainage	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Vue nen plan des canaux</li> <li>- Temporaire coupe longitudinale</li> <li>- Estimation de la longueur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan longitudinal</li> <li>- Longueur sur le plan</li> <li>- Niveaux d'eau aux stations</li> <li>- Profils en long</li> </ul>	Etude du plan et calcul de pertes de charge
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Section transversale</li> <li>- Section standard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besoins des canaux</li> <li>- Sections transversales</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Canaux Principaux</li> <li>- Dalot: 15</li> <li>- S. Drain: 15</li> <li>o LCanaux latéraux</li> <li>- S. Drain: 89</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculer les dimensions des ouvrages</li> <li>→ 5 endroits</li> <li>→ 38 endroits</li> <li>→ 15 endroits</li> </ul>	Les ouvrages de drainage sont envisages seulement pour la traversée des pistes
Magasin	<p>Maison communautaire: 21,000m<sup>2</sup></p> <p>Magasin: 2,000m<sup>2</sup></p> <p>Machines agric.: 2,100m<sup>2</sup></p> <p>Rizerie: 600m<sup>2</sup></p> <p>DépartementPR : 360m<sup>2</sup></p> <p>Conciergerie: 50m<sup>2</sup></p>	<p>→ 1,400m<sup>2</sup> (20 × 70, 1 bâtim)</p> <p>→ 1,500m<sup>2</sup> (15 × 50, 2 bâtim)</p> <p>→ 2,100m<sup>2</sup> (30 × 70, 1 bâtim)</p> <p>→ 600m<sup>2</sup> (20 × 30, 1 bâtim)</p> <p>→ 360m<sup>2</sup> (12 × 30, 1 bâtim)</p> <p>→ 60m<sup>2</sup> (6 × 10, 1 bâtim)</p>	<p>Discuté avec la SAED.</p> <p>Changé pour avoir les bonnes dimensions</p>

## 1.2.2 Coûts du Projet

Les changements dans les coûts du Projet sont indiqués dans le Tableau 1.3.

Tableau 1.3: Changements des coûts du projet

Unit: 1,000 Fcfa

Description	Etude de faisabilité	APS	Difference	Remarques
Total	<b>7,404,033</b>	<b>7,458,434</b>	<b>54,401</b>	
o Station de pompage	1,919,665	1,894,767	-24,898	
- Génie Civil	362,473	292,830	-69,643	Coût ouvr.princip.de franchise.pour drainage (30m de long) transféré aux canaux principaux d'irrigation
- Machines	368,420	404,516	36,096	Nouvelles pompes O&M
- Electricité& Production énergie solaire	1,188,772	1,197,421	8,649	Ajouté:coûts fondation module solaire qui avaient été omis.
o Canaux princ. irrigation	3,712,392	3,584,445	-127,947	Mise en place de latérite:exclue
o Canaux d'irrigation secondaires/tertiaires	905,697	740,919	-164,778	Dispositif de fourniture d'eau transféré à
o Canaux de drainage	414,179	854,703	440,524	Mise en place de latérite:incluse
o Magasin	452,100	383,600	-68,500	Dimensions: réduites

## 1.2.3 Complément de l'analyse de l'économie

Le changement de l'analyse économique est présentée au tableau 1.4.

Tableau 1.4: Résumé de l'analyse économique par Alternatives (B/ C Ratio)

	EIRR	B/C Ratio					
		F/S			Basic Design		
		10%	15%	20%	10%	15%	20%
Alt I	18.1%	1.76	1.21	0.90	1.75	1.20	0.90
Alt II	11.0%	1.09	0.74	0.56	1.08	0.74	0.55

Tableau 1.5: Résumé de l'analyse économique par Alternatives (NPV)

	EIRR	NPV (1,000USD)					
		F/S			Basic Design		
		10%	15%	20%	10%	15%	20%
Alt I	18.1%	13,652	3,334	-1,481	13,525	3,234	-1,575
Alt II	11.0%	1,375	-3,643	-5,832	1,268	-3,743	-5,925

Tableau 1.6: Résumé de l'analyse sensible (prestations)

			Origine		Prestation			
			F/S	B/D	Baisse de 5%		Baisse de 10%	
					F/S	B/D	F/S	B/D
Alt I	IRR (%)		18.1%	18.0%	17.2%	17.1%	16.3%	16.2%
	B/C	i = 10.0%	1.76	1.75	1.68	1.67	1.59	1.58
		i = 15.0%	1.21	1.20	1.14	1.14	1.08	1.08
		i = 20.0%	0.90	0.90	0.86	0.85	0.81	0.81
Alt II	IRR (%)		11.0%	10.9%	10.4%	10.3%	9.8%	9.7%
	B/C	i = 10.0%	1.09	1.08	1.03	1.03	0.98	0.97
		i = 15.0%	0.74	0.74	0.71	0.70	0.67	0.67
		i = 20.0%	0.56	0.55	0.53	0.53	0.50	0.50

Tableau 1.7: Résumé de l'analyse sensibles (coût de la construction)

			Origine		Coût de la construction			
			F/S	B/D	Augmentation de 5%		Augmentation de 10%	
					F/S	B/D	F/S	B/D
Alt I	IRR (%)		18.1%	18.0%	17.3%	17.1%	16.5%	16.4%
	B/C	i = 10.0%	1.76	1.75	1.69	1.68	1.61	1.60
		i = 15.0%	1.21	1.20	1.15	1.14	1.10	1.09
		i = 20.0%	0.90	0.90	0.86	0.85	0.82	0.82
Alt II	IRR (%)		11.0%	10.9%	10.4%	10.4%	10.0%	9.9%
	B/C	i = 10.0%	1.09	1.08	1.04	1.03	1.00	0.99
		i = 15.0%	0.74	0.74	0.71	0.71	0.68	0.68
		i = 20.0%	0.56	0.55	0.53	0.53	0.51	0.50

---

## **Chapitre 2 Plan Structurel de la Station de Pompage**

## Chapitre 2 Plan Structurel de la Station de Pompage

### 2.1 Capacité et Réhabilitation de la Station de Pompage Existante

Ref. Rapport sur l'Etude de Faisabilité

### 2.2 Emplacement et Dimensions de la Nouvelle Station de Pompage

La nouvelle station de pompage est située à gauche de la station de pompage existante, où les conditions topographiques, géologiques et environnementales conviennent. Aussi, l'emplacement permet l'utilisation du chenal d'amenée et du canal principal existants.

La nouvelle station de pompage est dimensionnée pour fournir le débit supplémentaire nécessaire après l'augmentation des surfaces aménagées. La surface aménagée va passer de 2,550 ha à 3,300 ha, et le débit de pompage de  $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$  à  $11.55 \text{ m}^3/\text{s}$ . La nouvelle station de pompage fournira  $5.6 \text{ m}^3/\text{s}$  comme indiqué dans le Tableau 2.1

Tableau 2.1: Calcul de la Capacité de Pompage

Description	Besoins	Existant	Addition	Remarques
Surface irriguée(A)	3, 300 ha	2,550 ha	750 ha	
Besoins pour l'irrigation(q)	$3.5 \text{ l/s/ha}$	$2.3 \text{ l/s/ha}$	$1.2 \text{ l/s/ha}$	
Pompage(Q) $Q = q \times A$	$11.55 \text{ m}^3/\text{s}$	$6.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$5.55 \text{ m}^3/\text{s}$ $\approx 5.60 \text{ m}^3/\text{s}$	

### 2.3 Section du Chenal d'Amenée

Il était proposé que le chenal d'amenée ait une largeur de 33m et une hauteur de 3.5m dans l'Etude de Faisabilité, mais les largeur et hauteur du chenal d'amenée ont été révisées à 24m pour la largeur et 3.5m pour la hauteur dans l'Etude d'APS, prenant en compte l'opinion de la SAED comme indiqué dans le Tableau 2.2.

Tableau 2.2: Chenal d'Amenée

Description	Etude de Faisabilité	APS	Remarques
Largeur (B)	33m	24m	Accepte la recommandationSAED
Hauteur (H)	3.5m	3.5m	
Talus	1:1.5	1:1.5	

### 2.3.1 Chenal d'Amenée Existant

Le chenal d'amenée existant est connecté à la station de pompage et au marigot Lampsar, la source d'eau, sur une longueur de 120m. Le chenal existant a une largeur de 12m, un tirant d'eau de 0.75m (niveau de sécheresse), une hauteur de 3.0m et un talus de 1:1.5. S'il y a une station de pompage additionnelle ( $Q = 5.60\text{m}^3/\text{s}$ ), le chenal d'amenée doit être agrandi pour permettre l'écoulement du débit total ( $Q = 11.60\text{m}^3/\text{s}$ ), y compris le débit existant.

### 2.3.2 Agrandissement du Chenal d'Amenée

Les niveaux de crue et d'étiage du chenal d'amenée sont EL. 1.40 m et EL. -0.25 m respectivement. Le niveau actuel du plafond est de EL. -1.00 m, donnant une profondeur d'eau de 0.75 m en cas de niveau de sécheresse (pris comme niveau d'étiage). Pour le chenal agrandi, un niveau plafond de EL. -1.50m est adopté donnant une profondeur d'eau de 1.25 m, et le chenal est agrandi sur son coté droit comme indiqué dans la Fig. 2.1.

Les dimensions de la section du chenal agrandi sont de 24 m de large, 3.5 m de haut, et une cote des berges de EL. 2.00 m sur la base d'une revanche de 0.6 m.

La section transversale du chenal est calculée en utilisant la formule de Manning avec une pente longitudinal de 1/5,000 pour que la vitesse soit inférieure à 0.5m/s.

- Surface mouillée ( $A$ ) =  $1/2(24+24+1.25 \times 1.5 \times 2) \times 1.25 - 12 \times 0.5 = 26.34\text{m}^2$
- Périmètre mouillé ( $P$ ) =  $2(1.25^2 + 1.875^2)^{1/2} + 23 = 25.25\text{m}$
- Rayon hydraulique ( $R$ ) =  $A/P$

$$R = 26.34/25.25 = 1.043, \quad I = 1/5,000$$

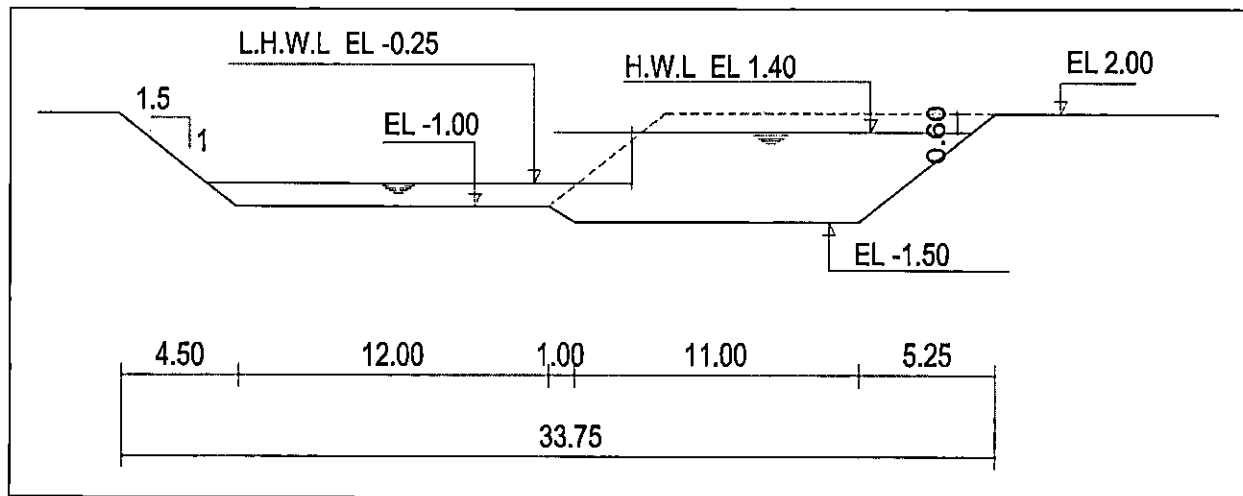
- $V(\text{Vitesse moyenne}) = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$

$$V = 1/0.033 \times 1.043^{2/3} \times (1/5,000)^{1/2} = 0.441 \text{ m/s} < 0.5 \text{ m/s, OK}$$

- $Q=AV$

$$Q = 26.34 \times 0.441 = 11.61 \text{ m}^3/\text{s} > 11.6 \text{ m}^3/\text{s, OK}$$

Fig. 2.1: Section Chenal d'Amenée



## 2.4 Plan de la Station de Pompage (Génie Civil)

### 2.4.1 Aspiration

Le mur en aile est modifié à cause des changements dans la section du chenal d'amenée. Des échelles pour la maintenance sont placées sur chaque côté de l'entrée de la bache d'aspiration.

La nouvelle station de pompage est située à 10m de la station de pompage existante, sur la gauche. Les batardeaux, les grilles et les grues mobiles extérieures seront utilisés pour les deux stations de pompage parce qu'ils sont installés dans un alignement droit.

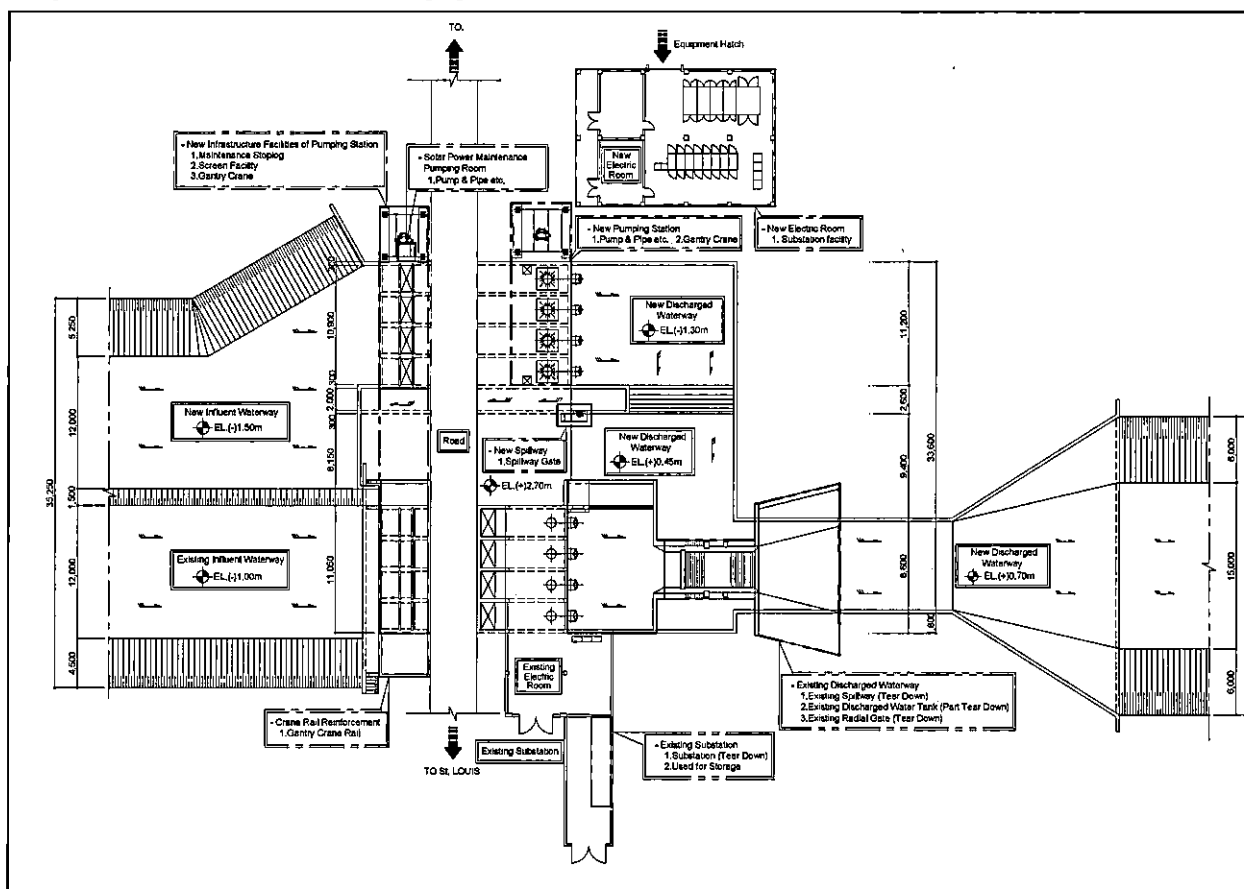
La partie aspiration est compose de murs en aile, batardeaux, grilles, boîte en forme de dalot et bache d'aspiration (Fig. 2.2, 2.3)

- Murs en aile: sur les deux cotés de la fin du chenal d'amenée pour protéger le chenal et la station de pompage.
- Batardeaux: en face de la bache d'aspiration pour empêcher l'écoulement pendant les

travaux d'entretien.

- C. Grilles: grilles de 2.5 m de large et 2.0 m de haut pour arrêter les corps flottants.
- D. Dalot d'accès à la bête: fonctionne comme un pont pour passer à coté de la station de pompage franchissant la bête d'aspiration.
- E. Bête d'aspiration: 4 compartiments de la bête pour 4 pompes pour prévenir les vortex, chaque compartiment est large de 2.5 m.
- F. Chemain pour la maintenance: échelle, escalier & fosse pour la maintenance de la bête d'aspiration.

Fig. 2.2 Plan de la Station de Pompage







## 2.4.2 Refoulement

La bache de refoulement est constituée d'un bassin de dissipation, d'un déversoir et d'une vanne pour évacuer les eaux excédentaires. La bache de refoulement existante sera enlevée à cause de son mauvais état, et une bache nouvelle combinée sera mise en place pour la nouvelle et l'ancienne stations de pompage. Les dimensions du bassin de refoulement sont, 33 m de large et 15m de long pour stocker l'eau de 5 minutes de débit des pompes.

Le déversoir est mis en place dans le bassin de refoulement pour l'écoulement des eaux excédentaires. L'eau du déversoir retourne au chenal d'amenée à travers un dalot. La longueur du déversoir est de 20 m, et la cote du seuil du déversoir est de EL. 2.55 m (cote plan d'eau au point de départ du canal d'irrigation+ 0.05 m). Considerant exclusion de 50% de la capacite maximale de pompage, la longueur evacuateur de crues a ete determinee comme 11m.

$$Q = C \times L \times H^{(3/2)}, \quad L = Q/C/H^{(3/2)}$$

$$C = 2.18(P/H_0=8), \quad L = 11.6(m^3/s)/2.18/0.43/2 = 9.80m$$

Aussi, une vanne de dimensions 1m × 1m est installée au fond du bassin de refoulement pour drainer l'eau hors de ce bassin quand cela est nécessaire pour des travaux de maintenance. Les éléments du refoulement sont montrés dans les Fig. 2.4, 2.5.

Fig. 2.4: Coupe du Refoulement

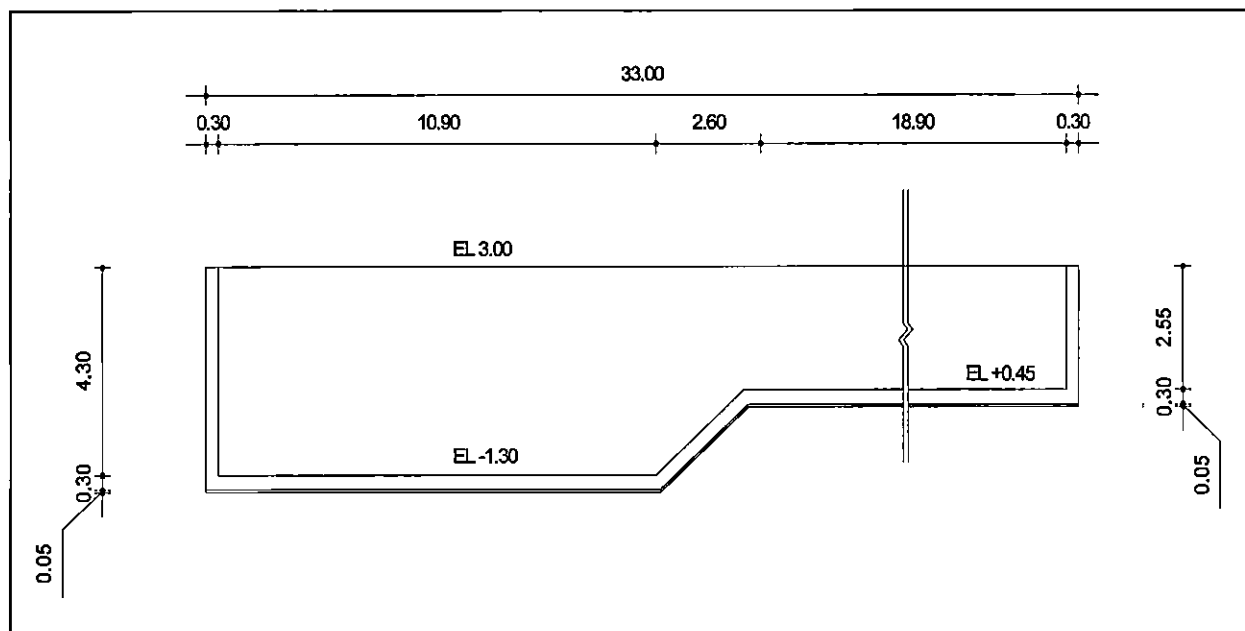
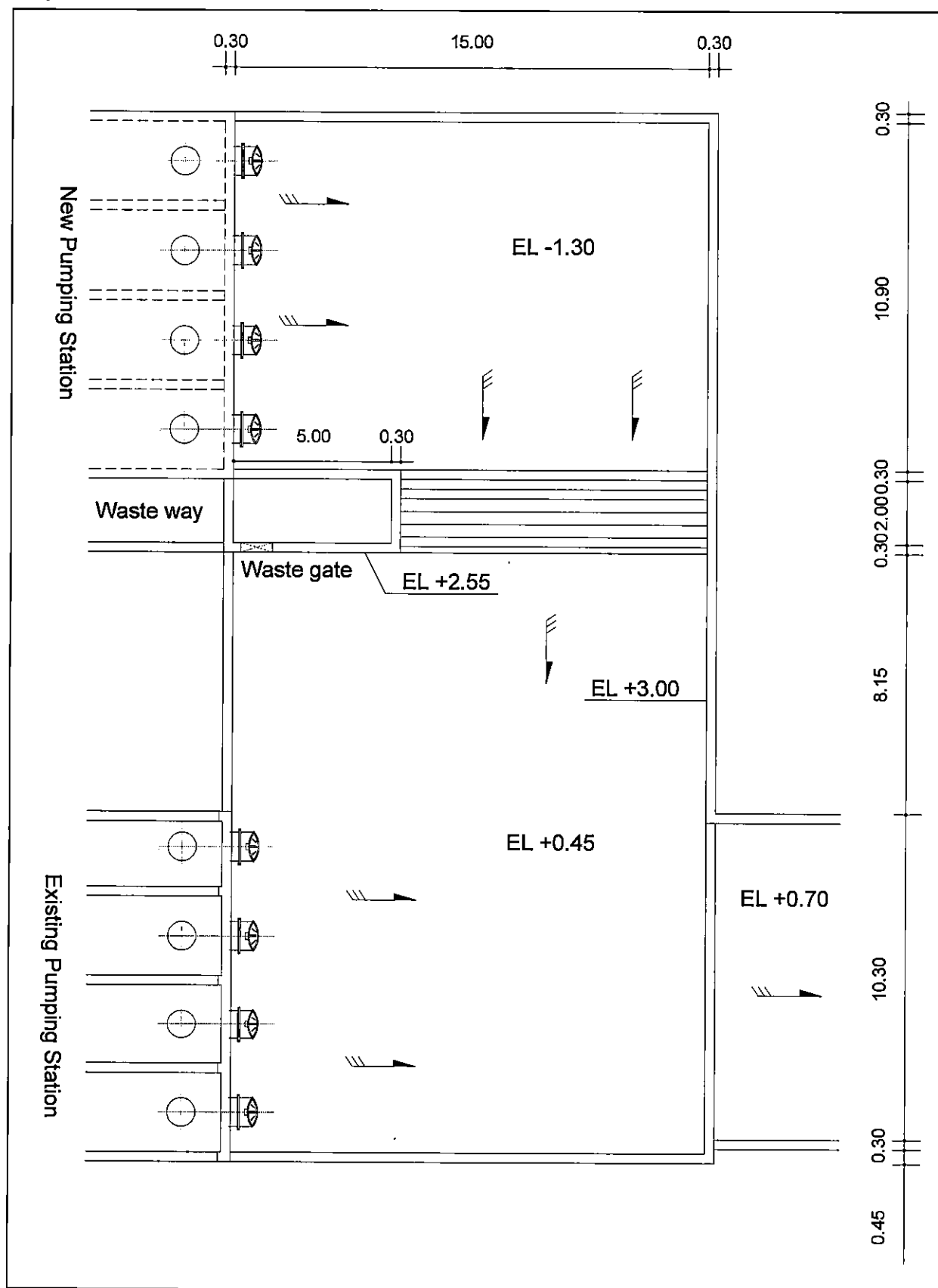


Fig. 2.5: Plan du Refoulement



## 2.5 Plan de Fondation de la Station de Pompage

### 2.5.1 Général

#### (1) Introduction

Le type de fondation doit être déterminé sur la base de la portance du sol de fondation, des résultats de l'étude géotechnique, des conditions de charge pour assurer la stabilité. L'étude géotechnique a montré qu'il y a une couche d'argile légère. La structure de fondation de la station de pompage et la méthode d'excavation doivent être déterminées en tenant compte du sol léger.

#### (2) Type de of Fondation

##### 1) Elément à consider pour la Sélection du Type de Fondation

La couche de foundation qui supporte pleinement les charges doit être déterminée sur la base d'études géotechniques et d'une analyse des différentes couches. En plus, la selection du type foundation doit être faite sur la base du type de couches rencontrées, de la profondeur de la couche de fondation, de la topographie adjacente, des conditions environnementales (bruits, vibrations), des caractéristiques et dimensions de la superstructure et des charges qui en découlent, de la nappe phréatique, de la perméabilité du sol de fondation,

Tableau 2.3: Détermination du Type de fondation

Description	Considération majeure	Elément à vérifier
Conditions géotechniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Composition des couches, profondeur de la couche de fondation, composition longitudinale et transversale des couches, couche alluviale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de foundation basé sur la topographie et la profondeur de la couche de fondation</li> <li>Type de foundation disponible sur couche alluviale</li> </ul>
Stabilité structurelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Portance, tassement, comportement plastique</li> <li>Analyse de stabilité consistant en une analyse théorique, empirique &amp; numérique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revue des caractéristiques comportementales de chaque type de fondation</li> </ul>
Constructibilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Selection du type de fondation en considérant les conditions de terrain</li> <li>Méthode de fondation ayant la durée de construction la plus courte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de construction prenant en compte l'excavation, la piste d'accès, l'espace disponible pour le travail, etc.</li> <li>Choisir la méthode de construction la plus efficace</li> </ul>
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation de l'impact du bruit et de la vibration</li> <li>Dégâts environnementaux dus à une excavation excessive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthode de construction à faibles bruits, faibles vibrations</li> <li>Minimum d'excavation pour limiter les dégâts environnementaux</li> </ul>

Description	Considération majeure	Elément à vérifier
Faisabilité économique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APS à coût économique prenant en compte diverses données pour étude et les conditions pour la fondation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promotion de la faisabilité économique grâce à une conception correcte et un choix approprié de matériaux</li> </ul>

## 2) Choix d'un Type de Fondation

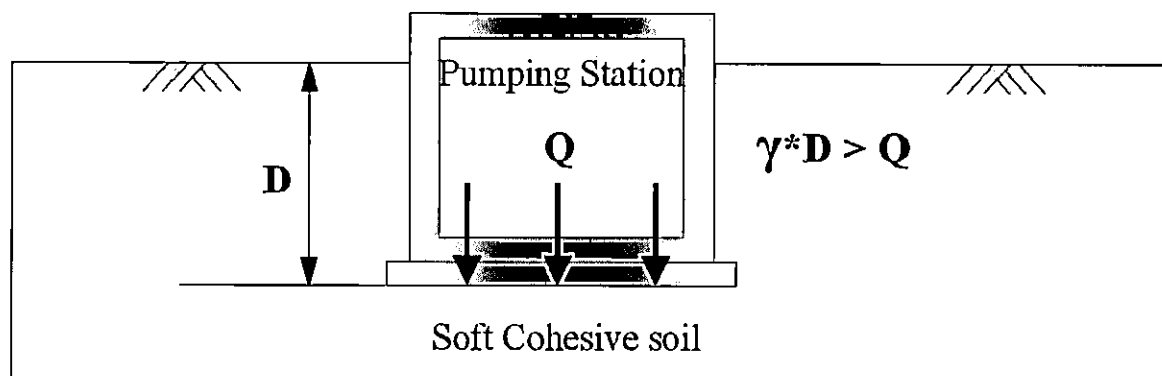
Il y a du matériau léger dans la couche de fondation, donc, la stabilité vis-à-vis des tassements doit être assurée. Des fondations profondes peuvent être envisagées pour des terrains légers, mais des fondations sur piles ne sont pas préférables dans le cas de structures hydrauliques. Donc, l'application de la fondation directe sera testée en premier lieu.

La taille de la structure est petite, le niveau de la nappe phréatique est GL. -2.3 ~ 4.1 m, et la profondeur à laquelle la structure va être installée est faible, donc, la fondation directe peut être justifiée considérant la faisabilité économique et la constructibilité.

La fondation compensée est un type de fondation directe qui réduit ou élimine les charges exercées par la structure sur le sol et assure la stabilité vis-à-vis du tassement par la mise en place de la structure sur un site où une excavation a été faite. La charge prévue pour la station de pompage est de 35kPa, c'est moins que 50~100 kPa de la charge sur la terre enlevée par excavation, ne causant aucun tassement de la structure de pompage.

La fondation compensée doit satisfaire la portance afin d'empêcher ou de réduire les tassements. Aussi, le type de fondation doit être une fondation sur radier pour minimiser les tassements différentiels.

Fig. 2.6: Concept de la Fondation Compensée



## 2.5.2 Excavation pour la Fondation

### (1) Grandes lignes

La méthode d'excavation pour la construction de la station de pompage doit être choisie sur la base de la profondeur de l'excavation, des dimensions, des conditions de fondation, du niveau de la nappe phréatique et des conditions alentours. Dans ce projet, une faible profondeur d'excavation et l'absence de toute autre structure dans le voisinage de l'ouvrage proposé peuvent être des avantages pour le choix d'une méthode appropriée d'excavation.

### (2) Choix d'une méthode d'excavation

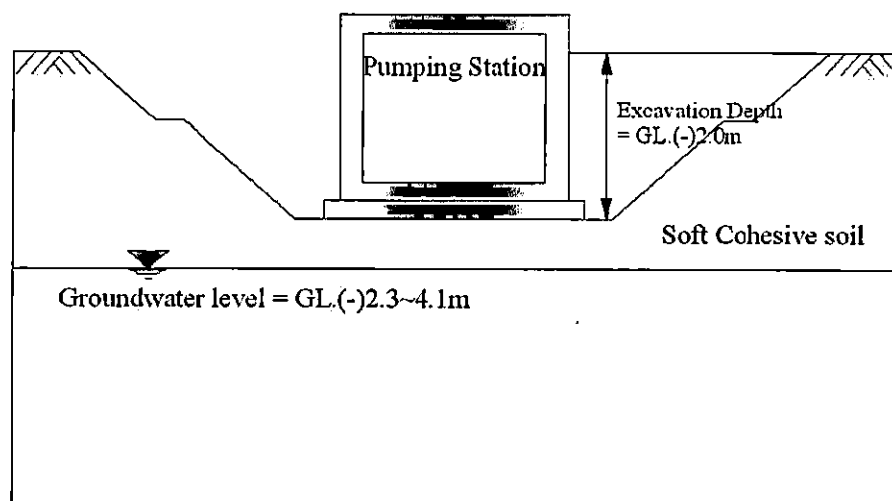
Il n'y a aucun autre ouvrage autour de la station de pompage, la taille de l'ouvrage est petite, et le niveau de la nappe GL. -2.3~4.1m est plus faible que le niveau bas de la structure de fondation GL. -2.0~3.0m, c'est pourquoi, la méthode d'excavation par déblais suivant le talus naturel est préférable, considérant la faisabilité économique et la constructibilité.

Cependant, pour l'excavation en terre légère, des talus doux sont requis pour assurer la stabilité vis-à-vis des éboulements pendant les travaux d'excavation.

Voici les caractéristiques de la méthode d'excavation par déblais suivant le talus naturel.

- Bonne faisabilité économique et constructibilité
- Applicable au terrain plat et au terrain stable pendant l'excavation
- Une importante aire de travail est requise

Fig. 2.7 Excavation avec le Talus Naturel





① Formule de Terzaghi pour la portance

$$q_a = \frac{1}{F_s} (\alpha c N_c + 1/2 \beta \gamma_2 B' N_r + \gamma_2 D_f N_q)$$

où,  $q_a$  : Portance admissible (kPa)

$F_s$  : Facteur de sécurité (habituellement = 3)

$\alpha, \beta$  : Facteur de forme

$c$  : Force cohésive de la base de la  
fondation (kPa)

$D_f$  : Profondeur de la fondation (m)

$\gamma_1, \gamma_2$  : Poids spécifique du sol (kN/m<sup>3</sup>)

$B'$  : Largeur effective de charge (m) (=B-2e)

$N_c, N_\gamma, N_q$  : Facteur de portance

Tableau 2.6: Facteur de forme de la fondation

Facteur de forme	Semelle filante	Semelle circulaire	Semelle carrée	Semelle rectangulaire
$\alpha$	1.00	1.30	1.30	$1.0 + 0.3B/L$
$\beta$	1.00	0.60	0.80	$1.0 - 0.2B/L$

※ Ici, B est la largeur, L est la longueur de la semelle

② Formule de Meyerhof pour la portance

$$q_a = \frac{1}{3} (c \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_r \cdot F_{rs} \cdot F_{rd} \cdot F_{ri})$$

où,  $F_{cs}, F_{cd}, F_{ci}$  : Facteur de forme de la forme de la fondation

$F_{qs}, F_{qd}, F_{qi}$  : Facteur de forme de la profondeur de la fondation

$F_{rs}, F_{rd}, F_{ri}$  : Facteur de forme de la pente de la fondation

$N_c, N_q, N_r$  : Facteur de portance de la fondation

2) Calcul de la portance

La portance admissible de la fondation de la station de pompage est comme indiqué dans le Tableau 2.7.



Tableau 2.7: Résultats du calcul de la portance

Description	Portance admissible(kPa)		Application (kPa)	Charge base des calculs (kPa)	Remarques
	Formule de Terzaghi	Formule de Meyerhof			
Station de Pompage	42.2	43.4	42.2	35.0	O.K

### (3) Stabilité vis-à-vis du tassement

#### 1) Tassement admissible

Le tassement admissible des ouvrages dépend de la stabilité structurelle et de la raison de l'utilisation. La stabilité structurelle dans le cas des fondations directes est déterminée à partir du tassement et de la pente de la superstructure, et les valeurs admissibles sont obtenues à partir du résultat d'enquêtes sur les fissures, les tassements et les pentes dans le passé. Le déplacement de la sous structure est calculé en considérant le déplacement de la fondation et le déplacement du corps de l'ouvrage. Le déplacement admissible de la fondation peut être déterminé sur la base du déplacement de la superstructure, mais une revue complète de la superstructure et de la base est requise.

Tableau 2.8: Tassement admissible pour différents ouvrages (Sowers, 1962)

Type de tassement	Type d'ouvrage	Tassement maximum
Tassement uniforme	Ouvrage de drainage	15.0~30.0cm
	Entrée	30.0~60.0cm
	Ouvrages en pierre & briques	2.5~5.0cm
	Ouvrages avec poutres et poteaux	5.0~10.0cm
	Cheminée, silo, radier	8.0~30.0cm

#### 2) Méthode de calcul du tassement

Le tassement d'une fondation directe est calculé en utilisant la loi de Hooke.

$$S_e = q \times B \times \frac{1-\nu^2}{E} \times I_s$$

où,  $S_e$  : Tassement élastique (m)  
 $q$  : Charge sur la surface (kPa)  
 $E$  : Module de déformation (kPa)  
 $\nu$  : Ratio de Poisson  
 $I_s$  : Nombre d'influence

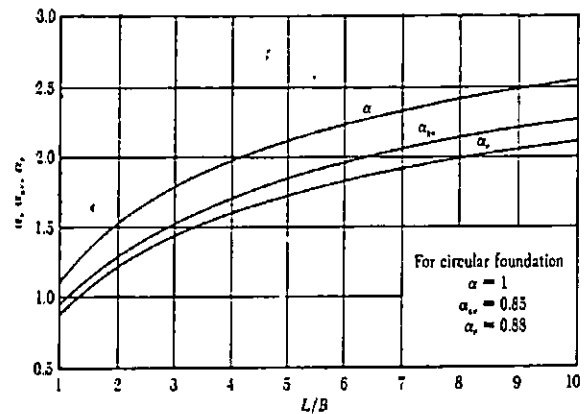


Tableau 2.9: Nombre d'Influence du Tassement Elastique ( $I_s$ )

Description	Fondation rigide	Fondation flexible				Remarques
		Point Central	Points milieu des lignes extérieures	Points situés aux coins	Moyenne	
Semelle circulaire	0.79	1.00	0.64	-	0.85	Dans une fondation flexible, les nombres influents aux points centraux sont le double de ceux aux coins.
Semelle carrée	0.88	1.12	0.76	0.56	0.95	
Semelle rectangulaire	L/B=2	1.12	1.53	0.76	1.30	
	L/B=5	1.60	2.10	1.05	1.82	
	L/B=10	2.00	2.56	1.28	2.24	

### 3) Résultats des calculs de tassement

Le tassement calculé est de 112.8mm, ce qui est inférieur au tassement admissible de 150mm.

Tableau 2.10: Résultat du Calcul du Tassement des Fondations

Description	Tassement élastique (mm)	Tassement admissible (mm)	Remarques
Fondations station de pompage	112.8	150.0	O.K

### 4) Conclusion

Pour la foundation des ouvrages dans une station de pompage, l'analyse de stabilité vis-à-vis de la portance et du tassement a été faite en utilisant la foundation directe. Les résultats des calculs sont résumés ci-dessous.

- ① La portance admissible pour une fondation directe de 42.3kPa obtenue par la formule de Terzaghi est supérieure à la charge de dimensionnement de 35.0kPa, montrant que la fondation est stable.
- ② Le tassement calculé de 112.8mm par la théorie élastique est inférieur au tassement admissible de 150mm, montrant de la stabilité vis-à-vis du tassement.
- ③ Si la fondation est instable par rapport à la portance et au tassement à cause d'un changement de plan structurel dans l'avenir, des méthodes appropriées d'amélioration des fondations telles que le remplacement du sol de fondation, la méthode de pré-charge, le changement de la forme de la semelle peuvent être appliquées.
- ④ Un sol léger de fondation, s'il est présent, devrait être remplacé par du sol de bonne qualité (sol sableux) d'une profondeur de 1.0 à 2.0m pour la stabilité de la fondation.

---

## **Chapitre 3    Plan (Etude) des Canaux d'Irrigation**

## Chapitre 3 Plan (Etude) des Canaux d'Irrigation

### 3.1 Surface Irriguée

#### 3.1.1 Surface Aménagée et Surface Irriguée

La surface totale de la zone est de 4,219 ha, consistant en la surface irriguée existante, la surface occupée par les infrastructures (station de pompage, canaux, pistes, etc.) et la surface non aménagée de 2,994 ha, 296 ha et 929 ha, respectivement. (La surface existante est de 2,999 ha dans le Rapport d'Etude de Faisabilité).

La surface irriguée envisagée passe des 2,994 ha existants à 3,300 ha avec l'addition de 306 ha. La surface totale à aménagée est de 3,600 ha, incluant la surface des infrastructures sur 300 ha comme indiqué dans le Tableau 3.1.

La surface aménagée de 3,600 ha est supérieure de 600 ha par rapport aux 3,000 ha proposés par la SAED (Existant :2,500 ha + Nouvelle addition de 500ha). La surface irriguée nouvelle propose est de 306 ha, cela a été demandé par la SAED et les paysans au cours de la réunion de synthèse (Voir le Rapport sur l'Etude de Faisabilité).

Tableau 3.1: Surface Totale de la Zone

Description	Surface existante	Surface envisagée	Remarques
• Surface zone	4,219 ha	4,219 ha	
• Surface à aménager	3,290 ha	3,600 ha	310ha +
• Surface irriguée	2,994 ha	3,300 ha	
– Existante	2,994 ha	2,994 ha	5,332 parcelles
– Nouvelle	-	306 ha	Zone de broussailles
• Surface infrastruct	296 ha	300 ha	Canaux, pistes, etc.
• Surfaces non aménagées	929 ha	619 ha	Zones hautes & zones basses

#### 3.1.2 Surface irriguée pour chaque Canal Principal d'Irrigation et chaque Ouvrage de Répartition

Les surfaces irriguées sont indiquées dans le Tableau 3.2 pour chacun des canaux principaux et chaque ouvrage de répartition (Voir l'annexe pour les détails). Les surfaces doivent être connues pour

le calcul de la dimension des canaux et des ouvrages.

- Le canal d'irrigation No. 1 dessert une surface irriguée de 999 ha (Existant 916 ha + Nouveau 83 ha) avec 21 ouvrages de répartition.
- Le canal d'irrigation No. 2 dessert une surface irriguée de 825 ha (Existant 789 ha + Nouveau 36 ha) avec 18 ouvrages de répartition.
- Le canal d'irrigation No. 3 dessert une surface irriguée de 693 ha (Existant 602 ha + Nouveau 91 ha) avec 19 ouvrages de répartition
- Le canal d'irrigation No. 4 dessert une surface irriguée de 784 ha (Existant 688 ha + Nouveau 96 ha) avec 19 ouvrages de répartition.

Tableau 3.2: SurfaceIrriguée par Canal Principal d'Irrigation et par Ouvrage de Répartition

Unité: ha

Description	C.Princip.No. 1	C.Princip.No. 2	C.Princip.No. 3	C.Princip.No. 4	Remarques
Total	999	825	693	784	
Ouv.Repart. 1	20.09	25.42	13.4	25.44	
Ouv.Repart.2	29.88	18.78	44.51	15.05	
Ouv.Repart.3	24.69	35.71	37.95	18.65	
Ouv.Repart.4	28.05	52.47	27.17	86.71	
Ouv.Repart.5	81.82	27.08	9.4	20.08	
Ouv.Repart.6	131.1	12.03	37.95	30.54	
Ouv.Repart.7	49.94	38.15	28.62	23.15	
Ouv.Repart.8	162.4	10.95	23.45	71.58	
Ouv.Repart.9	21.64	67.06	22.3	5.18	
Ouv.Repart.10	22.74	18.34	97.75	59.88	
Ouv.Repart.11	21.87	72.24	41.5	24.58	
Ouv.Repart.12	53.99	30.04	16.96	40.375	
Ouv.Repart.13	8.97	55.35	16.19	46.375	
Ouv.Repart.14	59.03	33.16	59.34	68.92	
Ouv.Repart.15	87.03	102.11	24.44	16.11	
Ouv.Repart.16	30.74	32.57	44.2	16.11	
Ouv.Repart.17	32.13	118.12	38.02	24.28	
Ouv.Repart.18	38.84	78.25	10.07	54.81	
Ouv.Repart.19	8.49		98.64	134.47	
Ouv.Repart.20	27.79				
Ouv.Repart.21	56.89				

### 3.2 Calcul du Débit Unitaire Requis

La culture du riz par la méthode du semis direct est la plus pratiquée dans la zone du projet. Le débit unitaire de 3.5 l/s/ha a été calculé dans la phase de l'Etude de Faisabilité, et cette valeur est utilisée pour déterminer les dimensions des canaux et des ouvrages principaux (Voir la Section 3.4 du Rapport sur l'Etude de Faisabilité pour le détail des calculs).

### 3.3 Canaux d'Irrigation

Les canaux d'irrigation pour une surface irriguée de 3,300 ha consistent en 4 canaux principaux d'une longueur de 28,190 m, 129 canaux secondaires d'une longueur de 79,974 m et 250 canaux tertiaires d'une longueur de 179,626 m, soit 287,790 m au total.

Tableau 3.3: Canaux d'Irrigation

Principal		Secondaire		Tertiaire		Remarques
Nom	Longueur (m)	Nbre de lignes	Longueur (m)	Nbre de lignes	Longueur (m)	
CPI No.1	6,700	33	25,490	73	54,788	
CPI No.2	8,010	32	17,435	63	45,334	
CPI No.3	6,750	32	14,275	60	43,289	
CPI No.4	6,730	32	22,774	54	36,215	
Total	28,190	129	79,974	250	179,626	
Total canaux	383 lignes		287,790m			

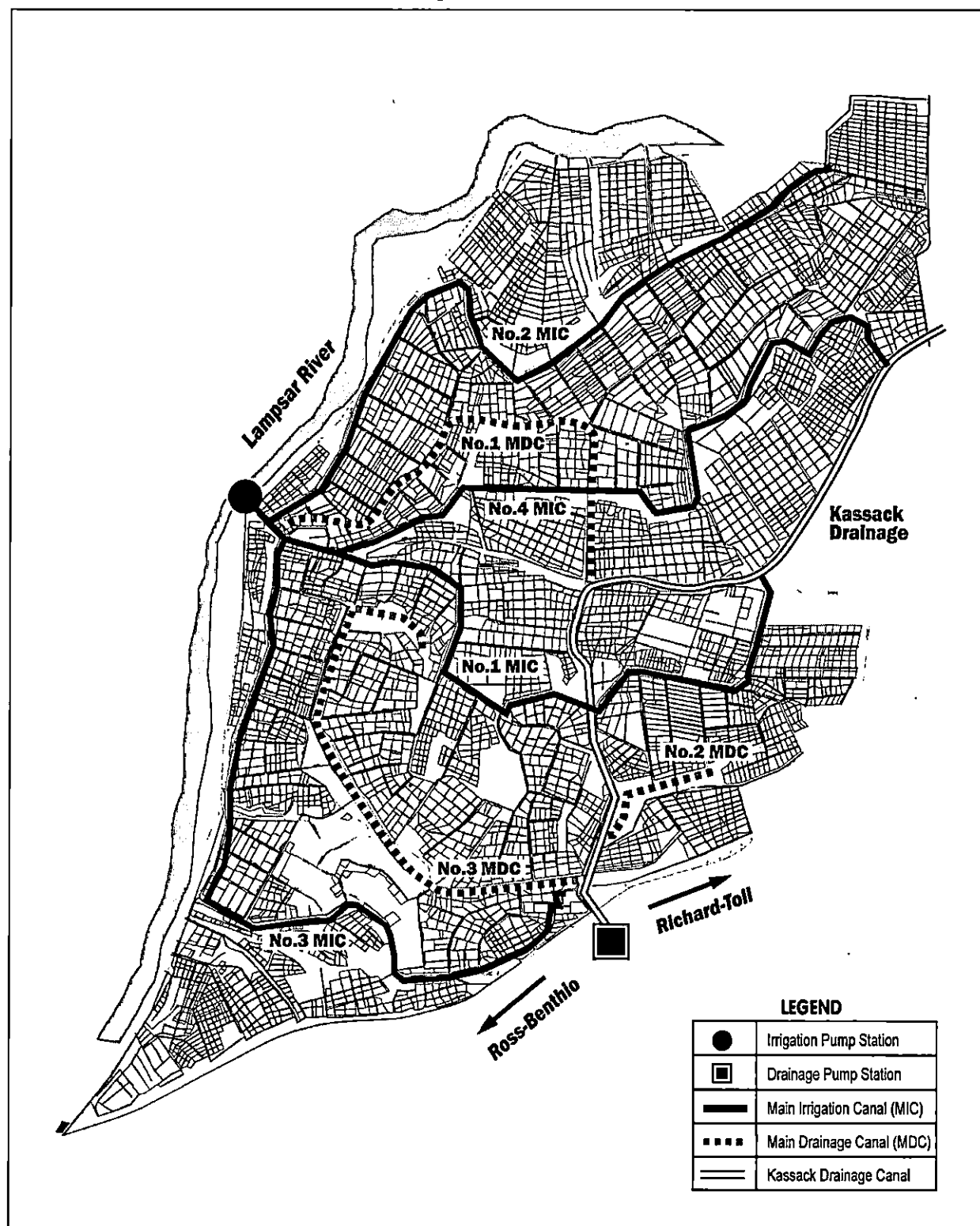
#### 3.3.1 Canaux Principaux d'Irrigation

Les 2,994 ha existants en 5,332 parcelles de terre et des extensions futures de 306 ha, un total de 3,300 ha, seront couverts avec 4 canaux principaux d'irrigation, qui vont être agrandis. Le canal principal No. 1 part de la station de pompage et longe la partie médiane de l'aménagement. Le canal principal No. 2 tourne sur la gauche du canal principal No.1( à N0.2+46). Le canal principal No.3 tourne sur la droite du canal principal No.1(à N0.7+30).Le canal principal No. 4 tourne sur la gauche du canal principal No. 1(à N0.18+40)

Le secteur Grande Digue est alimenté par les canaux principaux No. 2 et No. 4, et le secteur Tellel par les No. 1 et No. 3. Spécialement pour la zone d'extension, le canal principal No. 2 existant sera

prolongé de 1.2 km. La longueur totale des canaux principaux est de 28,190 m, consistant en 6,700 m, 8,010 m, 6,750 m, 6,730 m, respectivement pour les canaux principaux No. 1, No. 2, No. 3, et No. 4 (Voir la Fig. 3.1).

Fig. 3.1: Plan de Situation des Canaux d'Irrigation





### 3.4.2 Canaux d'Irrigation Secondaires et Tertiaires

#### (1) Definition des Canaux d'Irrigation Secondaires et Tertiaires

En général, le canal secondaire diverge du canal principal d'irrigation, et le canal tertiaire fournit l'eau directement aux champs de paddy. Cependant, il y a plusieurs canaux secondaires qui fournissent l'eau directement aux parcelles de paddy, fonctionnant comme des canaux tertiaires dans la zone de ce projet. Aussi, des canaux tertiaires fournissent l'eau à d'autres canaux tertiaires, fonctionnant comme des canaux secondaires. C'est pourquoi, il est difficile de faire la différence entre canaux secondaires et tertiaires. Les canaux partant de l'ouvrage de répartition (les canaux secondaires 1~3 partent d'ouvrages de répartition) sont considérés comme des canaux secondaires, et les autres sont des canaux tertiaires. Cela signifie que les canaux partant des canaux principaux sont des canaux secondaires quelle qu'en soit la taille.

#### (2) Tracé des Canaux d'Irrigation Secondaires et Tertiaires

En général, les itineraries existants sont suivis, mais 2 ou 3 tracés paralleles sont ajustés à 1 ou 2 canaux. Certaines zones sont alimentées en eau par deux canaux tertiaires en se connectant aux deux canaux de manière à être alimentés par l'un ou l'autre (pas de point de prise unique). Ce type de canal sera maintenu pour fournir l'eau à cette zone particulière. Le Tableau 3.4 montre 129 lignes de canaux secondaires avec une longueur d'environ 80 km et 250 lignes de canaux tertiaires ayant une longueur d'environ 180 km.

Tableau 3.4 Canaux d'Irrigation Secondaires & Tertiaires

Nom du canal principal	Secondaires		Tertiaires		Remarques
	Nbre de lignes	Longueur (m)	Nbre de lignes	Longueur (m)	
CPI No.1	33	25,490	73	54,788	
CPI No.2	32	17,435	63	45,334	
CPI No.3	32	14,275	60	43,289	
CPI No.4	32	22,774	54	36,215	
Total	129	79,974	250	179,626	

### 3.5 Réseau d'Irrigation

Le réseau de canaux d'irrigation est déterminé sur la base de la surface irriguée par chaque canal principal et ouvrage de répartition calculée au paragraphe 3.1.2. Le réseau de canaux d'irrigation, du point de depart à l'extrémité de chaque canal principal montre la surface irriguée et le débit qui seront

utilisés pour le calcul des dimensions des canaux. C'est utile également pour la gestion de l'eau et  
l'O&M du système d'irrigation (Voir Fig. 3.2).

Fig. 3.2: Réseau Lié au Canal Principal No.1

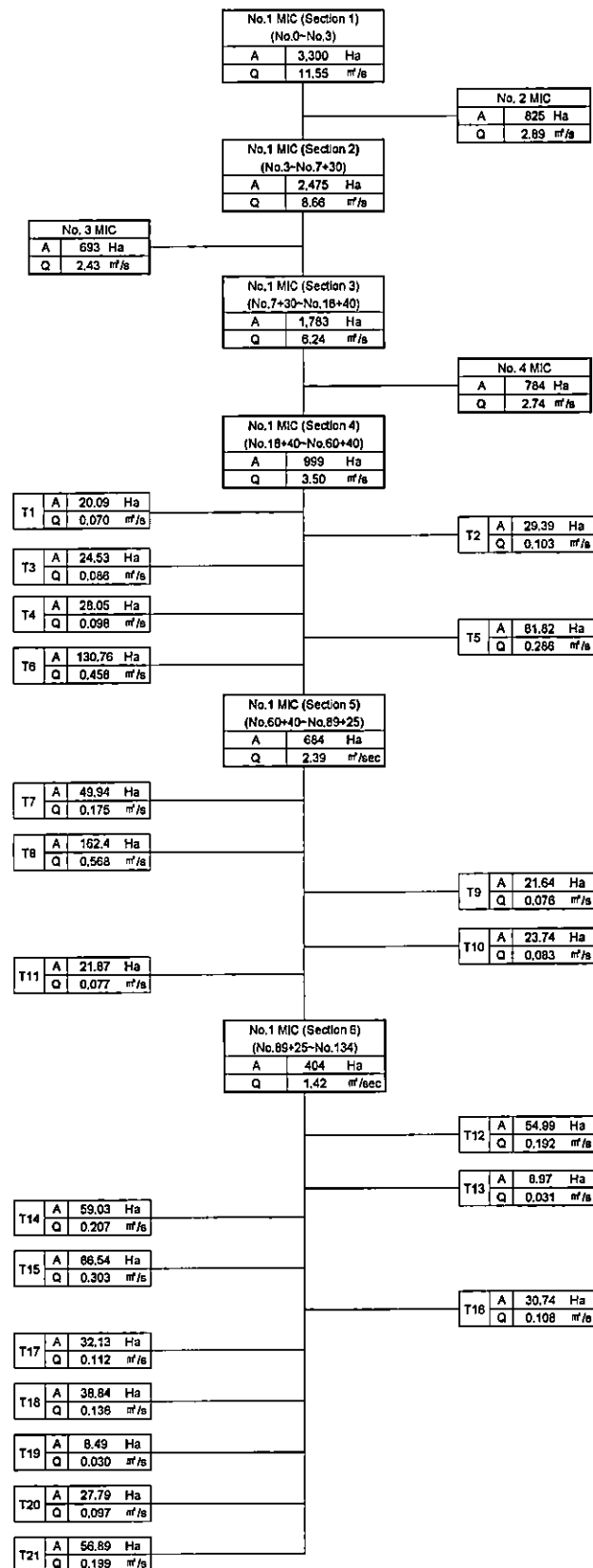


Fig. 3.2: Réseau lié au Canal Principal No. 2

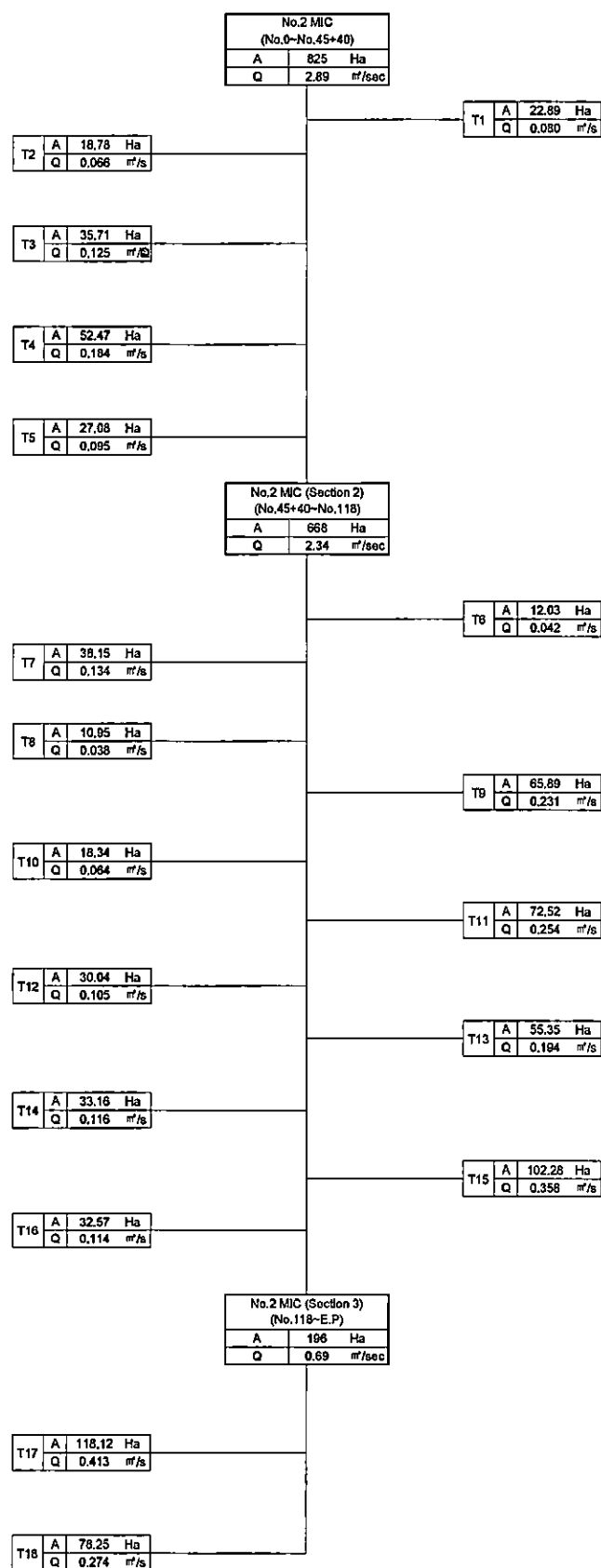


Fig. 3.2: Réseau lié au Canal Principal No. 3

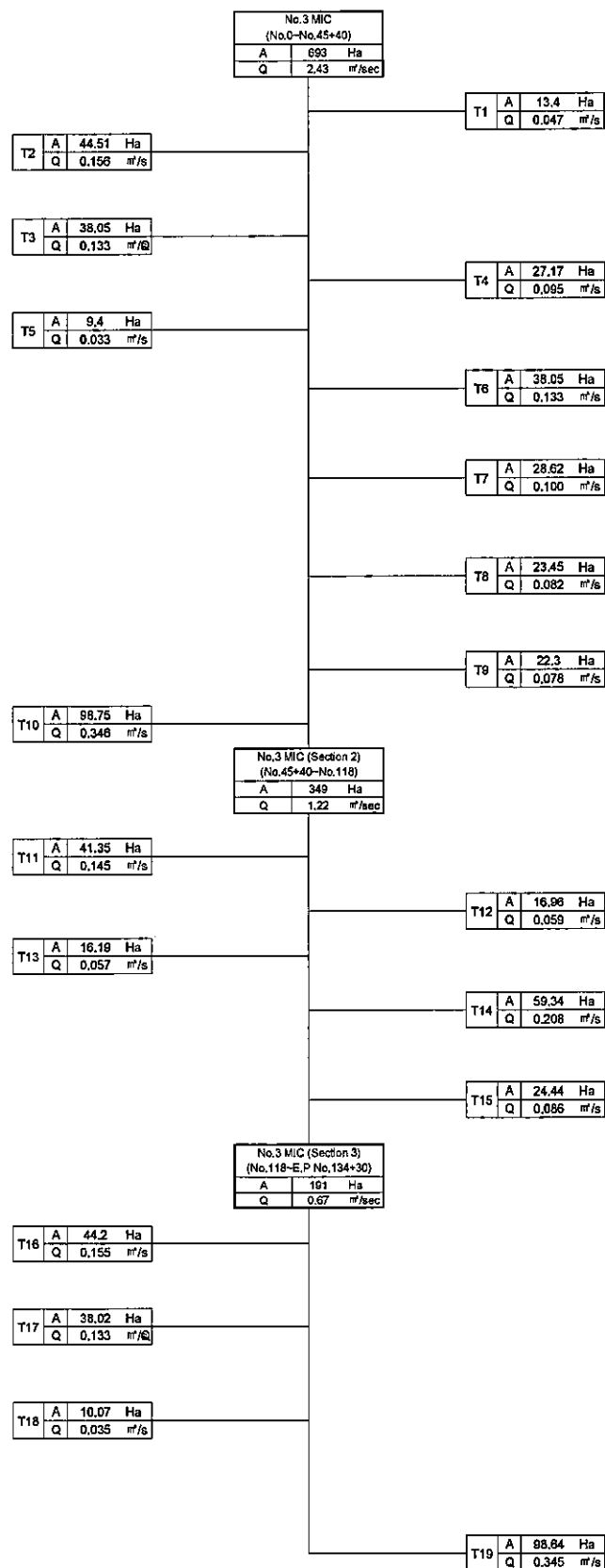
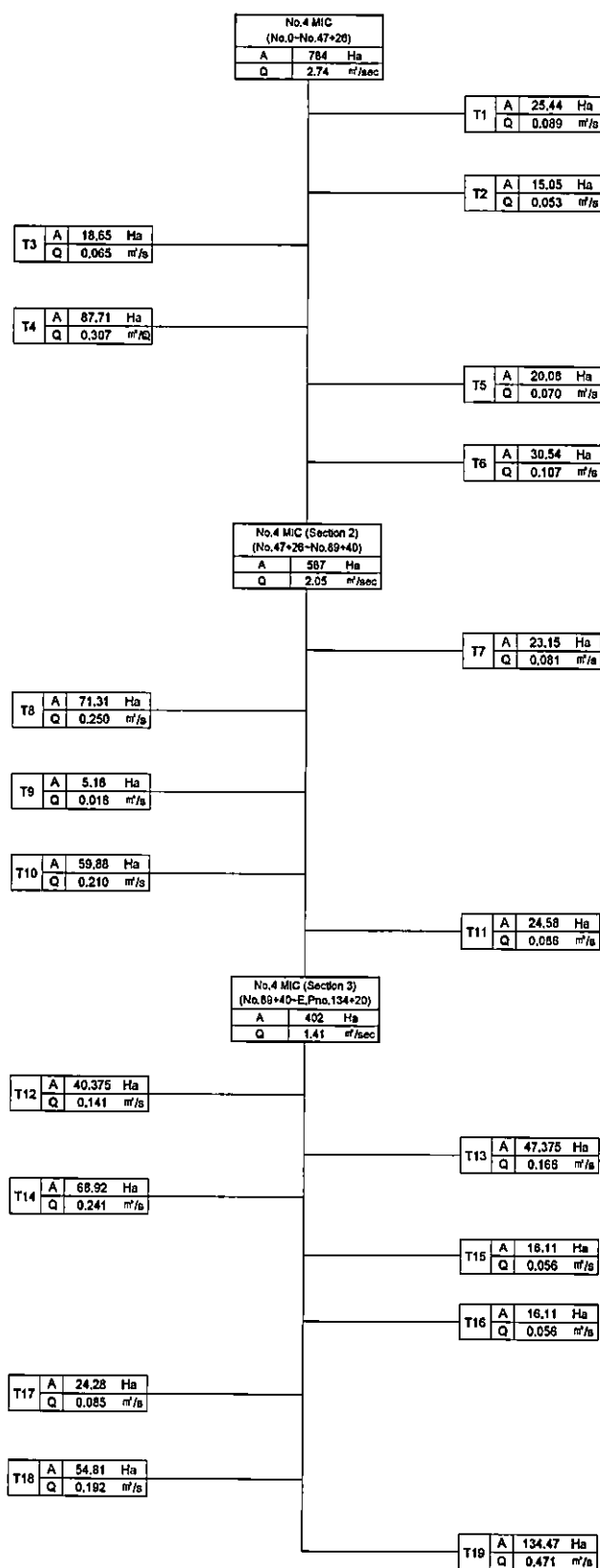


Fig. 3.2: Réseau lié au Canal Principal No. 4



### 3.6 Plan Longitudinal (Caractéristiques profil en long) des Canaux d'Irrigation

#### 3.6.1 Pente Longitudinale

Le plan longitudinal (caractéristiques profil en long) du canal est préparé en prenant en compte les critères d'étude de la SAED, en choisissant une vitesse moyenne dans le canal en terre de 0.5 m/s. Une vitesse moyenne de 0.3 ~ 0.4 m/s dans le canal est retenue pour déterminer la section économique, pour empêcher les érosions et pour la maintenance du système de canaux. Les pentes longitudinales de divers canaux sont déterminées et indiquées dans le Tableau 3.5 (Voir le Rapport révisé sur l'Etude de Faisabilité).

Tableau 3.5: Normes pour Pentes Longitudinales de Canaux en fonction des dimensions des canaux

Canaux Principaux d'Irrigation	3,000 ha ou plus	10.5m <sup>3</sup> ou plus	1/15,000
	Mions de 3,000 ha	Moins de 10.5m <sup>3</sup>	1/10,000
	700 ha ou moins	0.24m <sup>3</sup> ou moins	1/8,000~1/3,000
Canaux Secondaires/Tertiares	50 ha ou plus	0.17m <sup>3</sup> ou plus	1/3,000~1/2,000
	Moins de 50 ha	Moins de 0.17 m <sup>3</sup>	1/1,000

#### 3.6.2 Calcul des Pertes de Charge

Les pertes de charge dans les canaux doivent être prises en compte pour la conception de ces canaux. Diverses pertes dans les canaux doivent être prises en compte comme indiqué ci-dessous.

- Pertes de charge linéaires dans les canaux ouverts

Les pertes de charge des canaux ouverts tels que les canaux en terre et les principaux ouvrages de franchissement en béton sont calculées par la formule suivante qui utilise la pente longitudinale du canal.

$$H_s = L \times S$$

où,  $H_s$ : Perte de charge du canal ouvert(écoulement à surface libre) (m)

$L$ : Longueur du canal ouvert (m)

$S$ : Pente longitudinal du canal (Slope)

- Perte de charge due au rétrécissement brusque

La perte de charge due à un rétrécissement brusque dans les ouvrages tels que les vannes de contrôle, les ouvrages de répartition, et les dalots est calculée par la formule suivante.

$$H_{sc} = f_{sc} \times V^2 / 2g$$

où,  $H_{sc}$ : Perte de charge due au rétrécissement brusque (m)

$f_{sc}$ : Coefficient de pdc pour un rétrécissement brusque (See Table 3.6)

$V$  : Vitesse après le rétrécissement brusque (m/s)

Tableau 3.6: Coefficient de perte de charge pour un rétrécissement brusque ( $f_{sc}$ )

A2/A1	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
Canal Ouvert	0.50	0.48	0.45	0.41	0.36	0.29	0.21	0.13	0.07	0.01
Conduite	0.50	0.50	0.49	0.49	0.46	0.43	0.38	0.29	0.18	0.07

※ où, A1: Section d'écoulement avant rétrécissement ( $m^2$ ) / A2: Section d'écoulement après rétrécissement ( $m^2$ )

- Perte de charge due à l'élargissement brusque

La perte de charge due à l'élargissement brusque dans les ouvrages tels que les vannes de contrôle, les ouvrages de répartition, et les dalots est calculée par la formule suivante.

$$H_{se} = f_{se} \times V^2 / 2g$$

où,  $H_{se}$ : Perte de charge due à l'élargissement brusque (m)

$f_{se}$ : Coefficient de pdc pour un élargissement brusque (Voir Tableau 3.7)

$V$ : Vitesse après l'élargissement brusque (m/s)

Tableau 3.7: Coefficient de Perte de Charge pour un Elargissement Brusque ( $f_{se}$ )

A2/A1	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
Canal Ouvert	1.00	0.84	0.64	0.49	0.36	0.25	0.16	0.09	0.04	0.01
Conduite	1.00	0.98	0.92	0.82	0.70	0.56	0.41	0.26	0.13	0.04

※ où, A1: Section d'écoulement avant l'élargissement ( $m^2$ ) / A2: Section d'écoulement après l'élargissement ( $m^2$ )

- Perte de charge due à la transition

La perte de charge due à la transition qui connecte le canal en terre à l'ouvrage avec une contraction et une expansion graduelles est calculée par la formule suivante.

$$H_{gc} = f_{gc} \times (V_2^2 - V_1^2) / 2g + Im \times L$$

où,  $H_{gc}$ : Perte de charge due à un rétrécissement graduel (m)

$f_{gc}$ : Coefficient de perte de charge pour un rétrécissement graduel (0.2)

$V_1, V_2$ : Vitesse avant et après le rétrécissement graduel (m/s)

$Im$ : Gradient hydraulique moyen de la transition

$L$ : Longueur de la transition(m)

$$H_e = f_{ge} \times (V_1^2 - V_2^2) / 2g + Im \times L$$

où,  $h_{ge}$ : Perte de charge due à l'élargissement graduel (m)

$f_{ge}$ : Coefficient perte de charge de l'élargissement brusque (0.3)

$V_1, V_2$ : Vitesse avant et après l'élargissement graduel (m/s)

$Im$ : Gradient hydraulique moyen de la transition

$L$ : Longueur de la transition (m)

※ Les coefficients de contraction graduelle et d'élargissement graduel ( $f_{gc}$ ,  $f_{ge}$ ) sont pour des transitions droites.

### 3.6.3 Niveau d'Eau Calculé du Point de Départ du Canal Principal

Le niveau d'eau à la sortie de la station de pompage (Niveau d'eau calculé pour le point de depart du canal principal No.1) est déterminé sur la base du niveau de la parcelle de paddy au point terminal (EL 0.8 m), de la lame d'eau (0.15 m), et des pertes de charge (1.55 m), faisant un total de EL 2.50 m. C'est 0.3 m plus élevé que le niveau actuel de calage de EL 2.20m.

- Elevation de la parcelle de paddy au point terminal: 0.80m



- Lame d'eau: 0.15m (Prof. nette d'irrigation 0.1m + Charge d'écoulement 0.05m)
- Perte de charge dans le canal jusqu'au point terminal: 1.55m (Voir Tableau 3.8)

Elevation champ de paddy (EL. 0.8m) + Lame d'eau (0.15cm) + Perte de charge (1.55m)= EL. 2.50m

Tableau 3.8: Calcul des Pertes de Charge

Description	Longueur (m)	Pente	Perte de charge (m)	Remarques
• Canal				
– Principal C1	146	1/15,000	0.01	
– Principal C2: 1,2 tronçons	5,450	1/10,000	0.55	
– Principal C2: 3 tronçons	1,300	1/6,000	0.22	
– Canaux secondaires	600	1/2,000	0.30	
– Canaux tertiaires	300	1/1000	0.30	
Sous total			1.37	
• Ouvrages de repartition	0.05m × 2개소		0.10	
• Ouvrages sur canaux	0.02m × 4개소		0.08	
Total			1.55	

### 3.6.4 Profil en Long des Canaux Principaux d'Irrigation

Les profils en long des canaux principaux d'irrigation sont montrés dans le Tableau 3.9. Ils sont basés sur ce qui suit.

- 1) Niveau d'eau (plan de charge) au point de départ: Niveau d'eau au point de départ  
+ Energie cinétique ( $V^2/2g$ )
- 2) Niveau d'eau au point de départ = EL. 2.50 m
- 3) Pertes de charge linéaires = Longueur × Pente
- 4) Perte de charge au niveau de l'ouvrage de répartition  
= Pdc à l'entrée (0.01) + Pertes de charge linéaires dans la conduite (0.025) + Pdc à la sortie (0.015)

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Tableau 3.9: Profil en long de Canaux Principaux d'Irrigation

Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.1 (1/5)													
Section	N.	Distance	Dist.cu	Viesse Ecoulement(m/s)	Change Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Rem.	
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond		Cavalier
	No.0	0	0	0.639	0.022	0.000	0.000		2.51	2.49	0.69	2.99	B.PotFlume1
	+30	30	30	0.639	0.022	0.002	0.002		2.51	2.49	0.69	3.09	E.PotFlume2
	+45	15	45	0.349	0.006	0.005	0.001	0.004	2.50	2.50	0.70	3.10	Transition
	No.1	5	50	0.349	0.006	0.000	0.000		2.50	2.50	0.70	3.10	
	No.2	50	100	0.349	0.006	0.003	0.003		2.50	2.49	0.69	3.09	
S1	+46	46	146	0.349	0.006	0.003	0.003		2.50	2.49	0.69	3.09	D1(No.1MIC)
	No.3	4	150	0.349	0.006	0.000	0.000		2.50	2.49	0.69	3.09	
	+2	2	152	0.963	0.047	0.023	0.000	0.023	2.47	2.32	0.82	3.02	B.PotCheckG.
	+6	4	156	0.963	0.047	0.039	0.000	0.039	2.43	2.32	0.82	3.02	E.PotCheck.G
	No.4	44	200	0.387	0.008	0.004	0.004		2.43	2.42	0.82	3.02	
S2	No.5	50	250	0.387	0.008	0.005	0.005		2.42	2.42	0.82	3.02	
	No.6	50	300	0.387	0.008	0.005	0.005		2.42	2.41	0.81	3.01	
	No.7	50	350	0.387	0.008	0.005	0.005		2.41	2.41	0.81	3.01	
	+30	30	380	0.387	0.008	0.003	0.003		2.41	2.40	0.80	3.00	D2(No.3MIC)
	No.8	20	400	0.387	0.008	0.002	0.002		2.41	2.40	0.90	3.00	
S3	No.9	50	450	0.387	0.008	0.005	0.005		2.40	2.40	0.90	3.00	
	No.10	50	500	0.387	0.008	0.005	0.005		2.40	2.39	0.89	2.99	
	No.11	50	550	0.387	0.008	0.005	0.005		2.39	2.39	0.89	2.99	
	No.12	50	600	0.387	0.008	0.005	0.005		2.39	2.38	0.88	2.98	
	No.13	50	650	0.334	0.006	0.005	0.005		2.38	2.38	0.88	2.98	B.PotWallow
	No.14	50	700	0.334	0.006	0.005	0.005		2.38	2.37	0.87	2.97	E.PotWallow
	No.15	50	750	0.387	0.008	0.005	0.005		2.37	2.37	0.87	2.97	
	No.16	50	800	0.387	0.008	0.005	0.005		2.37	2.36	0.86	2.96	
	No.17	50	850	0.387	0.008	0.005	0.005		2.36	2.36	0.86	2.96	
	No.18	50	900	0.387	0.008	0.005	0.005		2.36	2.35	0.85	2.95	
S4	+40	40	940	0.387	0.008	0.004	0.004		2.35	2.35	0.85	2.95	D3(No.4MIC)
	+46	6	946	0.874	0.039	0.020	0.001	0.019	2.34	1.90	0.90	2.95	B.PotCulvert1
	No.19	4	950	0.874	0.039	0.028	0.000	0.027	2.31	1.90	0.90	2.90	E.PotCulvert1
	No.20	50	1,000	0.327	0.005	0.005	0.005		2.30	2.30	0.90	2.90	
	+15	15	1,015	0.327	0.005	0.002	0.002		2.30	2.30	0.90	2.90	NO.1Turnout
	No.21	35	1,050	0.327	0.005	0.004	0.004		2.30	2.29	0.89	2.89	
	No.22	50	1,100	0.327	0.005	0.005	0.005		2.29	2.29	0.89	2.89	
	No.23	50	1,150	0.327	0.005	0.005	0.005		2.29	2.28	0.88	2.88	
	No.24	50	1,200	0.327	0.005	0.005	0.005		2.28	2.28	0.88	2.88	
	+44	44	1,244	0.327	0.005	0.004	0.004		2.28	2.27	0.87	2.87	NO.2Turnout

Nom du canal : Canal Principal d'Irrigation N.1 (2/5)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation				Rem.
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier	
S4	No.25	6	1,250	0.327	0.005	0.001	0.001		2.28	2.27	0.87	2.87	
	No.26	50	1,300	0.327	0.005	0.005	0.005		2.27	2.27	0.87	2.87	
	No.27	50	1,350	0.327	0.005	0.005	0.005		2.27	2.26	0.86	2.86	
	No.28	50	1,400	0.327	0.005	0.005	0.005		2.26	2.26	0.86	2.86	
	No.29	50	1,450	0.327	0.005	0.005	0.005		2.26	2.25	0.85	2.85	
	No.30	50	1,500	0.327	0.005	0.005	0.005		2.25	2.25	0.85	2.85	
	No.31	50	1,550	0.327	0.005	0.005	0.005		2.25	2.24	0.84	2.84	
	+40	40	1,590	0.327	0.005	0.004	0.004		2.24	2.24	0.84	2.84	NO3Turnout
	No.32	10	1,600	0.327	0.005	0.001	0.001		2.24	2.24	0.84	2.84	
	No.33	50	1,650	0.327	0.005	0.005	0.005		2.24	2.23	0.83	2.83	
	No.34	50	1,700	0.327	0.005	0.005	0.005		2.23	2.23	0.83	2.83	
	No.35	50	1,750	0.327	0.005	0.005	0.005		2.23	2.22	0.82	2.82	
	No.36	50	1,800	0.327	0.005	0.005	0.005		2.22	2.22	0.82	2.82	
	No.37	50	1,850	0.327	0.005	0.005	0.005		2.22	2.21	0.81	2.81	
	No.38	50	1,900	0.327	0.005	0.005	0.005		2.21	2.21	0.81	2.81	
	No.39	50	1,950	0.327	0.005	0.005	0.005		2.21	2.20	0.80	2.80	
	No.40	50	2,000	0.327	0.005	0.005	0.005		2.20	2.20	0.80	2.80	
	No.41	50	2,050	0.327	0.005	0.005	0.005		2.20	2.19	0.79	2.79	
	No.42	50	2,100	0.327	0.005	0.005	0.005		2.19	2.19	0.79	2.79	
	No.43	50	2,150	0.327	0.005	0.005	0.005		2.19	2.18	0.78	2.78	
	No.44	50	2,200	0.327	0.005	0.005	0.005		2.18	2.18	0.78	2.78	
	No.45	50	2,250	0.327	0.005	0.005	0.005		2.18	2.17	0.77	2.77	
	+35	35	2,285	0.327	0.005	0.004	0.004		2.18	2.17	0.77	2.77	NO.4Turnout
	No.46	15	2,300	0.327	0.005	0.002	0.002		2.17	2.17	0.77	2.77	
	No.47	50	2,350	0.327	0.005	0.005	0.005		2.17	2.16	0.76	2.76	
	+10	10	2,360	0.327	0.005	0.001	0.001		2.17	2.16	0.76	2.76	NO.5Turnout
	No.48	40	2,400	0.327	0.005	0.004	0.004		2.16	2.16	0.76	2.76	
	No.49	50	2,450	0.327	0.005	0.005	0.005		2.16	2.15	0.75	2.75	
	No.50	50	2,500	0.327	0.005	0.005	0.005		2.15	2.15	0.75	2.75	
	No.51	50	2,550	0.327	0.005	0.005	0.005		2.15	2.14	0.74	2.74	
	No.52	50	2,600	0.327	0.005	0.005	0.005		2.14	2.14	0.74	2.74	
	No.53	50	2,650	0.327	0.005	0.005	0.005		2.14	2.13	0.73	2.73	
	No.54	50	2,700	0.327	0.005	0.005	0.005		2.13	2.13	0.73	2.73	
	No.55	50	2,750	0.327	0.005	0.005	0.005		2.13	2.12	0.72	2.72	
	No.56	50	2,800	0.327	0.005	0.005	0.005		2.12	2.12	0.72	2.72	
	No.57	50	2,850	0.327	0.005	0.005	0.005		2.12	2.11	0.71	2.71	

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.1 (3/5)													
Section	N.	Distance	Dist.cu	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Re.	
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond		Cavalier
S4	No.58	50	2,900	0.327	0.005	0.005	0.005		2.11	2.11	0.71	2.71	
	No.59	50	2,950	0.327	0.005	0.005	0.005		2.11	2.10	0.70	2.70	
	No.60	50	3,000	0.327	0.005	0.005	0.005		2.10	2.10	0.70	2.70	
	+40	40	3,040	0.327	0.005	0.004	0.004		2.10	2.09	0.69	2.69	NO.6Turnout
	+46	6	3,046	0.748	0.029	0.015	0.001	0.014	2.09	1.65	0.85	2.55	B.PofCulvert2
	No.61	4	3,050	0.748	0.029	0.020	0.001	0.020	2.06	1.65	0.85	2.55	E.PofCulvert2
	No.62	50	3,100	0.326	0.005	0.006	0.006		2.06	2.05	0.85	2.55	
	No.63	50	3,150	0.326	0.005	0.006	0.006		2.05	2.05	0.85	2.55	
	No.64	50	3,200	0.326	0.005	0.006	0.006		2.05	2.04	0.84	2.54	
	No.65	50	3,250	0.326	0.005	0.006	0.006		2.04	2.03	0.83	2.53	
	No.66	50	3,300	0.326	0.005	0.006	0.006		2.03	2.03	0.83	2.53	
	No.67	50	3,350	0.326	0.005	0.006	0.006		2.03	2.02	0.82	2.52	
	No.68	50	3,400	0.326	0.005	0.006	0.006		2.02	2.02	0.82	2.52	
	No.69	50	3,450	0.326	0.005	0.006	0.006		2.01	2.01	0.81	2.51	NO.7Turnout
	+20	20	3,470	0.326	0.005	0.003	0.003		2.01	2.01	0.81	2.51	
	No.70	30	3,500	0.326	0.005	0.004	0.004		2.01	2.00	0.80	2.50	
	No.71	50	3,550	0.326	0.005	0.006	0.006		2.00	2.00	0.80	2.50	
	No.72	50	3,600	0.326	0.005	0.006	0.006		2.00	1.99	0.79	2.49	
	No.73	50	3,650	0.326	0.005	0.006	0.006		1.99	1.98	0.78	2.48	
	No.74	50	3,700	0.326	0.005	0.006	0.006		1.98	1.98	0.78	2.48	
	+45	45	3,745	0.326	0.005	0.006	0.006		1.98	1.97	0.77	2.47	NO.8 Turnout
	No.75	5	3,750	0.326	0.005	0.001	0.001		1.98	1.97	0.77	2.47	
	No.76	50	3,800	0.326	0.005	0.006	0.006		1.97	1.97	0.77	2.47	
	+15	15	3,815	0.326	0.005	0.002	0.002		1.97	1.96	0.76	2.46	NO.9Turnout
	No.77	35	3,850	0.326	0.005	0.004	0.004		1.96	1.96	0.76	2.46	
	No.78	50	3,900	0.326	0.005	0.006	0.006		1.96	1.95	0.75	2.45	
	No.79	50	3,950	0.326	0.005	0.006	0.006		1.95	1.95	0.75	2.45	
	No.80	50	4,000	0.326	0.005	0.006	0.006		1.95	1.94	0.74	2.44	
	No.81	50	4,050	0.326	0.005	0.006	0.006		1.94	1.93	0.73	2.43	
	No.82	50	4,100	0.326	0.005	0.006	0.006		1.93	1.93	0.73	2.43	
	No.83	50	4,150	0.326	0.005	0.006	0.006		1.93	1.92	0.72	2.42	
	No.84	50	4,200	0.326	0.005	0.006	0.006		1.92	1.92	0.72	2.42	
	No.85	50	4,250	0.326	0.005	0.006	0.006		1.91	1.91	0.71	2.41	
	No.86	50	4,300	0.326	0.005	0.006	0.006		1.91	1.90	0.70	2.40	
	+10	10	4,310	0.326	0.005	0.001	0.001		1.91	1.90	0.70	2.40	NO.10Turnout
	No.87	40	4,350	0.326	0.005	0.005	0.005		1.90	1.90	0.70	2.40	

Nom du canal : Canal Principal d'Irrigation N.1 (4/5)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse	Charge	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation				Re.
				Écoulement(m/s)	Cinétique	Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier	
S5	No.88	50	4,400	0.326	0.005	0.006	0.006		1.90	1.89	0.69	2.39	
	+33	33	4,433	0.326	0.005	0.004	0.004		1.89	1.89	0.69	2.39	
	No.89	17	4,450	0.326	0.005	0.002	0.002		1.89	1.88	0.68	2.38	
	+25	25	4,475	0.326	0.005	0.003	0.003		1.89	1.88	0.68	2.38	NO.11Turnout
S6	No.90	25	4,500	0.321	0.005	0.004	0.004		1.88	1.88	0.88	2.18	
	No.91	50	4,550	0.321	0.005	0.008	0.008		1.87	1.87	0.87	2.17	
	No.92	50	4,600	0.321	0.005	0.008	0.008		1.87	1.86	0.86	2.16	
	No.93	50	4,650	0.321	0.005	0.008	0.008		1.86	1.85	0.85	2.15	
	+25	25	4,675	0.321	0.005	0.006	0.004	0.002	1.85	1.85	0.85	2.15	Transition
	+30	5	4,680	0.585	0.017	0.001	0.001		1.85	1.84	0.84	2.14	B.PofFlume2
	No.94	20	4,700	0.585	0.017	0.003	0.003		1.85	1.84	0.84	2.14	
	+10	10	4,710	0.585	0.017	0.002	0.002		1.85	1.84	0.84	2.14	E.PofFlume2
	+15	5	4,715	0.321	0.005	0.004	0.001	0.003	1.84	1.84	0.84	2.14	Transition
	No.95	35	4,750	0.321	0.005	0.006	0.006		1.84	1.83	0.83	2.13	
	No.96	50	4,800	0.321	0.005	0.008	0.008		1.83	1.82	0.82	2.12	
	No.97	50	4,850	0.321	0.005	0.008	0.008		1.82	1.81	0.81	2.11	
	No.98	50	4,900	0.321	0.005	0.008	0.008		1.81	1.80	0.80	2.10	
	No.99	50	4,950	0.321	0.005	0.008	0.008		1.80	1.80	0.80	2.10	
	No.100	50	5,000	0.321	0.005	0.008	0.008		1.79	1.79	0.79	2.09	
	No.101	50	5,050	0.321	0.005	0.008	0.008		1.79	1.78	0.78	2.08	
	No.102	50	5,100	0.321	0.005	0.008	0.008		1.78	1.77	0.77	2.07	
	+10	10	5,110	0.321	0.005	0.002	0.002		1.78	1.77	0.77	2.07	NO.12Turnout
	No.103	40	5,150	0.321	0.005	0.007	0.007		1.77	1.76	0.76	2.06	
	No.104	50	5,200	0.321	0.005	0.008	0.008		1.76	1.75	0.75	2.05	NO.13Turnout
	No.105	50	5,250	0.321	0.005	0.008	0.008		1.75	1.75	0.75	2.05	
	+40	40	5,290	0.321	0.005	0.007	0.007		1.75	1.74	0.74	2.04	NO.14Turnout
	No.106	10	5,300	0.321	0.005	0.002	0.002		1.74	1.74	0.74	2.04	
	No.107	50	5,350	0.321	0.005	0.008	0.008		1.74	1.73	0.73	2.03	
	No.108	50	5,400	0.321	0.005	0.008	0.008		1.73	1.72	0.72	2.02	
	No.109	50	5,450	0.321	0.005	0.008	0.008		1.72	1.71	0.71	2.01	
	No.110	50	5,500	0.321	0.005	0.008	0.008		1.71	1.70	0.70	2.00	
	No.111	50	5,550	0.321	0.005	0.008	0.008		1.70	1.70	0.70	2.00	NO.15Turnout
	No.112	50	5,600	0.321	0.005	0.008	0.008		1.69	1.69	0.69	1.99	
	No.113	50	5,650	0.321	0.005	0.008	0.008		1.69	1.68	0.68	1.98	
	No.114	50	5,700	0.321	0.005	0.008	0.008		1.68	1.67	0.67	1.97	
	+15	15	5,715	0.321	0.005	0.003	0.003		1.67	1.67	0.67	1.97	NO.16Turnout

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.1 (S/5)												
Section	N.	Distance	Dist.cu	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Re.
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	
S6	No.115	35	5,750	0.321	0.005	0.006	0.006		1.67	1.66	0.66	1.96
	No.116	50	5,800	0.321	0.005	0.008	0.008		1.66	1.65	0.65	1.95
	No.117	50	5,850	0.321	0.005	0.008	0.008		1.65	1.65	0.65	1.95
	No.118	50	5,900	0.321	0.005	0.008	0.008		1.64	1.64	0.64	1.94
	No.119	50	5,950	0.321	0.005	0.008	0.008		1.64	1.63	0.63	1.93
	No.120	50	6,000	0.321	0.005	0.008	0.008		1.63	1.62	0.62	1.92
	No.121	50	6,050	0.321	0.005	0.008	0.008		1.62	1.61	0.61	1.91
	No.122	50	6,100	0.321	0.005	0.008	0.008		1.61	1.60	0.60	1.90
	No.123	50	6,150	0.321	0.005	0.008	0.008		1.60	1.60	0.60	1.90
	+5	5	6,155	0.321	0.005	0.001	0.001		1.60	1.60	0.60	NO.17Turnout
	No.124	45	6,200	0.321	0.005	0.008	0.008		1.59	1.59	0.59	NO.18Turnout
	No.125	50	6,250	0.321	0.005	0.008	0.008		1.59	1.58	0.58	1.88
	No.126	50	6,300	0.321	0.005	0.008	0.008		1.58	1.57	0.57	1.87
	No.127	50	6,350	0.321	0.005	0.008	0.008		1.57	1.56	0.56	1.86
No.128	50	6,400	0.321	0.005	0.008	0.008		1.56	1.55	0.55	NO.19Turnout	
No.129	50	6,450	0.321	0.005	0.008	0.008		1.55	1.55	0.55	1.85	
+35	35	6,485	0.321	0.005	0.006	0.006		1.55	1.54	0.54	NO.20Turnout	
No.130	15	6,500	0.321	0.005	0.003	0.003		1.54	1.54	0.54	1.84	
No.131	50	6,550	0.321	0.005	0.008	0.008		1.54	1.53	0.53	1.83	
No.132	50	6,600	0.321	0.005	0.008	0.008		1.53	1.52	0.52	1.82	
No.133	50	6,650	0.321	0.005	0.008	0.008		1.52	1.51	0.51	1.81	
No.134	50	6,700	0.321	0.005	0.008	0.008		1.51	1.50	0.50	NO.21Turnout	

※Scale: S1 = 1:15000 / S2-4 = 1:10000 / S5 = 1:8000 / S6 = 1:6000

Nom du canal : Canal Principal d'Irrigation N.2 (1/5)												
Section	N.	Distance Dist.cu.	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Re.	
					Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond		
					0.060		0.060	2.50	2.49	0.69	3.09	NO.1 D.S
	NO.0	0	0	0.314	0.005	0.000		2.44	2.43	1.13	3.03	
	NO.1	50	50	0.314	0.005	0.005		2.43	2.43	1.13	3.03	
	NO.2	50	100	0.314	0.005	0.005		2.43	2.42	1.12	3.02	
	+20	38	138	0.314	0.005	0.004		2.42	2.42	1.12	3.02	No.1 Turnout
	NO.3	12	150	0.314	0.005	0.001		2.42	2.42	1.12	3.02	
	NO.4	50	200	0.314	0.005	0.005		2.41	2.41	1.11	3.01	
	NO.5	50	250	0.314	0.005	0.005		2.41	2.41	1.11	3.01	
	NO.6	50	300	0.314	0.005	0.005		2.41	2.40	1.10	3.00	
	NO.7	50	350	0.314	0.005	0.005		2.40	2.40	1.10	3.00	
	NO.8	50	400	0.314	0.005	0.005		2.40	2.39	1.09	2.99	
	NO.9	50	450	0.314	0.005	0.005		2.39	2.39	1.09	2.99	
	NO.10	50	500	0.314	0.005	0.005		2.38	2.38	1.08	2.98	
	NO.11	50	550	0.314	0.005	0.005		2.38	2.37	1.07	2.97	
	NO.12	50	600	0.314	0.005	0.005		2.37	2.37	1.07	2.97	No.2 Turnout
	+21	21	621	0.314	0.005	0.002		2.37	2.37	1.07	2.97	
	NO.13	29	650	0.314	0.005	0.003		2.37	2.37	1.07	2.97	
	NO.14	50	700	0.314	0.005	0.005		2.37	2.36	1.06	2.96	
	NO.15	50	750	0.314	0.005	0.005		2.36	2.36	1.06	2.96	
	NO.16	50	800	0.314	0.005	0.005		2.36	2.35	1.05	2.95	
	NO.17	50	850	0.314	0.005	0.005		2.35	2.35	1.05	2.95	
	NO.18	50	900	0.314	0.005	0.005		2.35	2.34	1.04	2.94	
	NO.19	50	950	0.314	0.005	0.005		2.34	2.34	1.04	2.94	
	NO.20	50	1,000	0.314	0.005	0.005		2.34	2.33	1.03	2.93	
	NO.21	50	1,050	0.314	0.005	0.005		2.33	2.33	1.03	2.93	No.3 Turnout
	NO.22	50	1,100	0.314	0.005	0.005		2.33	2.32	1.02	2.92	
	NO.23	50	1,150	0.314	0.005	0.005		2.32	2.32	1.02	2.92	
	NO.24	50	1,200	0.314	0.005	0.005		2.32	2.31	1.01	2.91	
	NO.25	50	1,250	0.314	0.005	0.005		2.31	2.31	1.01	2.91	
	NO.26	50	1,300	0.314	0.005	0.005		2.31	2.30	1.00	2.90	
	NO.27	50	1,350	0.314	0.005	0.005		2.30	2.30	1.00	2.90	
	NO.28	50	1,400	0.314	0.005	0.005		2.30	2.29	0.99	2.89	
	NO.29	50	1,450	0.314	0.005	0.005		2.29	2.29	0.99	2.89	
	NO.30	50	1,500	0.314	0.005	0.005		2.29	2.28	0.98	2.88	
	NO.31	50	1,550	0.314	0.005	0.005		2.28	2.28	0.98	2.88	
	NO.32	50	1,600	0.314	0.005	0.005		2.28	2.27	0.97	2.87	
	NO.33	50	1,650	0.314	0.005	0.005		2.27	2.27	0.97	2.87	No.4 Turnout
	NO.34	50	1,700	0.314	0.005	0.005		2.27	2.26	0.96	2.86	
	NO.35	50	1,750	0.314	0.005	0.005		2.26	2.26	0.96	2.86	

S1

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.2 (2/5)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Re.	
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond		Cavalier
S1	No.36	50	1,800	0.314	0.005	0.005	0.005		2.26	2.25	0.95	2.85	
	No.37	50	1,850	0.314	0.005	0.005	0.005		2.25	2.25	0.95	2.85	
	No.38	50	1,900	0.314	0.005	0.005	0.005		2.25	2.24	0.94	2.84	
	No.39	50	1,950	0.314	0.005	0.005	0.005		2.24	2.24	0.94	2.84	
	+40	40	1,990	0.601	0.018	0.012	0.004	0.008	2.23	2.11	0.91	2.71	B.PofCulvert
	+44	6	1,996	0.601	0.018	0.014	0.001	0.013	2.22	2.11	0.91	2.71	E.PofCulvert
	No.40	4	2,000	0.314	0.005	0.000	0.000		2.22	2.21	0.91	2.81	
	No.41	50	2,050	0.314	0.005	0.005	0.005		2.21	2.21	0.91	2.81	
	No.42	50	2,100	0.314	0.005	0.005	0.005		2.21	2.20	0.90	2.80	
	No.43	50	2,150	0.314	0.005	0.005	0.005		2.20	2.20	0.90	2.80	
	No.44	50	2,200	0.314	0.005	0.005	0.005		2.20	2.19	0.89	2.79	
	No.45	50	2,250	0.314	0.005	0.005	0.005		2.19	2.19	0.89	2.79	
	+40	40	2,290	0.314	0.005	0.004	0.004		2.19	2.18	0.88	2.78	No.5Turnout
	No.46	10	2,300	0.326	0.005	0.001	0.001		2.18	2.18	0.98	2.68	
S2	No.47	50	2,350	0.326	0.005	0.006	0.006		2.18	2.17	0.97	2.67	
	No.48	50	2,400	0.326	0.005	0.006	0.006		2.17	2.17	0.97	2.67	
	No.49	50	2,450	0.326	0.005	0.006	0.006		2.17	2.16	0.96	2.66	
	No.50	50	2,500	0.326	0.005	0.006	0.006		2.16	2.15	0.95	2.65	
	No.51	50	2,550	0.326	0.005	0.006	0.006		2.15	2.15	0.95	2.65	
	No.52	50	2,600	0.326	0.005	0.006	0.006		2.15	2.14	0.94	2.64	
	No.53	50	2,650	0.326	0.005	0.006	0.006		2.14	2.14	0.94	2.64	
	No.54	50	2,700	0.326	0.005	0.006	0.006		2.13	2.13	0.93	2.63	
	No.55	50	2,750	0.326	0.005	0.006	0.006		2.13	2.12	0.92	2.62	
	No.56	50	2,800	0.326	0.005	0.006	0.006		2.12	2.12	0.92	2.62	
	No.57	50	2,850	0.326	0.005	0.006	0.006		2.12	2.11	0.91	2.61	
	No.58	50	2,900	0.326	0.005	0.006	0.006		2.11	2.10	0.90	2.60	
	No.59	50	2,950	0.326	0.005	0.006	0.006		2.10	2.10	0.90	2.60	
	No.60	50	3,000	0.326	0.005	0.006	0.006		2.10	2.09	0.89	2.59	
	No.61	50	3,050	0.326	0.005	0.006	0.006		2.09	2.09	0.89	2.59	
	No.62	50	3,100	0.326	0.005	0.006	0.006		2.08	2.08	0.88	2.58	
	No.63	50	3,150	0.326	0.005	0.006	0.006		2.08	2.07	0.87	2.57	
	No.64	50	3,200	0.326	0.005	0.006	0.006		2.07	2.07	0.87	2.57	
	No.65	50	3,250	0.326	0.005	0.006	0.006		2.07	2.06	0.86	2.56	
	No.66	50	3,300	0.326	0.005	0.006	0.006		2.06	2.05	0.85	2.55	
	No.67	50	3,350	0.326	0.005	0.006	0.006		2.05	2.05	0.85	2.55	
	No.68	50	3,400	0.326	0.005	0.006	0.006		2.05	2.04	0.84	2.54	
	No.69	50	3,450	0.326	0.005	0.006	0.006		2.04	2.04	0.84	2.54	
	No.70	50	3,500	0.326	0.005	0.006	0.006		2.03	2.03	0.83	2.53	
	+35	35	3,535	0.326	0.005	0.004	0.004		2.03	2.03	0.83	2.53	No.6Turnout



Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.2 (3/5)

Section	N.	DistanceDist.cu	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Re.
					Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier
	No.71	15	3,550	0.005	0.002	0.002		2.03	2.02	0.82	2.52
	No.72	50	3,600	0.005	0.006	0.006		2.02	2.02	0.82	2.52
	No.73	50	3,650	0.005	0.006	0.006		2.02	2.01	0.81	2.51
	No.74	50	3,700	0.005	0.006	0.006		2.01	2.00	0.80	2.50
	No.75	50	3,750	0.005	0.006	0.006		2.00	2.00	0.80	2.50
	+40	40	3,790	0.005	0.005	0.005		2.00	1.99	0.79	2.49
	No.76	10	3,800	0.005	0.001	0.001		2.00	1.99	0.79	2.49
	No.77	50	3,850	0.005	0.006	0.006		1.99	1.99	0.79	2.49
	No.78	50	3,900	0.005	0.006	0.006		1.98	1.98	0.78	2.48
	No.79	50	3,950	0.005	0.006	0.006		1.98	1.97	0.77	2.47
	No.80	50	4,000	0.005	0.006	0.006		1.97	1.97	0.77	2.47
	+10	10	4,010	0.005	0.001	0.001		1.97	1.97	0.77	2.47
	No.81	40	4,050	0.005	0.005	0.005		1.97	1.96	0.76	2.46
	No.82	50	4,100	0.005	0.006	0.006		1.96	1.95	0.75	2.45
	No.83	50	4,150	0.005	0.006	0.006		1.95	1.95	0.75	2.45
	No.84	50	4,200	0.005	0.006	0.006		1.95	1.94	0.74	2.44
	+40	40	4,240	0.005	0.005	0.005		1.94	1.94	0.74	2.44
	No.85	10	4,250	0.005	0.001	0.001		1.94	1.94	0.74	2.44
	+10	10	4,260	0.005	0.001	0.001		1.94	1.93	0.73	2.43
	No.86	40	4,300	0.005	0.005	0.005		1.93	1.93	0.73	2.43
	No.87	50	4,350	0.005	0.006	0.006		1.93	1.92	0.72	2.42
	No.88	50	4,400	0.005	0.006	0.006		1.92	1.92	0.72	2.42
	No.89	50	4,450	0.005	0.006	0.006		1.92	1.91	0.71	2.41
	No.90	50	4,500	0.005	0.006	0.006		1.91	1.90	0.70	2.40
	No.91	50	4,550	0.005	0.006	0.006		1.90	1.90	0.70	2.40
	No.92	50	4,600	0.005	0.006	0.006		1.90	1.89	0.69	2.39
	No.93	50	4,650	0.005	0.006	0.006		1.89	1.89	0.69	2.39
	+35	35	4,685	0.005	0.004	0.004		1.89	1.88	0.68	2.38
	+40	5	4,690	0.005	0.001	0.001		1.89	1.88	0.68	2.38
	No.94	10	4,700	0.005	0.001	0.001		1.88	1.88	0.68	2.38
	No.95	50	4,750	0.005	0.006	0.006		1.88	1.87	0.67	2.37
	No.96	50	4,800	0.005	0.006	0.006		1.87	1.87	0.67	2.37
	No.97	50	4,850	0.005	0.006	0.006		1.87	1.86	0.66	2.36
	No.98	50	4,900	0.005	0.006	0.006		1.86	1.85	0.65	2.35
	+46	46	4,946	0.005	0.008	0.006	0.002	1.85	1.64	0.64	2.24
	No.99	4	4,950	0.005	0.004	0.001	0.004	1.85	1.64	0.64	2.24
	No.100	50	5,000	0.005	0.006	0.006		1.84	1.84	0.64	2.34
	No.101	50	5,050	0.005	0.006	0.006		1.84	1.83	0.63	2.33
	No.102	50	5,100	0.005	0.006	0.006		1.83	1.82	0.62	2.32

S2

**Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal**

Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.2 (4/5)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Re.	
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond Cavalier		
S2	No.103	50	5,150	0.326	0.005	0.006	0.006		1.82	1.82	0.62	2.32	
	No.104	50	5,200	0.326	0.005	0.006	0.006		1.82	1.81	0.61	2.31	
	No.105	50	5,250	0.326	0.005	0.006	0.006		1.81	1.80	0.60	2.30	
	+20	20	5,270	0.326	0.005	0.003	0.003		1.81	1.80	0.60	2.30	No.13Turnout
	+25	5	5,275	0.326	0.005	0.001	0.001		1.81	1.80	0.60	2.30	No.14Turnout
	No.106	25	5,300	0.277	0.004	0.004	0.004		1.80	1.80	0.60	2.30	
	No.107	50	5,350	0.277	0.004	0.008	0.008		1.79	1.79	0.59	2.29	
	No.108	50	5,400	0.277	0.004	0.008	0.008		1.79	1.78	0.58	2.28	
	No.109	50	5,450	0.277	0.004	0.008	0.008		1.78	1.77	0.57	2.27	
	No.110	50	5,500	0.277	0.004	0.008	0.008		1.77	1.77	0.57	2.27	
	No.111	50	5,550	0.277	0.004	0.008	0.008		1.76	1.76	0.56	2.26	
	No.112	50	5,600	0.277	0.004	0.008	0.008		1.75	1.75	0.55	2.25	
	No.113	50	5,650	0.277	0.004	0.008	0.008		1.74	1.74	0.54	2.24	
	No.114	50	5,700	0.277	0.004	0.008	0.008		1.74	1.73	0.53	2.23	
	No.115	50	5,750	0.277	0.004	0.008	0.008		1.73	1.72	0.52	2.22	
	No.116	50	5,800	0.277	0.004	0.008	0.008		1.72	1.72	0.52	2.22	
	No.117	50	5,850	0.277	0.004	0.008	0.008		1.71	1.71	0.51	2.21	
+45	45	5,895	0.277	0.004	0.008	0.008		1.70	1.70	0.50	2.20	No.15Turnout	
No.118	5	5,900	0.277	0.004	0.001	0.001		1.70	1.70	0.50	2.20	No.16Turnout	
No.119	50	5,950	0.277	0.004	0.008	0.008		1.69	1.69	0.89	2.19		
No.120	50	6,000	0.277	0.004	0.008	0.008		1.69	1.68	0.88	2.18		
No.121	50	6,050	0.277	0.004	0.008	0.008		1.68	1.67	0.87	2.17		
No.122	50	6,100	0.277	0.004	0.008	0.008		1.67	1.67	0.87	2.17		
No.123	50	6,150	0.277	0.004	0.008	0.008		1.66	1.66	0.86	2.16		
No.124	50	6,200	0.277	0.004	0.008	0.008		1.65	1.65	0.85	2.15		
No.125	50	6,250	0.277	0.004	0.008	0.008		1.64	1.64	0.84	2.14		
No.126	50	6,300	0.277	0.004	0.008	0.008		1.64	1.63	0.83	2.13		
No.127	50	6,350	0.277	0.004	0.008	0.008		1.63	1.62	0.82	2.12		
No.128	50	6,400	0.277	0.004	0.008	0.008		1.62	1.62	0.82	2.12		
No.129	50	6,450	0.277	0.004	0.008	0.008		1.61	1.61	0.81	2.11		
No.130	50	6,500	0.277	0.004	0.008	0.008		1.60	1.60	0.80	2.10		
No.131	50	6,550	0.277	0.004	0.008	0.008		1.59	1.59	0.79	2.09		
No.132	50	6,600	0.277	0.004	0.008	0.008		1.59	1.58	0.78	2.08		
No.133	50	6,650	0.277	0.004	0.008	0.008		1.58	1.57	0.77	2.07		
+10	10	6,660	0.277	0.004	0.002	0.002		1.58	1.57	0.77	2.07	No.17Turnout	
No.134	40	6,700	0.277	0.004	0.007	0.007		1.57	1.57	0.77	2.07		
No.135	50	6,750	0.277	0.004	0.008	0.008		1.56	1.56	0.76	2.06		
No.136	50	6,800	0.277	0.004	0.008	0.008		1.55	1.55	0.75	2.05		
No.137	50	6,850	0.277	0.004	0.008	0.008		1.54	1.54	0.74	2.04		
S3													

Nom du canal : Canal Principal d'Irrigation N.2 (5/5)

Section	N.	Distance	Dist.cul.	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Re
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond Cavalier	
S3	No.138	50	6,900	0.277	0.004	0.008	0.008		1.54	1.53	0.73	2.03
S3	No.139	50	6,950	0.277	0.004	0.008	0.008		1.53	1.52	0.72	2.02
S3	No.140	50	7,000	0.277	0.004	0.008	0.008		1.52	1.52	0.72	2.02
S3	No.141	50	7,050	0.277	0.004	0.008	0.008		1.51	1.51	0.71	2.01
S3	No.142	50	7,100	0.277	0.004	0.008	0.008		1.50	1.50	0.70	2.00
S3	No.143	50	7,150	0.277	0.004	0.008	0.008		1.49	1.49	0.69	1.99
S3	No.144	50	7,200	0.277	0.004	0.008	0.008		1.49	1.48	0.68	1.98
S3	No.145	50	7,250	0.277	0.004	0.008	0.008		1.48	1.47	0.67	1.97
S3	No.146	50	7,300	0.277	0.004	0.008	0.008		1.47	1.47	0.67	1.97
S3	No.147	50	7,350	0.277	0.004	0.008	0.008		1.46	1.46	0.66	1.96
S3	No.148	50	7,400	0.277	0.004	0.008	0.008		1.45	1.45	0.65	1.95
S3	No.149	50	7,450	0.277	0.004	0.008	0.008		1.44	1.44	0.64	1.94
S3	No.150	50	7,500	0.277	0.004	0.008	0.008		1.44	1.43	0.63	1.93
S3	No.151	50	7,550	0.277	0.004	0.008	0.008		1.43	1.42	0.62	1.92
S3	No.152	50	7,600	0.277	0.004	0.008	0.008		1.42	1.42	0.62	1.92
S3	No.153	50	7,650	0.277	0.004	0.008	0.008		1.41	1.41	0.61	1.91
S3	No.154	50	7,700	0.277	0.004	0.008	0.008		1.40	1.40	0.60	1.90
S3	No.155	50	7,750	0.277	0.004	0.008	0.008		1.39	1.39	0.59	1.89
S3	No.156	50	7,800	0.277	0.004	0.008	0.008		1.39	1.38	0.58	1.88
S3	No.157	50	7,850	0.277	0.004	0.008	0.008		1.38	1.37	0.57	1.87
S3	No.158	50	7,900	0.277	0.004	0.008	0.008		1.37	1.37	0.57	1.87
S3	No.159	50	7,950	0.277	0.004	0.008	0.008		1.36	1.36	0.56	1.86
S3	No.160	50	8,000	0.277	0.004	0.008	0.008		1.35	1.35	0.55	1.85
S3	+10(E.P)	10	8,010	0.277	0.004	0.002	0.002		1.35	1.35	0.55	1.85

※Scale: S1 = 1:10000 / S2 = 1:8000 / S3 = 1:6000

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.3 (1/4)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation				Re.
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier	
						0.060		0.060	2.41	2.40	0.80	3.00	No.2 D.S
SI	No.0	0	0	0.301	0.005	0.000	0.000		2.35	2.35	1.15	2.85	
	No.1	50	50	0.301	0.005	0.005	0.005		2.35	2.34	1.14	2.84	
	+45	45	95	0.301	0.005	0.005	0.005		2.34	2.34	1.14	2.84	No.1Turnout
	No.2	5	100	0.301	0.005	0.001	0.001		2.34	2.34	1.14	2.84	
	No.3	50	150	0.301	0.005	0.005	0.005		2.34	2.33	1.13	2.83	
	No.4	50	200	0.301	0.005	0.005	0.005		2.33	2.33	1.13	2.83	
	No.5	50	250	0.301	0.005	0.005	0.005		2.33	2.32	1.12	2.82	
	No.6	50	300	0.301	0.005	0.005	0.005		2.32	2.32	1.12	2.82	
	No.7	50	350	0.301	0.005	0.005	0.005		2.32	2.31	1.11	2.81	
	No.8	50	400	0.301	0.005	0.005	0.005		2.31	2.31	1.11	2.81	
	No.9	50	450	0.301	0.005	0.005	0.005		2.31	2.30	1.10	2.80	
	No.10	50	500	0.301	0.005	0.005	0.005		2.30	2.30	1.10	2.80	
	No.11	50	550	0.301	0.005	0.005	0.005		2.30	2.29	1.09	2.79	
	No.12	50	600	0.301	0.005	0.005	0.005		2.29	2.29	1.09	2.79	
	No.13	50	650	0.301	0.005	0.005	0.005		2.29	2.28	1.08	2.78	
	No.14	50	700	0.301	0.005	0.005	0.005		2.28	2.28	1.08	2.78	
	No.15	50	750	0.301	0.005	0.005	0.005		2.28	2.27	1.07	2.77	No.2Turnout
	No.16	50	800	0.301	0.005	0.005	0.005		2.27	2.27	1.07	2.77	
	No.17	50	850	0.301	0.005	0.005	0.005		2.27	2.26	1.06	2.76	
	No.18	50	900	0.301	0.005	0.005	0.005		2.26	2.26	1.06	2.76	
	+5	5	905	0.301	0.005	0.001	0.001		2.26	2.26	1.06	2.76	No.3Turnout
	No.19	45	950	0.301	0.005	0.005	0.005		2.26	2.25	1.05	2.75	
	No.20	50	1,000	0.301	0.005	0.005	0.005		2.25	2.25	1.05	2.75	
	No.21	50	1,050	0.301	0.005	0.005	0.005		2.25	2.24	1.04	2.74	
	No.22	50	1,100	0.301	0.005	0.005	0.005		2.24	2.24	1.04	2.74	
	No.23	50	1,150	0.301	0.005	0.005	0.005		2.24	2.23	1.03	2.73	
	No.24	50	1,200	0.301	0.005	0.005	0.005		2.23	2.23	1.03	2.73	
	No.25	50	1,250	0.301	0.005	0.005	0.005		2.23	2.22	1.02	2.72	
	No.26	50	1,300	0.301	0.005	0.005	0.005		2.22	2.22	1.02	2.72	
	+35	35	1,350	0.301	0.005	0.004	0.004		2.22	2.21	1.01	2.71	No.4Turnout
	No.27	15	1,315	0.301	0.005	0.002	0.002		2.22	2.21	1.01	2.71	
	No.28	50	1,400	0.301	0.005	0.005	0.005		2.21	2.21	1.01	2.71	
	No.29	50	1,450	0.301	0.005	0.005	0.005		2.21	2.20	1.00	2.70	
	No.30	50	1,500	0.301	0.005	0.005	0.005		2.20	2.20	1.00	2.70	
	No.31	50	1,550	0.301	0.005	0.005	0.005		2.20	2.19	0.99	2.69	No.5Turnout
	No.32	50	1,600	0.301	0.005	0.005	0.005		2.19	2.19	0.99	2.69	
	No.33	50	1,650	0.301	0.005	0.005	0.005		2.19	2.18	0.98	2.68	
	No.34	50	1,700	0.301	0.005	0.005	0.005		2.18	2.18	0.98	2.68	

Nom du canal : Canal Principal d'Irrigation N.3 (2/4)												
Section	N.	Distance Dist.cu.	Vitesse Écoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Re.	
					Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier	
S1	No.35	50	1,750	0,005	0,005	0,005		2,18	2,17	0,97	2,67	
S1	No.36	50	1,800	0,005	0,005	0,005		2,17	2,17	0,97	2,67	
S1	No.37	50	1,850	0,005	0,005	0,005		2,17	2,16	0,96	2,66	
S1	No.38	50	1,900	0,005	0,005	0,005		2,16	2,16	0,96	2,66	
S1	No.39	50	1,950	0,005	0,005	0,005		2,16	2,15	0,95	2,65	
S1	No.40	50	2,000	0,005	0,005	0,005		2,15	2,15	0,95	2,65	
S1	+45	20	2,020	0,005	0,002	0,002		2,15	2,14	0,94	2,64	No.6Turnout
S1	No.41	30	2,050	0,005	0,003	0,003		2,15	2,14	0,94	2,64	
S1	No.42	50	2,100	0,005	0,005	0,005		2,14	2,14	0,94	2,64	
S1	No.43	50	2,150	0,005	0,005	0,005		2,14	2,13	0,93	2,63	
S1	No.44	50	2,200	0,005	0,005	0,005		2,13	2,13	0,93	2,63	
S1	No.45	50	2,250	0,005	0,005	0,005		2,13	2,12	0,92	2,62	
S1	No.46	50	2,300	0,005	0,005	0,005		2,12	2,12	0,92	2,62	
S1	No.47	50	2,350	0,005	0,005	0,005		2,12	2,11	0,91	2,61	
S1	No.48	50	2,400	0,005	0,005	0,005		2,11	2,11	0,91	2,61	
S1	No.49	50	2,450	0,005	0,005	0,005		2,11	2,10	0,90	2,60	
S1	No.50	50	2,500	0,005	0,005	0,005		2,10	2,10	0,90	2,60	
S1	No.51	50	2,550	0,005	0,005	0,005		2,10	2,09	0,89	2,59	
S1	+10	44	2,594	0,005	0,004	0,004		2,09	2,09	0,89	2,59	No.7Turnout
S1	No.52	6	2,600	0,005	0,001	0,001		2,09	2,09	0,89	2,59	
S1	No.53	50	2,650	0,005	0,005	0,005		2,09	2,08	0,88	2,58	
S1	No.54	50	2,700	0,005	0,005	0,005		2,08	2,08	0,88	2,58	
S1	No.55	50	2,750	0,005	0,005	0,005		2,08	2,07	0,87	2,57	
S1	No.56	50	2,800	0,005	0,005	0,005		2,07	2,07	0,87	2,57	
S1	No.57	50	2,850	0,005	0,005	0,005		2,07	2,06	0,86	2,56	
S1	+30	30	2,880	0,005	0,003	0,003		2,06	2,06	0,86	2,56	No.8Turnout
S1	+46	16	2,896	0,005	0,004	0,002	0,002	2,06	2,05	0,85	2,65	B.PofCulvert
S1	No.58	4	2,900	0,005	0,003	0,000	0,003	2,06	2,05	0,85	2,65	E.PofCulvert
S1	No.59	50	2,950	0,005	0,005	0,005		2,05	2,05	0,85	2,55	
S1	No.60	50	3,000	0,005	0,005	0,005		2,05	2,04	0,84	2,54	
S1	No.61	50	3,050	0,005	0,005	0,005		2,04	2,04	0,84	2,54	
S1	No.62	50	3,100	0,005	0,005	0,005		2,04	2,03	0,83	2,53	
S1	No.63	50	3,150	0,005	0,005	0,005		2,03	2,03	0,83	2,53	
S1	No.64	50	3,200	0,005	0,005	0,005		2,03	2,02	0,82	2,52	
S1	No.65	50	3,250	0,005	0,005	0,005		2,02	2,02	0,82	2,52	
S1	No.66	50	3,300	0,005	0,005	0,005		2,02	2,01	0,81	2,51	
S1	No.67	50	3,350	0,005	0,005	0,005		2,01	2,01	0,81	2,51	
S1	+30	30	3,380	0,005	0,003	0,003		2,01	2,00	0,80	2,50	No.9Turnout
S1	No.68	20	3,400	0,005	0,002	0,002		2,01	2,00	0,80	2,50	

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.3 (3/4)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse	Charge	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation				Re.
				Ecoulement(m/s)	Cinétique	Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier	
S1	No.69	50	3,450	0.301	0.005	0.005	0.005		2.00	2.00	0.80	2.50	
S1	No.70	50	3,500	0.301	0.005	0.005	0.005		2.00	1.99	0.79	2.49	
S1	No.71	50	3,550	0.301	0.005	0.005	0.005		1.99	1.99	0.79	2.49	
S1	No.72	50	3,600	0.301	0.005	0.005	0.005		1.99	1.98	0.78	2.48	
S1	No.73	50	3,650	0.301	0.005	0.005	0.005		1.98	1.98	0.78	2.48	
S1	+10	10	3,660	0.301	0.005	0.001	0.001		1.98	1.98	0.78	2.48	No.10Turnout
S2	No.74	40	3,700	0.321	0.005	0.007	0.007		1.97	1.97	0.97	2.47	
S2	No.75	50	3,750	0.321	0.005	0.008	0.008		1.97	1.96	0.96	2.46	
S2	No.76	50	3,800	0.321	0.005	0.008	0.008		1.96	1.95	0.95	2.45	
S2	No.77	50	3,850	0.321	0.005	0.008	0.008		1.95	1.94	0.94	2.44	
S2	No.78	50	3,900	0.321	0.005	0.008	0.008		1.94	1.93	0.93	2.43	
S2	No.79	50	3,950	0.321	0.005	0.008	0.008		1.93	1.93	0.93	2.43	
S2	No.80	50	4,000	0.321	0.005	0.008	0.008		1.92	1.92	0.92	2.42	
S2	No.81	50	4,050	0.321	0.005	0.008	0.008		1.92	1.91	0.91	2.41	
S2	No.82	50	4,100	0.321	0.005	0.008	0.008		1.91	1.90	0.90	2.40	
S2	No.83	50	4,150	0.321	0.005	0.008	0.008		1.90	1.89	0.89	2.39	
S2	No.84	50	4,200	0.321	0.005	0.008	0.008		1.89	1.88	0.88	2.38	
S2	+42	42	4,242	0.321	0.005	0.007	0.007		1.88	1.88	0.88	2.38	No.11Turnout
S2	No.85	8	4,250	0.321	0.005	0.001	0.001		1.88	1.88	0.88	2.38	
S2	No.86	50	4,300	0.321	0.005	0.008	0.008		1.87	1.87	0.87	2.37	
S2	No.87	50	4,350	0.321	0.005	0.008	0.008		1.87	1.86	0.86	2.36	
S2	No.88	50	4,400	0.321	0.005	0.008	0.008		1.86	1.85	0.85	2.35	
S2	No.89	50	4,450	0.321	0.005	0.008	0.008		1.85	1.84	0.84	2.34	
S2	+30	30	4,480	0.321	0.005	0.005	0.005		1.84	1.84	0.84	2.34	No.12Turnout
S2	No.90	20	4,500	0.321	0.005	0.003	0.003		1.84	1.83	0.83	2.33	
S2	No.91	50	4,550	0.321	0.005	0.008	0.008		1.83	1.83	0.83	2.33	
S2	No.92	50	4,600	0.321	0.005	0.008	0.008		1.82	1.82	0.82	2.32	
S2	No.93	50	4,650	0.321	0.005	0.008	0.008		1.82	1.81	0.81	2.31	
S2	No.94	50	4,700	0.321	0.005	0.008	0.008		1.81	1.80	0.80	2.30	
S2	No.95	50	4,750	0.321	0.005	0.008	0.008		1.80	1.79	0.79	2.29	
S2	No.96	50	4,800	0.321	0.005	0.008	0.008		1.79	1.78	0.78	2.28	
S2	No.97	50	4,850	0.321	0.005	0.008	0.008		1.78	1.78	0.78	2.28	
S2	No.98	50	4,900	0.321	0.005	0.008	0.008		1.77	1.77	0.77	2.27	
S2	No.99	50	4,950	0.321	0.005	0.008	0.008		1.77	1.76	0.76	2.26	
S2	No.100	50	5,000	0.321	0.005	0.008	0.008		1.76	1.75	0.75	2.25	
S2	+5	5	5,005	0.321	0.005	0.001	0.001		1.76	1.75	0.75	2.25	No.13Turnout
S2	No.101	45	5,050	0.321	0.005	0.008	0.008		1.75	1.74	0.74	2.24	
S2	No.102	50	5,100	0.321	0.005	0.008	0.008		1.74	1.73	0.73	2.23	
S2	No.103	50	5,150	0.321	0.005	0.008	0.008		1.73	1.73	0.73	2.23	

Nom du canal : Canal Principal d'Irrigation N.3 (4/4)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation				Re.
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier	
S2	No.104	50	5,200	0.321	0.005	0.008	0.008		1.72	1.72	0.72	2.22	
S2	+40	40	5,240	0.321	0.005	0.007	0.007		1.72	1.71	0.71	2.21	No.14Tumout
S2	No.105	10	5,250	0.321	0.005	0.002	0.002		1.72	1.71	0.71	2.21	
S2	No.106	50	5,300	0.351	0.006	0.008	0.008		1.71	1.70	0.70	2.20	
S2	No.107	50	5,350	0.351	0.006	0.008	0.008		1.70	1.69	0.69	2.19	
S2	No.108	50	5,400	0.351	0.006	0.008	0.008		1.69	1.68	0.68	2.18	No.15Tumout
S3	No.109	50	5,450	0.351	0.006	0.017	0.017		1.67	1.67	0.97	2.07	
S3	No.110	50	5,500	0.351	0.006	0.017	0.017		1.66	1.65	0.95	2.05	
S3	No.111	50	5,550	0.351	0.006	0.017	0.017		1.64	1.63	0.93	2.03	
S3	No.112	50	5,600	0.351	0.006	0.017	0.017		1.62	1.62	0.92	2.02	
S3	No.113	50	5,650	0.351	0.006	0.017	0.017		1.61	1.60	0.90	2.00	
S3	No.114	50	5,700	0.351	0.006	0.017	0.017		1.59	1.58	0.88	1.98	
S3	No.115	50	5,750	0.351	0.006	0.017	0.017		1.57	1.57	0.87	1.97	
S3	No.116	50	5,800	0.351	0.006	0.017	0.017		1.56	1.55	0.85	1.95	
S3	No.117	50	5,850	0.351	0.006	0.017	0.017		1.54	1.53	0.83	1.93	
S3	+40	40	5,890	0.351	0.006	0.013	0.013		1.53	1.52	0.82	1.92	No.16Tumout
S3	No.118	10	5,900	0.351	0.006	0.003	0.003		1.52	1.52	0.82	1.92	
S3	No.119	50	5,950	0.351	0.006	0.017	0.017		1.51	1.50	0.80	1.90	
S3	No.120	50	6,000	0.351	0.006	0.017	0.017		1.49	1.48	0.78	1.88	
S3	No.121	50	6,050	0.351	0.006	0.017	0.017		1.47	1.47	0.77	1.87	
S3	No.122	50	6,100	0.351	0.006	0.017	0.017		1.46	1.45	0.75	1.85	
S3	No.123	50	6,150	0.351	0.006	0.017	0.017		1.44	1.43	0.73	1.83	
S3	+30	30	6,200	0.351	0.006	0.010	0.010		1.43	1.42	0.72	1.82	No.17Tumout
S3	No.124	20	6,170	0.351	0.006	0.007	0.007		1.42	1.42	0.72	1.82	
S3	No.125	50	6,250	0.351	0.006	0.017	0.017		1.41	1.40	0.70	1.80	
S3	No.126	50	6,300	0.351	0.006	0.017	0.017		1.39	1.38	0.68	1.78	
S3	No.127	50	6,350	0.351	0.006	0.017	0.017		1.37	1.37	0.67	1.77	
S3	No.128	50	6,400	0.351	0.006	0.017	0.017		1.36	1.35	0.65	1.75	
S3	No.129	50	6,450	0.351	0.006	0.017	0.017		1.34	1.33	0.63	1.73	
S3	+28	28	6,478	0.351	0.006	0.009	0.009		1.33	1.32	0.62	1.72	No.18Tumout
S3	No.130	22	6,500	0.351	0.006	0.007	0.007		1.32	1.32	0.62	1.72	
S3	No.131	50	6,550	0.351	0.006	0.017	0.017		1.31	1.30	0.60	1.70	
S3	No.132	50	6,600	0.351	0.006	0.017	0.017		1.29	1.28	0.58	1.68	
S3	No.133	50	6,650	0.351	0.006	0.017	0.017		1.27	1.27	0.57	1.67	
S3	No.134	50	6,700	0.351	0.006	0.017	0.017		1.26	1.25	0.55	1.65	
S3	+30(E.P)	50	6,750	0.351	0.006	0.017	0.017		1.24	1.23	0.53	1.63	No.19Tumout

※ Scale: S1 = 1:10000 / S2 = 1:6000 / S3 = 1:3000

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.4 (1/4)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse	Charge	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation				Re.
				Ecoulement(m/s)	Cinétique	Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier	
						0.050		0.050	2.35	2.35	0.85	2.95	No.3 Division
SI	NO.0	0	0	0.308	0.005	0.000	0.000		2.30	2.30	1.10	2.80	
	+20	20	50	0.308	0.005	0.002	0.002		2.30	2.30	1.10	2.80	No.1 Turnout
	No.1	30	50	0.308	0.005	0.003	0.003		2.30	2.29	1.09	2.79	
	No.2	50	100	0.308	0.005	0.005	0.005		2.29	2.29	1.09	2.79	
	No.3	50	150	0.308	0.005	0.005	0.005		2.29	2.28	1.08	2.78	
	No.4	50	200	0.308	0.005	0.005	0.005		2.28	2.28	1.08	2.78	
	No.5	50	250	0.308	0.005	0.005	0.005		2.28	2.27	1.07	2.77	
	No.6	50	300	0.308	0.005	0.005	0.005		2.27	2.27	1.07	2.77	
	No.7	50	350	0.308	0.005	0.005	0.005		2.27	2.26	1.06	2.76	
	No.8	50	400	0.308	0.005	0.005	0.005		2.26	2.26	1.06	2.76	
	No.9	50	450	0.308	0.005	0.005	0.005		2.26	2.25	1.05	2.75	
	No.10	50	500	0.308	0.005	0.005	0.005		2.25	2.25	1.05	2.75	
	No.11	50	550	0.308	0.005	0.005	0.005		2.25	2.24	1.04	2.74	
	No.12	50	600	0.308	0.005	0.005	0.005		2.24	2.24	1.04	2.74	
	No.13	50	650	0.308	0.005	0.005	0.005		2.24	2.23	1.03	2.73	
	No.14	50	700	0.308	0.005	0.005	0.005		2.23	2.23	1.03	2.73	
	No.15	50	750	0.308	0.005	0.005	0.005		2.23	2.22	1.02	2.72	
	No.16	50	800	0.308	0.005	0.005	0.005		2.22	2.22	1.02	2.72	
	No.17	50	850	0.308	0.005	0.005	0.005		2.22	2.21	1.01	2.71	
	No.18	50	900	0.308	0.005	0.005	0.005		2.21	2.21	1.01	2.71	
	No.19	50	950	0.308	0.005	0.005	0.005		2.21	2.20	1.00	2.70	
	No.20	50	1,000	0.308	0.005	0.005	0.005		2.20	2.20	1.00	2.70	
	No.21	50	1,050	0.308	0.005	0.005	0.005		2.20	2.19	0.99	2.69	
	No.22	50	1,100	0.308	0.005	0.005	0.005		2.19	2.19	0.99	2.69	
	No.23	50	1,150	0.308	0.005	0.005	0.005		2.19	2.18	0.98	2.68	
	+5	5	1,155	0.308	0.005	0.001	0.001		2.19	2.18	0.98	2.68	No.2 Turnout
	No.24	45	1,200	0.308	0.005	0.005	0.005		2.18	2.18	0.98	2.68	
	No.25	50	1,250	0.308	0.005	0.005	0.005		2.18	2.17	0.97	2.67	
	No.26	50	1,300	0.308	0.005	0.005	0.005		2.17	2.17	0.97	2.67	
	No.27	50	1,350	0.308	0.005	0.005	0.005		2.17	2.16	0.96	2.66	
	+15	15	1,365	0.308	0.005	0.002	0.002		2.17	2.16	0.96	2.66	No.3 Turnout
	No.28	35	1,400	0.308	0.005	0.004	0.004		2.16	2.16	0.96	2.66	
	No.29	50	1,450	0.308	0.005	0.005	0.005		2.16	2.15	0.95	2.65	
	No.30	50	1,500	0.308	0.005	0.005	0.005		2.15	2.15	0.95	2.65	
	+4	4	1,504	0.308	0.005	0.000	0.000		2.15	2.15	0.95	2.65	No.4 Turnout
	No.31	46	1,550	0.308	0.005	0.005	0.005		2.15	2.14	0.94	2.64	
	No.32	50	1,600	0.308	0.005	0.005	0.005		2.14	2.14	0.94	2.64	
	+30	30	1,630	0.308	0.005	0.003	0.003		2.14	2.14	0.94	2.64	No.5 Turnout



Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.4 (2/4)

Section	N.	Distance	Dist.cul.	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation			Re.
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier
S1	No.33	20	1,650	0.308	0.005	0.002	0.002		2.14	2.13	0.93	2.63
	No.34	50	1,700	0.308	0.005	0.005	0.005		2.13	2.13	0.93	2.63
	No.35	50	1,750	0.308	0.005	0.005	0.005		2.13	2.12	0.92	2.62
	No.36	50	1,800	0.308	0.005	0.005	0.005		2.12	2.12	0.92	2.62
	No.37	50	1,850	0.308	0.005	0.005	0.005		2.12	2.11	0.91	2.61
	No.38	50	1,900	0.308	0.005	0.005	0.005		2.11	2.11	0.91	2.61
	No.39	50	1,950	0.308	0.005	0.005	0.005		2.11	2.10	0.90	2.60
	No.40	50	2,000	0.308	0.005	0.005	0.005		2.10	2.10	0.90	2.60
	No.41	50	2,050	0.308	0.005	0.005	0.005		2.10	2.09	0.89	2.59
	No.42	50	2,100	0.308	0.005	0.005	0.005		2.09	2.09	0.89	2.59
	No.43	50	2,150	0.308	0.005	0.005	0.005		2.09	2.08	0.88	2.58
	No.44	50	2,200	0.308	0.005	0.005	0.005		2.08	2.08	0.88	2.58
	No.45	50	2,250	0.308	0.005	0.005	0.005		2.08	2.07	0.87	2.57
	No.46	50	2,300	0.308	0.005	0.005	0.005		2.07	2.07	0.87	2.57
S2	No.47	50	2,350	0.308	0.005	0.005	0.005		2.07	2.06	0.86	2.56
	+26	26	2,376	0.308	0.005	0.003	0.003		2.07	2.06	0.86	2.56
	No.48	24	2,400	0.321	0.005	0.003	0.003		2.06	2.06	0.86	2.56
	No.49	50	2,450	0.321	0.005	0.006	0.006		2.06	2.05	0.85	2.55
	No.50	50	2,500	0.321	0.005	0.006	0.006		2.05	2.05	0.85	2.55
	No.51	50	2,550	0.321	0.005	0.006	0.006		2.05	2.04	0.84	2.54
	No.52	50	2,600	0.321	0.005	0.006	0.006		2.04	2.03	0.83	2.53
	No.53	50	2,650	0.321	0.005	0.006	0.006		2.03	2.03	0.83	2.53
	+4	4	2,654	0.321	0.005	0.001	0.000	0.001	2.03	2.03	0.83	2.53
	+10	6	2,660	0.321	0.005	0.000	0.000		2.03	2.03	0.83	2.53
	+40	30	2,690	0.321	0.005	0.002	0.002		2.03	2.02	0.82	2.52
	+46	6	2,696	0.321	0.005	0.002	0.000	0.002	2.03	2.02	0.82	2.52
	No.54	4	2,700	0.321	0.005	0.001	0.001		2.03	2.02	0.82	2.52
	No.55	50	2,750	0.321	0.005	0.006	0.006		2.02	2.02	0.82	2.52
	No.56	50	2,800	0.321	0.005	0.006	0.006		2.01	2.01	0.81	2.51
	No.57	50	2,850	0.321	0.005	0.006	0.006		2.01	2.00	0.80	2.50
	No.58	50	2,900	0.321	0.005	0.006	0.006		2.00	2.00	0.80	2.50
	+45	45	2,945	0.321	0.005	0.006	0.006		2.00	1.99	0.79	2.49
	No.59	5	2,950	0.321	0.005	0.001	0.001		2.00	1.99	0.79	2.49
	No.60	50	3,000	0.321	0.005	0.006	0.006		1.99	1.98	0.78	2.48
	No.61	50	3,050	0.321	0.005	0.006	0.006		1.98	1.98	0.78	2.48
	No.62	50	3,100	0.321	0.005	0.006	0.006		1.98	1.97	0.77	2.47
	No.63	50	3,150	0.321	0.005	0.006	0.006		1.97	1.97	0.77	2.47
	No.64	50	3,200	0.321	0.005	0.006	0.006		1.96	1.96	0.76	2.46
	No.65	50	3,250	0.321	0.005	0.006	0.006		1.96	1.95	0.75	2.45

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Nom du canal :Canal Principal d'Irrigation N.4 (3/4)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse	Charge	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation				Re.
				Ecoulement(mv/s)	Cinétique	Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier	
S2	No.66	50	3,300	0.321	0.005	0.006	0.006		1.95	1.95	0.75	2.45	
	No.67	50	3,350	0.321	0.005	0.006	0.006		1.95	1.94	0.74	2.44	
	+25	25	3,375	0.321	0.005	0.003	0.003		1.94	1.94	0.74	2.44	No.8Turnout
	No.68	25	3,400	0.321	0.005	0.003	0.003		1.94	1.94	0.74	2.44	
	No.69	50	3,450	0.321	0.005	0.006	0.006		1.94	1.93	0.73	2.43	
	No.70	50	3,500	0.321	0.005	0.006	0.006		1.93	1.93	0.73	2.43	
	No.71	50	3,550	0.321	0.005	0.006	0.006		1.92	1.92	0.72	2.42	
	No.72	50	3,600	0.321	0.005	0.006	0.006		1.92	1.91	0.71	2.41	
	No.73	50	3,650	0.321	0.005	0.006	0.006		1.91	1.91	0.71	2.41	
	No.74	50	3,700	0.321	0.005	0.006	0.006		1.91	1.90	0.70	2.40	
	No.75	50	3,750	0.321	0.005	0.006	0.006		1.90	1.89	0.69	2.39	
	+20	20	3,770	0.321	0.005	0.003	0.003		1.90	1.89	0.69	2.39	No.9Turnout
	No.76	30	3,800	0.321	0.005	0.004	0.004		1.90	1.89	0.69	2.39	
	+20	20	3,820	0.321	0.005	0.003	0.003		1.89	1.89	0.69	2.39	No.10Turnout
	No.77	30	3,850	0.321	0.005	0.004	0.004		1.89	1.88	0.68	2.38	
	No.78	50	3,900	0.321	0.005	0.006	0.006		1.88	1.88	0.68	2.38	
	No.79	50	3,950	0.321	0.005	0.006	0.006		1.88	1.87	0.67	2.37	
	No.80	50	4,000	0.321	0.005	0.006	0.006		1.87	1.87	0.67	2.37	
	No.81	50	4,050	0.321	0.005	0.006	0.006		1.86	1.86	0.66	2.36	
	No.82	50	4,100	0.321	0.005	0.006	0.006		1.86	1.85	0.65	2.35	
	+22	22	4,122	0.321	0.005	0.003	0.003		1.86	1.85	0.65	2.35	No.11Turnout
	No.83	28	4,150	0.321	0.005	0.004	0.004		1.85	1.85	0.65	2.35	
	No.84	50	4,200	0.321	0.005	0.006	0.006		1.85	1.84	0.64	2.34	
	No.85	50	4,250	0.321	0.005	0.006	0.006		1.84	1.83	0.63	2.33	
	No.86	50	4,300	0.321	0.005	0.006	0.006		1.83	1.83	0.63	2.33	
	No.87	50	4,350	0.321	0.005	0.006	0.006		1.83	1.82	0.62	2.32	
	No.88	50	4,400	0.321	0.005	0.006	0.006		1.82	1.82	0.62	2.32	
	+35	35	4,435	0.321	0.005	0.004	0.004		1.82	1.81	0.61	2.31	No.12Turnout
	No.89	15	4,450	0.321	0.005	0.003	0.003		1.81	1.81	0.61	2.31	
	+40	40	4,490	0.321	0.005	0.005	0.005		1.81	1.80	0.60	2.30	No.13Turnout
S3	No.90	10	4,500	0.360	0.007	0.002	0.002		1.81	1.80	0.70	2.20	
	No.91	50	4,550	0.360	0.007	0.010	0.010		1.80	1.79	0.69	2.19	
	No.92	50	4,600	0.360	0.007	0.010	0.010		1.79	1.78	0.68	2.18	
	No.93	50	4,650	0.360	0.007	0.010	0.010		1.78	1.77	0.67	2.17	
	No.94	50	4,700	0.360	0.007	0.010	0.010		1.77	1.76	0.66	2.16	
	No.95	50	4,750	0.360	0.007	0.010	0.010		1.76	1.75	0.65	2.15	
	No.96	50	4,800	0.360	0.007	0.010	0.010		1.75	1.74	0.64	2.14	
	No.97	50	4,850	0.360	0.007	0.010	0.010		1.74	1.73	0.63	2.13	
	No.98	50	4,900	0.360	0.007	0.010	0.010		1.73	1.72	0.62	2.12	
	No.99	50	4,950	0.360	0.007	0.010	0.010		1.72	1.71	0.61	2.11	

Nom du canal : Canal Principal d'Irrigation N.4 (4/4)													
Section	N.	Distance	Dist.cu.	Vitesse Ecoulement(m/s)	Charge Cinétique	Perte de charge			Plan (niveau) d'élévation				Re.
						Totale	Canal	Ouvrage	Energie	Eau	Plafond	Cavalier	
S3	No.100	50	5,000	0.360	0.007	0.010	0.010		1.71	1.70	0.60	2.10	
	+14	14	5,014	0.360	0.007	0.003	0.003		1.70	1.70	0.60	2.10	No.14Turnout
	No.101	36	5,050	0.360	0.007	0.007	0.007		1.70	1.69	0.59	2.09	
	No.102	50	5,100	0.360	0.007	0.010	0.010		1.69	1.68	0.58	2.08	
	No.103	50	5,150	0.360	0.007	0.010	0.010		1.68	1.67	0.57	2.07	
	No.104	50	5,200	0.360	0.007	0.010	0.010		1.67	1.66	0.56	2.06	
	No.105	50	5,250	0.360	0.007	0.010	0.010		1.66	1.65	0.55	2.05	
	No.106	50	5,300	0.360	0.007	0.010	0.010		1.65	1.64	0.54	2.04	
	No.107	50	5,350	0.360	0.007	0.010	0.010		1.64	1.63	0.53	2.03	
	No.108	50	5,400	0.360	0.007	0.010	0.010		1.63	1.62	0.52	2.02	
	No.109	50	5,450	0.360	0.007	0.010	0.010		1.62	1.61	0.51	2.01	
	+35	35	5,485	0.360	0.007	0.007	0.007		1.61	1.60	0.50	2.00	No.15Turnout
	No.110	50	5,500	0.360	0.007	0.010	0.010		1.60	1.59	0.49	1.99	
	No.111	50	5,550	0.360	0.007	0.010	0.010		1.59	1.58	0.48	1.98	
	No.112	50	5,600	0.360	0.007	0.010	0.010		1.58	1.57	0.47	1.97	
	No.113	50	5,650	0.360	0.007	0.010	0.010		1.57	1.56	0.46	1.96	
	No.114	50	5,700	0.360	0.007	0.010	0.010		1.56	1.55	0.45	1.95	
	No.115	50	5,750	0.360	0.007	0.010	0.010		1.55	1.54	0.44	1.94	
	No.116	50	5,800	0.360	0.007	0.010	0.010		1.54	1.53	0.43	1.93	No.16Turnout
	No.117	50	5,850	0.360	0.007	0.010	0.010		1.53	1.52	0.42	1.92	
	No.118	50	5,900	0.360	0.007	0.010	0.010		1.52	1.51	0.41	1.91	
	No.119	50	5,950	0.360	0.007	0.010	0.010		1.51	1.50	0.40	1.90	
	No.120	50	6,000	0.360	0.007	0.010	0.010		1.50	1.49	0.39	1.89	
	No.121	50	6,050	0.360	0.007	0.010	0.010		1.49	1.48	0.38	1.88	
	+20	20	6,070	0.360	0.007	0.004	0.004		1.49	1.48	0.38	1.88	No.17Turnout
	No.122	30	6,100	0.360	0.007	0.006	0.006		1.48	1.47	0.37	1.87	
	No.123	50	6,150	0.360	0.007	0.010	0.010		1.47	1.46	0.36	1.86	
	No.124	50	6,200	0.360	0.007	0.010	0.010		1.46	1.45	0.35	1.85	
	No.125	50	6,250	0.360	0.007	0.010	0.010		1.45	1.44	0.34	1.84	
	No.126	50	6,300	0.360	0.007	0.010	0.010		1.44	1.43	0.33	1.83	
	No.127	50	6,350	0.360	0.007	0.010	0.010		1.43	1.42	0.32	1.82	No.18Turnout
	No.128	50	6,400	0.360	0.007	0.010	0.010		1.42	1.41	0.31	1.81	
	No.129	50	6,450	0.360	0.007	0.010	0.010		1.41	1.40	0.30	1.80	
	No.130	50	6,500	0.360	0.007	0.010	0.010		1.40	1.39	0.29	1.79	
	No.131	50	6,550	0.360	0.007	0.010	0.010		1.39	1.38	0.28	1.78	
	No.132	50	6,600	0.360	0.007	0.010	0.010		1.38	1.37	0.27	1.77	
	No.133	50	6,650	0.360	0.007	0.010	0.010		1.37	1.36	0.26	1.76	
	No.134	50	6,700	0.360	0.007	0.010	0.010		1.36	1.35	0.25	1.75	
	+20(E.P)	20	6,720	0.360	0.007	0.004	0.004		1.36	1.35	0.25	1.75	No.19Turnout

※ Scale: S1 = 1:10000 / S2 = 1:8000 / S3 = 1:5000

Tableau 3.10: Elévation du plan d'eau aux Points de Départ des Canaux Secondaires

Principal	Ouv.Rép.t	Niv.Eau Canal pric. (E1)	Niv. Parc.paddy (A)	Pertes de charge									A+B (E2)	E1-E2 (d1)	Niv. Eau au point de départ (E2-h)
				Canal			Ouv. de répart. (h)			Lame d'eau	Addition	Total (B)			
				Longueur	Pente	Longueur	Vanne	Sortiet	Sous total						
C1	T1	2.30	0.97	300	1,000	0.30	0.05	0.03	0.08	0.15	0.10	0.63	1.60	0.70	1.52
	T2	2.27	1.41	500	1,000	0.50	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.85	2.26	0.01	2.16
	T3	2.24	0.94	300	1,000	0.30	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.65	1.59	0.65	1.49
	T4	2.17	0.89	400	1,000	0.40	0.05	0.02	0.07	0.15	0.10	0.72	1.61	0.56	1.54
	T5	2.16	0.91	900	3,000	0.30	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.65	1.56	0.60	1.46
	T6	2.09	0.76	1,200	3,000	0.40	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.75	1.51	0.58	1.41
	T7	2.01	1.07	600	1,000	0.60	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.95	2.02	0.00	1.92
	T8	1.97	0.97	1,300	3,000	0.43	0.05	0.01	0.06	0.15	0.10	0.74	1.71	0.26	1.65
	T9	1.96	0.58	700	1,000	0.70	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	1.05	1.63	0.33	1.53
	T10	1.90	0.52	700	1,000	0.70	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	1.05	1.57	0.33	1.47
	T11	1.88	0.58	500	1,000	0.50	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.85	1.43	0.45	1.33
	T12	1.77	1.28	700	3,000	0.23	0.05	0.04	0.09	0.15		0.47	1.75	0.02	1.66
	T13	1.75	1.29	500	3,000	0.17	0.05	0.02	0.07	0.15		0.39	1.68	0.08	1.61
	T14	1.74	0.68	900	2,000	0.45	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.80	1.48	0.26	1.38
	T15	1.70	0.52	1,100	2,000	0.55	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.90	1.42	0.28	1.32
	T16	1.67	1.62	1,000	1,000	1.00	0.05	0.05	0.10	0.15		1.25	2.87	(1.20)	1.57
	T17	1.60	0.59	500	1,000	0.50	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.84	1.43	0.17	1.34
	T18	1.59	0.66	300	1,000	0.30	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.65	1.31	0.28	1.21
	T19	1.55	0.54	400	1,000	0.40	0.05	0.02	0.07	0.15	0.10	0.72	1.26	0.29	1.19
	T20	1.54	0.71	200	1,000	0.20	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.54	1.25	0.29	1.16
	T21	1.50	1.72	800	1,000	0.80	0.05	0.04	0.09	0.15		1.04	2.76	(1.26)	1.41
C2	T1	2.42	1.02	900	1,000	0.90	0.05	0.01	0.06	0.15	0.10	1.21	2.23	0.19	2.17
	T2	2.37	0.92	200	1,000	0.20	0.05	0.02	0.07	0.15	0.10	0.52	1.44	0.93	1.37
	T3	2.33	0.82	200	1,000	0.20	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.55	1.37	0.96	1.27
	T4	2.27	0.48	200	1,000	0.20	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.55	1.03	1.24	0.93
	T5	2.18	0.75	300	1,000	0.30	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.65	1.40	0.78	1.30
	T6	2.03	1.18	600	1,000	0.60	0.05	0.01	0.06	0.15	0.03	0.84	2.02	0.01	1.96
	T7	1.99	0.81	300	1,000	0.30	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.65	1.46	0.53	1.36
	T8	1.97	0.90	200	1,000	0.20	0.05	0.03	0.08	0.15	0.10	0.53	1.43	0.54	1.35
	T9	1.94	1.10	1,100	2,000	0.55	0.05	0.05	0.10	0.15	0.03	0.83	1.93	0.01	1.83
	T10	1.93	1.78	200	1,000	0.20	0.05	0.05	0.10	0.15		0.45	2.23	(0.30)	1.83
	T11	1.88	1.09	900	2,000	0.45	0.05	0.05	0.10	0.15	0.09	0.79	1.88	0.00	1.78
	T12	1.88	1.12	300	1,000	0.30	0.05	0.04	0.09	0.15	0.02	0.56	1.68	0.20	1.59
	T13	1.80	1.25	1,300	1,000	1.30	0.05	0.05	0.10	0.15		1.55	2.80	(1.00)	1.70
	T14	1.80	1.22	300	1,000	0.30	0.05	0.04	0.09	0.15	0.04	0.58	1.80	0.00	1.71
	T15	1.70	1.63	1,000	2,000	0.50	0.05	0.01	0.06	0.15		0.71	2.34	(0.64)	1.64
	T16	1.70	0.83	200	1,000	0.20	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.55	1.38	0.32	1.28
	T17	1.57	1.05	200	2,000	0.10	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.45	1.50	0.07	1.40
	T18	1.35	1.04	100	2,000	0.05	0.05	0.05	0.10	0.15		0.30	1.34	0.01	1.24

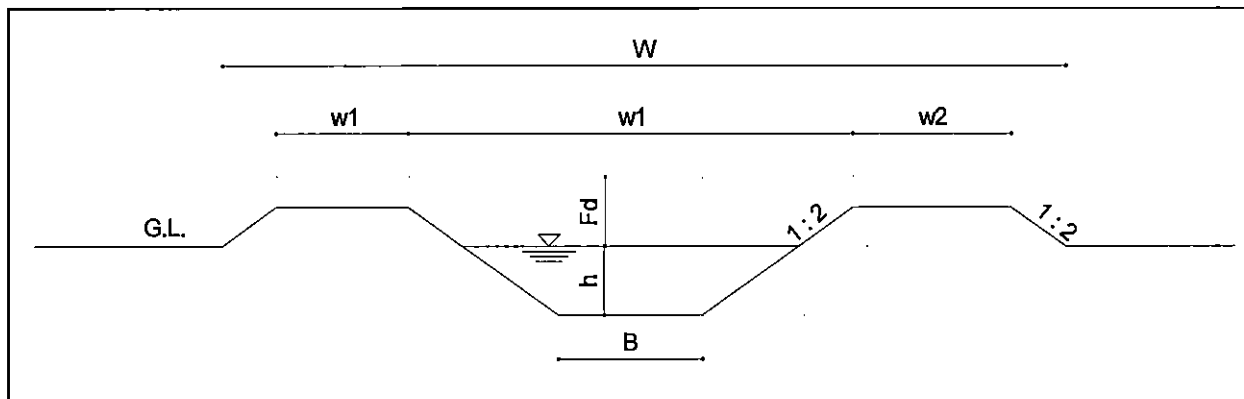
Principal	Ouv.Répt	Niv.Eau	Niv.	Pertes de charge									A+B (E2)	E1-E2 (d1)	Niv. Eau au point de départ
		Canal pric. (E1)	Parc.paddy (A)	Canal			Ouv. de répart. (h)			Lame d'eau	Addition	Total (B)			
				Longueur	Pente	Longueur	Vanne	Sortier	Sous						
C3	T1	2.34	1.07	300	1,000	0.30	0.05	0.02	0.07	0.15	0.10	0.62	1.69	0.65	1.62
	T2	2.27	1.04	600	1,000	0.60	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.94	1.98	0.29	1.89
	T3	2.26	1.00	500	1,000	0.50	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.85	1.85	0.41	1.75
	T4	2.21	0.90	200	1,000	0.20	0.05	0.02	0.07	0.15	0.10	0.52	1.42	0.79	1.35
	T5	2.19	1.00	500	1,000	0.50	0.05	0.02	0.07	0.15	0.10	0.82	1.82	0.37	1.75
	T6	2.14	0.68	200	1,000	0.20	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.54	1.22	0.92	1.13
	T7	2.09	0.75	300	1,000	0.30	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.64	1.39	0.70	1.30
	T8	2.06	1.08	200	1,000	0.20	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.55	1.63	0.43	1.53
	T9	2.00	0.93	300	1,000	0.30	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.64	1.57	0.43	1.48
	T10	1.98	0.57	1,200	2,000	0.60	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.94	1.51	0.47	1.42
	T11	1.88	0.81	900	2,000	0.45	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.79	1.60	0.28	1.51
	T12	1.84	0.61	600	1,000	0.60	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.94	1.55	0.29	1.46
	T13	1.75	0.75	700	1,000	0.70	0.05	0.04	0.09	0.15	0.06	1.00	1.75	0.00	1.66
	T14	1.71	0.71	400	1,000	0.40	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.74	1.45	0.26	1.36
	T15	1.68	0.66	700	1,000	0.70	0.05	0.05	0.10	0.15	0.07	1.02	1.68	0.00	1.58
	T16	1.52	0.52	600	1,000	0.60	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.95	1.47	0.05	1.37
	T17	1.42	1.00	1,000	1,000	1.00	0.05	0.04	0.09	0.15		1.24	2.24	(0.82)	2.15
	T18	1.32	0.72	800	1,000	0.80	0.05	0.03	0.08	0.15		1.03	1.75	(0.43)	1.67
	T19	1.23	0.21	1,000	2,000	0.50	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.84	1.05	0.18	0.96
C4	T1	2.30	0.75	500	1,000	0.50	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.84	1.59	0.71	1.50
	T2	2.18	0.88	200	1,000	0.20	0.05	0.02	0.07	0.15	0.10	0.52	1.40	0.78	1.33
	T3	2.16	0.40	500	1,000	0.50	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.85	1.25	0.91	1.15
	T4	2.15	1.25	600	1,000	0.60	0.05	0.05	0.10	0.15	0.05	0.90	2.15	(0.00)	2.05
	T5	2.14	0.95	500	1,000	0.50	0.05	0.05	0.10	0.15	0.10	0.85	1.80	0.34	1.70
	T6	2.06	0.90	200	1,000	0.20	0.05	0.04	0.09	0.15	0.10	0.54	1.44	0.62	1.35
	T7	1.99	0.34	400	1,000	0.40	0.05	0.03	0.08	0.15	0.03	0.66	1.00	0.99	0.92
	T8	1.94	1.24	900	2,000	0.45	0.05	0.05	0.10	0.15		0.70	1.94	(0.00)	1.84
	T9	1.89	0.88	800	1,000	0.80	0.05	0.01	0.06	0.15		1.01	1.89	0.00	1.83
	T10	1.89	0.91	1,300	1,000	1.30	0.05	0.04	0.09	0.15		1.54	2.45	(0.56)	2.36
	T11	1.85	0.50	500	1,000	0.50	0.05	0.02	0.07	0.15	0.03	0.75	1.25	0.60	1.18
	T12	1.81	0.87	1,100	1,000	1.10	0.05	0.05	0.10	0.15		1.35	2.22	(0.41)	2.12
	T13	1.80	0.78	300	1,000	0.30	0.05	0.05	0.10	0.15	0.08	0.63	1.41	0.39	1.31
	T14	1.70	1.04	800	2,000	0.40	0.05	0.05	0.10	0.15		0.65	1.69	0.01	1.59
	T15	1.60	0.82	300	1,000	0.30	0.05	0.02	0.07	0.15	0.07	0.59	1.41	0.19	1.34
	T16	1.53	1.09	200	1,000	0.20	0.05	0.04	0.09	0.15		0.44	1.53	0.00	1.44
	T17	1.48	0.80	1,200	1,000	1.20	0.05	0.05	0.10	0.15		1.45	2.25	(0.77)	2.15
	T18	1.42	1.10	700	1,000	0.70	0.05	0.05	0.10	0.15		0.95	2.05	(0.63)	1.95
	T19	1.35	0.65	900	2,000	0.45	0.05	0.05	0.10	0.15		0.70	1.35	(0.00)	1.25

### 3.7 Calculs Hydrauliques des Canaux d'Irrigation

#### 3.7.1 Coupe Transversale (Section) des Canaux

Les calculs hydrauliques de la section des canaux d'irrigation sont faits sur la base de la surface irriguée et des normes pour la conception du système d'irrigation (Voir Fig. 3.2). La formule de Manning est utilisée pour calculer la vitesse moyenne d'écoulement. En procédant par essai pour calculer le débit et la section d'écoulement des canaux, les sections d'écoulement pour différents canaux sont calculées, 15 sections pour canaux principaux d'irrigation, 250 sections pour canaux secondaires comme indiqué dans le Tableau 3.14, et 122 sections pour canaux tertiaires sont indiquées dans le Tableau 3. 15.

Fig. 3.3: Section Standard (Section Type) d'un Canal d'Irrigation



#### (1) Vitesse Moyenne et Débit

- Vitesse moyenne dans un canal en terre (Formule de Manning)

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

où,  $V$  : Vitesse moyenne (m/s)

$n$  : Coefficient de rugosité (Voir Tableau 3.11)

$R$  : Rayon hydraulique (Section d'écoulement (A)/Périmètre mouillé (P))

$I$  : Gradient hydraulique

- Débit

$$Q = A \times V,$$

où,  $Q$ : Débit (m<sup>3</sup>/s)

$V$ : Vitesse moyenne (m/s)

Tableau 3.11: Coefficient de Rugosité

Description	Coefficient de rugosité (n)	Remarques
Canaux en terre	0.033	Généralement 0.025, mais 0.033 sur le terrain.
Canaux en béton	0.015	
Surfaçage béton (Mortier)	0.014	
Conduite en béton (Général)	0.015	
Conduite en béton lisse	0.013	

### 3.7.2 Revanche

La revanche dans un canal en terre dépend de la profondeur du canal et de la vitesse d'écoulement, et est déterminée en considérant des critères locaux comme indiqué dans le Tableau 3.12.

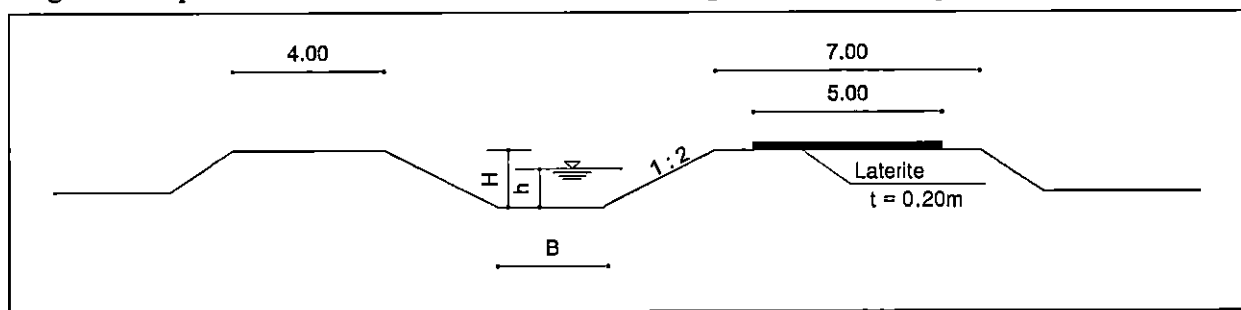
Tableau 3.12: Normes de Revanches pour Canaux en Terre

Description	Surface irriguée (A)	Débit (Q)	Revanche (Fd)	Remarques
Canaux principaux d'irrigation	1,000ha or more	3.5 m <sup>3</sup> /sec or more	0.6 m	
	1,000ha or less	3.5 m <sup>3</sup> /sec or less	0.5 m	
	200ha or less	0.7 m <sup>3</sup> /sec or less	0.3~0.4 m	
Canaux secondaires/ tertiaires		-	0.3~0.4 m	

### 3.7.3 Pistes d'Entretien lelong des Canaux Principaux

Les pistes d'entretien longeant les canaux principaux fonctionnent comme pistes d'exploitation principales et sont connectées aux pistes d'exploitation locales dans la zone du projet. La piste de gauche aura une largeur de 4 m, alors que la piste de droite, d'une largeur de 7 m et qui est revêtue de latérite (épaisseur=20 cm, largeur=5 m), est destinée à la circulation de véhicules et machines agricoles même les jours de pluie. Elles sont connectées aux pistes d'entretien longeant les canaux de drainage et à la route nationale adjacente, facilitant le transport des produits et la maintenance des ouvrages..

Fig. 3.4: Coupe Transversale d'une Piste d'Entretien lelong d'un Canal Principal



### 3.7.4 Coupe Transversale d'un Canal d'Irrigation

La section du canal est determine en considérant les calculs hydrauliques, la revance et la piste d'entretien.

Les profils en travers du canal principal No. 1 sont au nombre de 6, et 3 pour chacun des canaux principaux No. 2, No. 3 et No. 4, faisant 15 coupes au total (Voir Tableau 3.14). Dix neuf (19) sections standard de canaux secondaires partant d'ouvrages de répartition sont déterminées comme indiqué dans le Tableau 3.15, sur la base du calcul hydraulique présenté au Tableau 3.13. Sept (7) sections standard de canaux tertiaires sont également déterminées pour 250 lignes de canaux tertiaires comme indiqué dans le Tableau 3.13.



Tableau 3.13: Dimensions des Canaux d'Irrigation Secondaires par Type

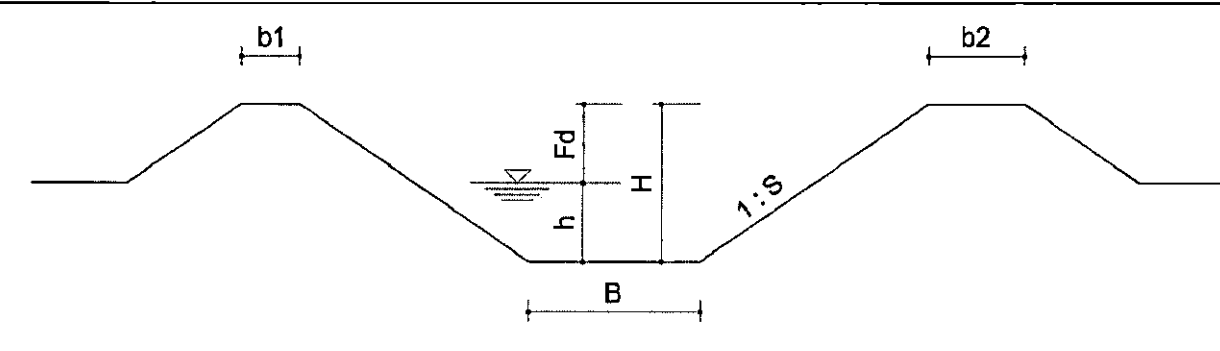
									
Type	Nb.de Lignes	Paramètres							Lignes Tertiaires.
		*B	h	s	Fd	H	b1	b2	
1	66	3.00	0.30	1 : 1.5	0.30	0.60	0.30	0.50	242
2	8		0.40	1 : 1.5	0.30	0.70	0.30	0.50	2
3	12	0.40	0.30	1 : 1.5	0.30	0.60	0.30	0.50	2
4	8		0.40	1 : 1.5	0.30	0.70	0.30	0.50	1
5	4	0.50	0.30	1 : 1.5	0.30	0.60	0.30	0.50	1
6	4		0.40	1 : 1.5	0.30	0.70	0.30	0.50	1
7	1		0.5	1 : 1.5	0.30	0.80	0.30	0.50	1
8	2	0.60	0.40	1 : 1.5	0.40	0.80	0.30	0.50	
9	1		0.50	1 : 1.5	0.40	0.90	0.30	0.50	
10	1		0.60	1 : 1.5	0.40	1.00	0.30	0.50	
11	1	0.70	0.40	1 : 1.5	0.40	0.80	0.30	0.50	
12	2		0.50	1 : 1.5	0.40	0.90	0.30	0.50	
13	1		0.60	1 : 1.5	0.40	1.00	0.30	0.50	
14	3	0.80	0.50	1 : 1.5	0.40	0.90	0.30	0.50	
15	3		0.60	1 : 1.5	0.40	1.00	0.30	0.50	
16	2	0.90	0.40	1 : 1.5	0.40	0.80	0.30	0.50	
17	1		0.60	1 : 1.5	0.40	1.00	0.30	0.50	
18	1	1.00	0.70	1 : 1.5	0.40	1.10	0.30	0.50	
19	1	1.30	0.70	1 : 1.5	0.40	1.10	0.30	0.50	
Total	122								250

Tableau 3.14: Calculs Hydrauliques pour Canaux d'Irrigation Principaux

Canal	Description		Superf. (ha)	Q1 (m <sup>3</sup> /s)	A					v					Q2 (m <sup>3</sup> /s)	Paramètres					
					B	b	h	s	A	p	R <sup>2/3</sup>	1/i	1/n	v		Fd	H	b1	b2	w	W
Canal Principal No.1	S1	No.1 Flume	3,300	11.55	10.0	10	1.80	0	18.00	13.60	1.205	15,000	67	0.659	11.87	0.5	2.30	4.00	7.00	10	24.0
		Earth Canal	3,300	11.55	15.0	22.2	1.80	2	33.48	23.05	1.283	15,000	33	0.349	11.69	0.6	2.40	4.00	7.00	24.6	38.6
	S2	Check Gate	2,475	8.66	6.0		1.50		9.00					0.963	8.66		1.50	4.00	7.00	6	20.0
		Earth Canal	2,475	8.66	11.0	17.4	1.60	2	22.72	18.16	1.161	10,000	33	0.387	8.79	0.6	2.20	4.00	7.00	19.8	33.8
		Wallow	2,475	8.66	7.0	26.2	1.60	6	26.56	26.46	1.002	10,000	33	0.334	8.87	0.6	2.20	4.00	7.00	33.4	47.4
	S3	Earth Canal	1,783	6.24	9.0	15	1.50	2	18.00	15.71	1.095	10,000	33	0.365	6.57	0.6	2.10	4.00	7.00	17.4	31.4
	S4	No.1 Culvert	999	3.50	4.0		1.00		4.00					0.874	3.50		1.00	4.00	7.00	4	18.0
		Earth Canal	999	3.50	5.0	10.6	1.40	2	10.92	11.26	0.980	10,000	33	0.327	3.57	0.6	2.00	4.00	7.00	13	27.0
	S5	No.2 Culvert	684	2.39	4.0		0.80		3.20					0.748	2.39		0.80	4.00	7.00	4	18.0
		Earth Canal	684	2.39	4.0	8.8	1.20	2	7.68	9.37	0.876	8,000	33	0.326	2.51	0.5	1.70	4.00	7.00	10.8	24.8
	S6	No.2 Flume	404	1.42	2.5	2.5	1.00	0	2.50	4.50	0.676	6,000	67	0.585	1.46	0.3	1.30	4.00	7.00	2.5	16.5
		Canal en Terre	404	1.42	2.5	6.5	1.00	2	4.50	6.97	0.747	6,000	33	0.321	1.45	0.3	1.30	4.00	7.00	7.7	21.7

Canal	Description		Superf. (ha)	Q1 (m <sup>3</sup> /s)	A					v					Q2 (m <sup>3</sup> /s)	Paramètres					
					B	b	h	s	A	p	R <sup>2/3</sup>	1/i	1/n	v		Fd	H	b1	b2	w	W
Princ.No.2	S1	D. Structure	825	2.89	4.2		1.00		4.20					0.687	2.89						
		No.1 Culvert	825	2.89	4.0		1.20		4.80					0.601	2.89		1.20	4.00	7.00	4	18.0
		Earth Canal	825	2.89	5.0	10.2	1.30	2	9.88	10.81	0.942	10,000	33	0.314	3.10	0.6	1.90	4.00	7.00	12.6	26.6
	S2	No.2 Culvert	668	2.34	3.0		1.00		3.00					0.779	2.34		1.00	4.00	7.00	3	17.0
		Earth Canal	668	2.34	4.0	8.8	1.20	2	7.68	9.37	0.876	8,000	33	0.326	2.51	0.5	1.70	4.00	7.00	10.8	24.8
	S3	Earth Canal	196	0.69	2.0	5.2	0.80	2	2.88	5.58	0.644	6,000	33	0.277	0.80	0.5	1.30	4.00	7.00	7.2	21.2
Princ.No.3	S1	D. Structure	693	2.43	4.2		0.90		3.78					0.642	2.43						
		No.1 Culvert	693	2.43	4.0		1.20		4.80		6.000			0.505	2.43		1.20	4.00	7.00	4	18.0
		Earth Canal	693	2.43	5.0	9.8	1.20	2	8.88	10.37	0.902	10,000	33	0.301	2.67	0.5	1.70	4.00	7.00	11.8	25.8
	S2	Earth Canal	349	1.22	2.5	6.5	1.00	2	4.50	6.97	0.747	6,000	33	0.321	1.45	0.5	1.50	4.00	7.00	8.5	22.5
	S3	Earth Canal	191	0.67	1.5	4.3	0.70	2	2.03	4.63	0.577	3,000	33	0.351	0.71	0.4	1.10	4.00	7.00	5.9	19.9
Princ.No.4	S1	D. Structure	784	2.74	4.2		1.00		4.20					0.653	2.74						
		Earth Canal	784	2.74	6.0	10.8	1.20	2	10.08	11.37	0.923	10,000	33	0.308	3.10	0.5	1.70	4.00	7.00	12.8	26.8
	S2	NO.1 Flume	587	2.05	3.1	3.1	1.20	0	3.72	5.50	0.771	8,000	67	0.577	2.15	0.5	1.70	4.00	7.00	3.1	17.1
		Earth Canal	587	2.05	3.5	8.3	1.20	2	7.08	8.87	0.861	8,000	33	0.321	2.27	0.5	1.70	4.00	7.00	10.3	24.3
	S3	Earth Canal	402	1.41	2.0	6.4	1.10	2	4.62	6.92	0.764	5,000	33	0.360	1.66	0.4	1.50	4.00	7.00	8	22.0

Tableau 3.15: Calculs Hydrauliques des Canaux Secondaires d'Irrigation

Canal Principal	Ouv.de Répart.	CanauxSecondaires	Surf. (ha)	Q1 (m³/s)	A					v					Q2 (m³/s)	Paramètre					
					B	b	h	s	A	p	R <sup>2/3</sup>	l/i	l/n	v		Fd	H	b1	b2	w	W
Canal Princ. No. 1	T 1	C1-1-1	4.02	0.01	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C1-1-2	6.03	0.02	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C1-1-3	10.05	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 2	C1-2	29.39	0.10	0.3	1.5	0.40	1.5	0.36	1.74	0.350	1,000	33	0.368	0.13	0.3	0.70	0.30	0.50	2.4	6.2
	T 3	C1-3-1	14.72	0.05	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C1-3-2	9.81	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 4	C1-4-1	5.61	0.02	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C1-4-2	5.61	0.02	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C1-4-3	5.61	0.02	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C1-4-4	11.22	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 5	C1-5	81.82	0.29	0.8	2.6	0.60	1.5	1.02	2.96	0.491	2,000	33	0.366	0.37	0.4	1.00	0.30	0.50	3.8	7.6
	T 6	C1-6	130.76	0.46	1.0	3.1	0.70	1.5	1.44	3.52	0.549	3,000	33	0.334	0.48	0.4	1.10	0.30	0.50	4.3	8.1
	T 7	C1-7	49.94	0.17	0.6	1.8	0.40	1.5	0.48	2.04	0.381	1,000	33	0.401	0.19	0.3	0.70	0.30	0.50	2.7	6.5
	T 8	C1-8	162.40	0.57	1.3	3.4	0.70	1.5	1.65	3.82	0.570	3,000	33	0.347	0.57	0.4	1.10	0.30	0.50	4.6	8.4
	T 9	C1-9	21.64	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0
	T 10	C1-10	23.74	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0
	T 11	C1-11-1	13.12	0.05	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C1-11-2	2.19	0.01	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C1-11-3	6.56		0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 12	C1-12-1	16.50	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C1-12-2	27.50	0.10	0.4	1.6	0.40	1.5	0.40	1.84	0.361	1,000	33	0.381	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.5	6.3
		C1-12-3	11.00	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 13	C1-13	8.97	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9

Canal Principal	Ouv.de Répart.	Canaux Secondaires	Surf. (ha)	Q1 (m³/s)	A					v					Q2 (m³/s)	Paramètre					
					B	b	h	s	A	p	R <sup>2/3</sup>	1/i	1/n	v		Fd	H	b1	b2	w	W
Canal Princ. No. 1	T 14	C1-14	59.03	0.21	0.7	2.2	0.50	1.5	0.73	2.50	0.438	2,000	33	0.326	0.24	0.4	0.90	0.30	0.50	3.4	7.2
	T 15	C1-15	86.54	0.30	0.7	2.5	0.60	1.5	0.96	2.86	0.483	2,000	33	0.360	0.35	0.4	1.00	0.30	0.50	3.7	7.5
	T 16	C1-16	30.74	0.11	0.4	1.6	0.40	1.5	0.40	1.84	0.361	1,000	33	0.381	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.5	6.3
	T 17	C1-17-1	22.49	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0
	T 18	C1-17-2	9.64	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 19	C1-18	38.84	0.14	0.4	1.6	0.40	1.5	0.40	1.84	0.361	1,000	33	0.381	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.5	6.3
	T 20	C1-19	8.49	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 21	C1-20	27.79	0.10	0.4	1.6	0.40	1.5	0.40	1.84	0.361	1,000	33	0.381	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.5	6.3
Canal Princ. No. 2	T 21	C1-21-1	22.76	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0
	T 21	C1-21-2	34.13	0.12	0.4	1.6	0.40	1.5	0.40	1.84	0.361	1,000	33	0.381	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.5	6.3
	T 1	C2-1	22.89	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0
	T 2	C2-2-1	3.76	0.01	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 2	C2-2-2	7.51	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 2	C2-2-3	7.51	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 3	C2-3-1	14.28	0.05	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 3	C2-3-2	21.43	0.07	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0
Canal Princ. No. 2	T 4	C2-4-1	26.24	0.09	0.3	1.5	0.40	1.5	0.36	1.74	0.350	1,000	33	0.368	0.13	0.3	0.70	0.30	0.50	2.4	6.2
	T 4	C2-4-2	26.24	0.09	0.3	1.5	0.40	1.5	0.36	1.74	0.350	1,000	33	0.368	0.13	0.3	0.70	0.30	0.50	2.4	6.2
	T 5	C2-5-1	18.96	0.07	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 5	C2-5-2	8.12	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 6	C2-6-1	6.02	0.02	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 6	C2-6-2	6.02	0.02	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 7	C2-7-1	26.71	0.09	0.3	1.5	0.40	1.5	0.36	1.74	0.350	1,000	33	0.368	0.13	0.3	0.70	0.30	0.50	2.4	6.2
	T 7	C2-7-2	11.45	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
Canal Princ. No. 2	T 8	C2-8	10.95	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9

Canal Principal	Ouv.de Répart.	Canaux Secondaires	Surf. (ha)	Q1 (m³/s)	A					v					Q2 (m³/s)	Paramètre						
					B	b	h	s	A	p	R <sup>2/3</sup>	1/i	1/n	v		Fd	H	b1	b2	w	W	
Canal Princ. No. 2	T 9	C2-9	65.89	0.23	0.7	2.2	0.50	1.5	0.73	2.50	0.438	2,000	33	0.326	0.24	0.4	0.90	0.30	0.50	3.4	7.2	
	T 10	C2-10	18.34	0.06	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0	
	T 11	C2-11	72.52	0.25	0.8	2.3	0.50	1.5	0.78	2.60	0.446	2,000	33	0.332	0.26	0.4	0.90	0.30	0.50	3.5	7.3	
	T 12	C2-12-1	18.02	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
		C2-12-2	12.02	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
	T 13	C2-13	55.35	0.19	0.7	1.9	0.40	1.5	0.52	2.14	0.389	1,000	33	0.410	0.21	0.3	0.70	0.30	0.50	2.8	6.6	
Canal Princ. No. 3	T 14	C2-14-1	16.58	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
		C2-14-2	16.58	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
	T 15	C2-15	102.28	0.36	0.8	2.6	0.60	1.5	1.02	2.96	0.491	2,000	33	0.366	0.37	0.4	1.00	0.30	0.50	3.8	7.6	
	T 16	C2-16-1	13.03	0.05	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
		C2-16-2	19.54	0.07	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
	T 17	C2-17-1	82.68	0.29	0.6	2.4	0.60	1.5	0.90	2.76	0.473	2,000	33	0.353	0.32	0.4	1.00	0.30	0.50	3.6	7.4	
		C2-17-2	35.44	0.12	0.4	1.6	0.40	1.5	0.40	1.84	0.361	1,000	33	0.381	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.5	6.3	
		C2-18-1	54.78	0.19	0.6	2.1	0.50	1.5	0.68	2.40	0.429	2,000	33	0.320	0.22	0.4	0.90	0.30	0.50	3.3	7.1	
	T 18	C2-18-2	7.83	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
		C2-18-3	15.65	0.05	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
		C3-1-1	5.36	0.02	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
	T 1	C3-1-2	8.04	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
Canal Princ. No. 3	T 2	C3-2-1	22.26	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0	
		C3-2-2	22.26	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0	
	T 3	C3-3	38.05	0.13	0.4	1.6	0.40	1.5	0.40	1.84	0.361	1,000	33	0.381	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.5	6.3	
	T 4	C3-4	27.17	0.10	0.3	1.5	0.40	1.5	0.36	1.74	0.350	1,000	33	0.368	0.13	0.3	0.70	0.30	0.50	2.4	6.2	
	T 5	C3-5	9.40	0.03	0.3	1.5	0.40	1.5	0.36	1.74	0.350	1,000	33	0.368	0.13	0.3	0.70	0.30	0.50	2.4	6.2	
		C3-6-1	7.61	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
	T 6	C3-6-2	19.03	0.07	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	
		C3-6-3	11.42	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9	

Canal Principal	Ouv.de Répart.	Canaux Secondaires	Surf. (ha)	Q1 (m³/s)	A					v					Q2 (m³/s)	Paramètre					
					B	b	h	s	A	p	R <sup>2/3</sup>	1/i	1/n	v		Fd	H	b1	b2	w	W
Canal Princ. No. 3	T 7	C3-7	28.62	0.10	0.3	1.5	0.40	1.5	0.36	1.74	0.350	1,000	33	0.368	0.13	0.3	0.70	0.30	0.50	2.4	6.2
	T 8	C3-8-1	11.73	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C3-8-2	11.73	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 9	C3-9	22.30	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0
	T10	C3-10	98.75	0.35	0.8	2.6	0.60	1.5	1.02	2.96	0.491	2,000	33	0.366	0.37	0.4	1.00	0.30	0.50	3.8	7.6
	T11	C3-11	41.35	0.14	0.7	1.9	0.40	1.5	0.52	2.14	0.389	2,000	33	0.290	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.8	6.6
	T12	C3-12	16.96	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T13	C3-13	16.19	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T14	C3-14-1	17.80	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C3-14-2	41.54	0.15	0.5	1.7	0.40	1.5	0.44	1.94	0.372	1,000	33	0.392	0.17	0.3	0.70	0.30	0.50	2.6	6.4
	T15	C3-15	24.44	0.09	0.5	1.4	0.30	1.5	0.29	1.58	0.319	1,000	33	0.336	0.10	0.3	0.60	0.30	0.50	2.3	6.1
	T16	C3-16	44.20	0.15	0.5	1.7	0.40	1.5	0.44	1.94	0.372	1,000	33	0.392	0.17	0.3	0.70	0.30	0.50	2.6	6.4
	T17	C3-17-1	26.61	0.09	0.5	1.4	0.30	1.5	0.29	1.58	0.319	1,000	33	0.336	0.10	0.3	0.60	0.30	0.50	2.3	6.1
		C3-17-2	11.41	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T18	C3-18	10.07	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T19	C3-19-1	49.32	0.17	0.9	2.1	0.40	1.5	0.60	2.34	0.403	2,000	33	0.301	0.18	0.3	0.70	0.30	0.50	3	6.8
		C3-19-2	49.32	0.17	0.9	2.1	0.40	1.5	0.60	2.34	0.403	2,000	33	0.301	0.18	0.3	0.70	0.30	0.50	3	6.8
Canal Princ. No. 4	T 1	C4-1-1	7.63	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C4-1-2	17.81	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 2	C4-2-1	7.53	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C4-2-2	7.53	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 3	C4-3	18.65	0.07	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 4	C4-4-1	43.86	0.15	0.5	1.7	0.40	1.5	0.44	1.94	0.372	1,000	33	0.392	0.17	0.3	0.70	0.30	0.50	2.6	6.4
		C4-4-2	43.86	0.15	0.5	1.7	0.40	1.5	0.44	1.94	0.372	1,000	33	0.392	0.17	0.3	0.70	0.30	0.50	2.6	6.4
	T 5	C4-5	20.08	0.07	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9

Canal Principal	Ouv.de Répart.	Canaux Secondaires	Surf. (ha)	Q1 (m³/s)	A					v					Q2 (m³/s)	Paramètre					
					B	b	h	s	A	p	R <sup>2/3</sup>	1/i	1/n	v		Fd	H	b1	b2	w	W
Canal Princ. No. 4	T 6	C4-6-1	11.58	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C4-6-2	71.31	0.25	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C4-6-3	6.11	0.02	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 7	C4-7-1	11.58	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C4-7-2	11.58	0.04	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T 8	C4-8	71.31	0.25	0.8	2.3	0.50	1.5	0.78	2.60	0.446	2,000	33	0.332	0.26	0.4	0.90	0.30	0.50	3.5	7.3
	T 9	C4-9	5.18	0.02	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T10	C4-10-1	17.96	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C4-10-2	41.92	0.15	0.4	1.6	0.40	1.5	0.40	1.84	0.361	1,000	33	0.381	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.5	6.3
	T11	C4-11-1	7.37	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C4-11-2	7.37	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C4-11-3	9.83	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T12	C4-12	40.38	0.14	0.4	1.6	0.40	1.5	0.40	1.84	0.361	1,000	33	0.381	0.15	0.3	0.70	0.30	0.50	2.5	6.3
	T13	C4-13-1	23.69	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0
		C4-13-2	23.69	0.08	0.4	1.3	0.30	1.5	0.26	1.48	0.309	1,000	33	0.326	0.08	0.3	0.60	0.30	0.50	2.2	6.0
	T14	C4-14	68.92	0.24	0.8	2.3	0.50	1.5	0.78	2.60	0.446	2,000	33	0.332	0.26	0.4	0.90	0.30	0.50	3.5	7.3
	T15	C4-15-1	8.06	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
		C4-15-2	8.06	0.03	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T16	C4-16	16.11	0.06	0.3	1.2	0.30	1.5	0.23	1.38	0.298	1,000	33	0.314	0.07	0.3	0.60	0.30	0.50	2.1	5.9
	T17	C4-17	24.28	0.08	0.5	1.4	0.30	1.5	0.29	1.58	0.319	1,000	33	0.336	0.10	0.3	0.60	0.30	0.50	2.3	6.1
	T18	C4-18	54.81	0.19	0.5	2	0.50	1.5	0.63	2.30	0.419	2,000	33	0.312	0.20	0.4	0.90	0.30	0.50	3.2	7.0
	T19	C4-19-1	26.89	0.09	0.5	1.4	0.30	1.5	0.29	1.58	0.319	1,000	33	0.336	0.10	0.3	0.60	0.30	0.50	2.3	6.1
		C4-19-2	107.58	0.38	0.9	2.7	0.60	1.5	1.08	3.06	0.499	2,000	33	0.372	0.40	0.4	1.00	0.30	0.50	3.9	7.7



### 3.8 Ouvrages sur Canaux d'Irrigation

Les ouvrages sur canaux d'irrigation sont les vannes de controle, les partiteurs principaux, les ouvrages de répartition, les dalots, les principaux ouvrages de franchissement, etc. et la situation est indiquée dans le Tableau 3.16.

Tableau 3.16: Ouvrages sur canaux d'irrigation

Ouvrage	Vannes de contrôle	Partiteurs principaux	Ouvrages de répartition	Dalots	Ouvrages princip. de franchise.	Total
CPI No.1	1		21	2	2	
CSI/CTI			73			
CPI No.2		1	18	2		
CSI/CTI			63			
CPI No.3		1	19	3		
CSI/CTI			60			
CPI No.4		1	19		1	
CSI/CTI			63			
CPI	1	3	77	7	3	
CSI/CTI	0	0	259	0	0	
Total	1	3	336	7	3	350

※MIC = Main Irrigation Canal / SIC = Secondary Irrigation Canal / TIC = Tertiary Irrigation Canal

#### 3.8.1 Partiteurs Principaux & autres Ouvrages de Répartition

Les partiteurs principaux répartissent l'eau du canal principal No. 1 vers d'autres canaux principaux. Il y a 3 partiteurs principaux comme indiqué dans le Tableau 3.16. Les ouvrages de répartition partagent l'eau des canaux principaux aux canaux secondaires. Il y a 21 ouvrages de repartition sur le canal principal No. 1, 18 sur le canal principal No. 2, 19 sur le canal principal No. 3 et 19 sur le canal principal No. 4, faisant 77 ouvrages de répartition au total.

En principe, un revêtement en béton est fait sur 5 m à l'amont et à l'aval des partiteurs principaux et des ouvrages de répartition sur les canaux principaux, et 3 m de perré maçonné pour les canaux secondaires et tertiaires.

### (1) Partiteurs Principaux

Les partiteurs principaux sont situés aux points de départ des canaux principaux No. 2, No. 3 et No. 4, ces canaux partant du canal principal No. 1. Le partiteur principal est un ouvrage en forme de dalot, et les dimensions de la caisse sont indiquées dans le Tableau 3.17 (Voir Tableau 3.14 pour les calculs hydrauliques). Les plans d'eau prévus et les dimensions des canaux principaux No. 2, No. 3 et No. 4 sont indiqués dans le Tableau 3.18.

Tableau 3.17: Partiteurs Principaux

Partiteur Principal	Canaux principaux	Point de divergence	Dimensions caisse				Remarques
			Largeur (B)	Hauteur (H)	ea	Longueur(L)	
D1	CPI No. 2	Princ.No. 1 No. 2+46	2.10	1.00	2	4	
D2	CPI No. 3	Princ.No. 1 No. 7+30	2.10	0.90	2	4	
D3	CPI No. 4	Princ.No. 1 No. 18+40	2.10	1.00	2	4	

Tableau 3.18: Dimensions des partiteurs principaux

Dimensions des partiteurs principaux											
Partiteur principal	Canal principal d'irrigation	Niveau d'eau			Niveau plafond			Crête cavalier		B	H
		E1	E2	$\Delta h$	E3	E4	d	H1	H2	Largeur base	
		Entrée	Sortie		Entrée	Sortie	Diff.	Entrée	Sortie	Sortie	
D1	C2	2.49	2.43	0.06	0.69	1.13	0.44	2.40	1.90	5.00	1.00
D2	C3	2.40	2.35	0.05	0.80	1.15	0.35	2.20	1.70	5.00	0.90
D3	C4	2.35	2.30	0.05	0.85	1.10	0.25	2.10	1.70	6.00	1.00

### (2) Ouvrage de répartition

Il y a au total 77 ouvrages de répartition, 21 sur le canal principal No. 1, 18 sur le canal principal No. 2, 19 sur le canal principal No. 3 et 19 sur le canal principal No. 4. Les dimensions de l'entrée et de la sortie, les calculs hydrauliques, et les niveaux d'eau sont donnés ci-dessous.

- Calculs hydrauliques de l'entrée des ouvrages de répartition

Les calculs hydrauliques de l'entrée des ouvrages de répartition sont donnés au Tableau 3.21.

$$Q = A \times V$$

$$V = \{2gh/(1+f_i+f \times L/R)\}^{1/2}$$

où,  $f_i = 0.15$  (Section circulaire)

$$f = 0.003 \times a(1 + b/R): \quad a = 0.00316(\text{Béton})$$

$$b = 0.0305$$

$$R = D/4$$

- **Caculs hydrauliques de la sortie des ouvrages de répartition**

Les calculs hydrauliques de la sortie des ouvrages de répartition (Section rectangulaire: B·H) sont donnés dans le Tableau 3.22.

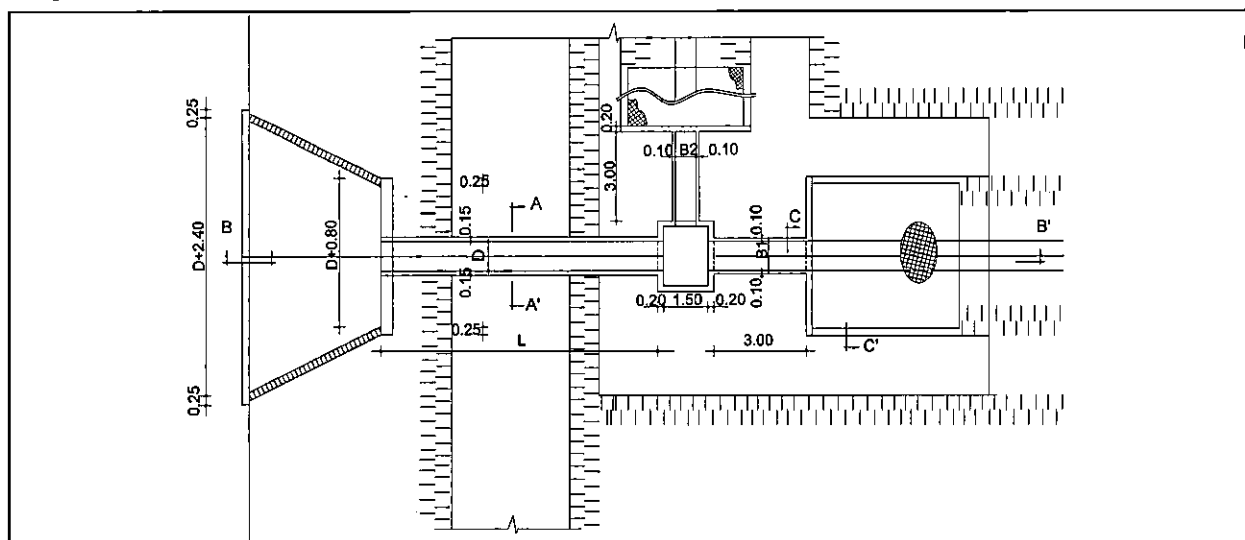
$$Q = A \times V$$

$$V = C(2g\Delta h)^{1/2}$$

- Dimensions de l'ouvrage de répartition

Les dimensions des ouvrages de repartition pour canaux secondaires et tertiaires sont présentées dans le Tableau 3.23. Le niveau d'eau choisi (le niveau d'eau au point de depart du canal secondaire) pour l'ouvrage de répartition est déterminé en considerant le point le plus élevé des champs de paddy et les pertes de charge jusqu'à l'ouvrage de répartition comme montré dans le Tableau 3.23. Dans les canaux secondaires, il y a 259 ouvrages de répartition comme indiqué dans le Table 3.16.

Fig. 3.5: Plan de l'Ouvrage de Répartition



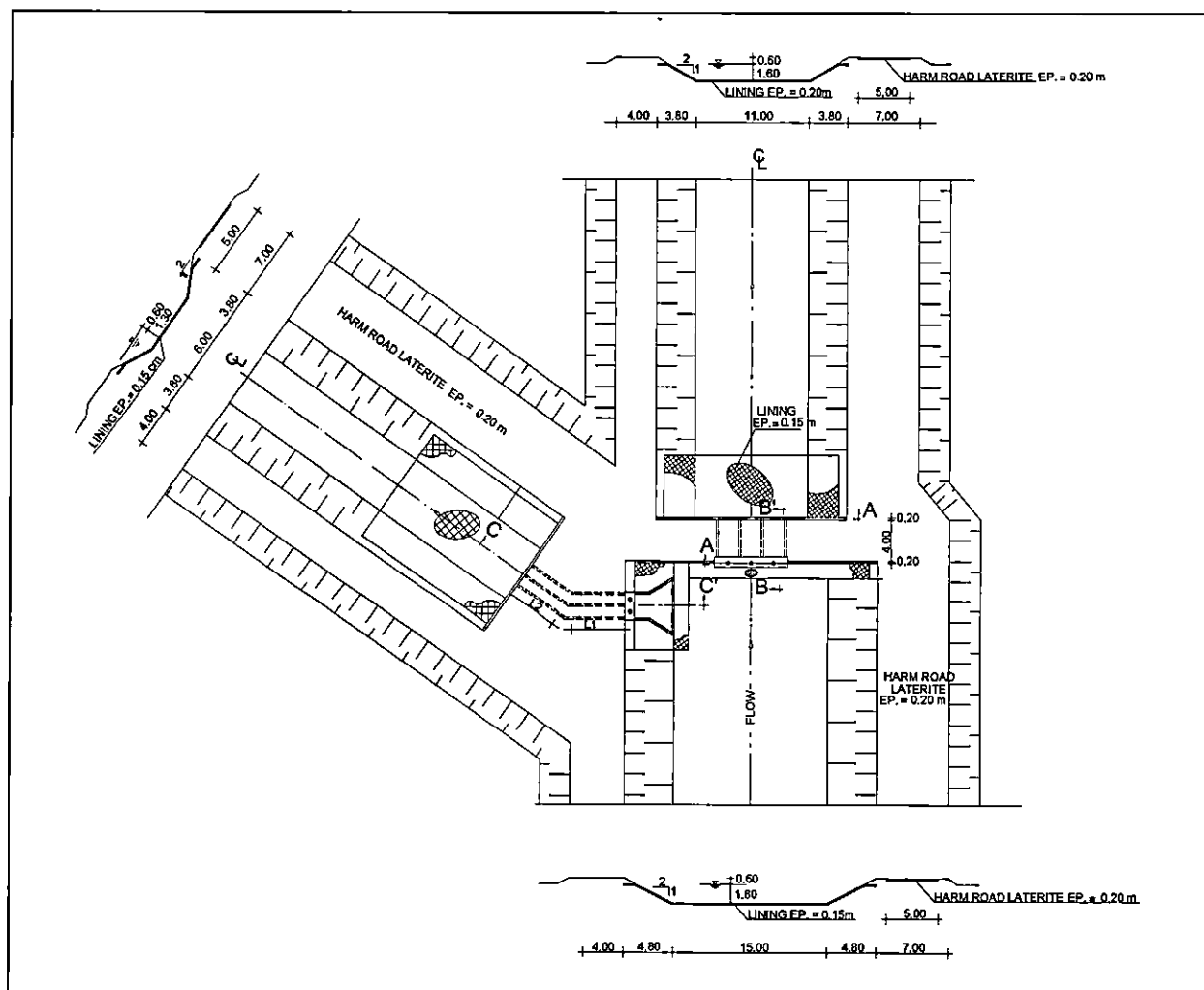
### 3.8.2 Vanne de contrôle

Une vanne de controle est prévue au No. 3+2 du canal principal No. 1 (près du point de depart du canal principal No. 2). Ses dimensions sont 2m x 1.5m, 3du type dalot (Voir Tableau 3.11 pour les calculs hydrauliques). Les pistes d'entretien des canaux principaux No. 1 et No. 2 peuvent être connectées sur le dalot. Un revêtement en béton sera réalisé pour la protection des talus des canaux, 5 m à l'amont et 10 m à l'aval (Voir fig. 3.6).

Le role joué par la vanne est le suivant;

- 1) Distribution normale d'eau et organization de tours d'eau
- 2) Controle du surplus d'eau refoulée
- 3) Maintenance et travaux de reparation pour le canal à l'aval

Fig. 3.6: Vanne de contrôle





### 3.8.4 Ouvrages principaux de franchissement

Des ouvrages principaux rectangulaires de franchissement sont situés au point de départ du canal principal No. 1 (refoulement station de pompage), au No. 93+30 du canal principal No. 1 (croisement avec le canal de drainage de Kassack) et au No.53+10 du canal principal No. 4 (au croisement avec le canal principal de drainage No. 1). Les dimensions de ces ouvrages principaux de franchissement sont données dans le Tableau 3.20.

En général, les ouvrages principaux de franchissement dans les canaux d'irrigation franchissent des dalots de drainage ou des siphons inversés de drainage, et les pistes d'entretien lelong des canaux de drainage et des canaux d'irrigation sont connectées sur des ouvrages principaux de franchissement couverts ou des ouvrages du type dalot (Voir Fig. 3.8).

Tableau 3.20: Dimensions des ouvrages principaux de franchissement

Description	Emplacement	Ouvrage principal de franchissement			Remarques
		Largeur (B)	Hauteur (H)	Longueur (L)	
Principal No. 1	No.0	10.00m	2.30m	30m	Connecté au bassin de dissipation
	No.93+30	2.50m	1.30m	30m	Croisement avec drain principal No. 1
Principal No. 2	No.53+10	3.10m	1.70m	30m	Croisement avec le canal de drainage de Kassack

※ Se referer au Table 3.14 pour les calculs hydrauliques des ouvrages principaux de franchissement

Fig. 3.8: Plan de l'ouvrage principal de franchissement

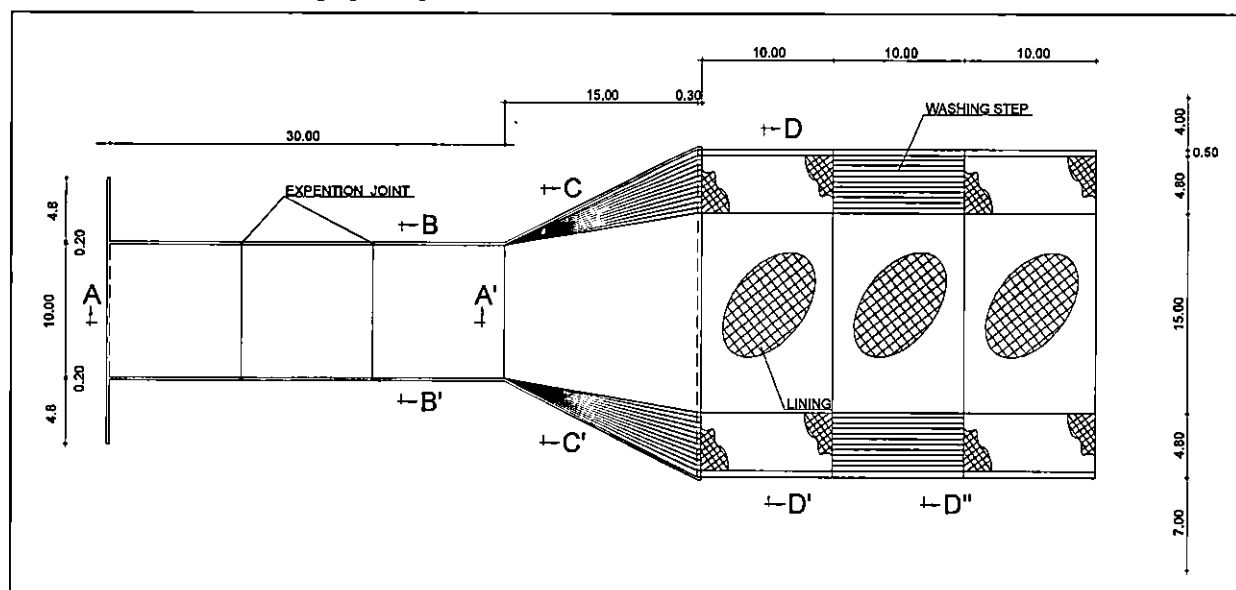


Tableau 3.21: Calculs Hydrauliques des Ouvrages de Répartition

Canal	Ouv. Rep.	Q1(conception)		A		V						Q2 (réel)
		A(ha)	Q(m <sup>3</sup> /s)	D	A	L	L/D	h	fi	f	V	
Canal Principal No.1	T 1	20.09	0.070	0.4	0.13	10	25	0.05	0.15	0.003	0.71	0.089
	T 2	29.39	0.103	0.5	0.2	7	14	0.05	0.15	0.003	0.82	0.161
	T 3	24.53	0.086	0.4	0.13	10	25	0.05	0.15	0.003	0.71	0.089
	T 4	28.05	0.098	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 5	81.82	0.286	0.7	0.38	7	10	0.05	0.15	0.003	0.85	0.327
	T 6	130.76	0.458	0.9	0.64	10	11.11	0.05	0.15	0.003	0.81	0.516
	T 7	49.94	0.175	0.6	0.28	10	16.67	0.05	0.15	0.003	0.77	0.217
	T 8	162.4	0.568	1.0	0.79	10	10	0.05	0.15	0.003	0.82	0.645
	T 9	21.64	0.076	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 10	23.74	0.083	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 11	21.87	0.077	0.4	0.13	10	25	0.05	0.15	0.003	0.71	0.089
	T 12	54.99	0.192	0.6	0.28	6	10	0.05	0.15	0.003	0.86	0.243
	T 13	8.97	0.031	0.3	0.07	6	20	0.05	0.15	0.003	0.80	0.057
	T 14	59.03	0.207	0.6	0.28	9	15	0.05	0.15	0.003	0.79	0.224
	T 15	86.54	0.303	0.7	0.38	9	12.86	0.05	0.15	0.003	0.81	0.310
	T 16	30.74	0.108	0.5	0.2	6	12	0.05	0.15	0.003	0.85	0.166
	T 17	32.13	0.112	0.5	0.2	9	18	0.05	0.15	0.003	0.77	0.151
	T 18	38.84	0.136	0.5	0.2	9	18	0.05	0.15	0.003	0.77	0.151
	T 19	8.49	0.030	0.3	0.07	9	30	0.05	0.15	0.003	0.70	0.049
	T 20	27.79	0.097	0.5	0.2	9	18	0.05	0.15	0.003	0.77	0.151
	T 21	56.89	0.199	0.6	0.28	9	15	0.05	0.15	0.003	0.79	0.224
Canal Principal No.2	T 1	22.89	0.080	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 2	18.78	0.066	0.4	0.13	10	25	0.05	0.15	0.003	0.71	0.089
	T 3	35.71	0.125	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 4	52.47	0.184	0.6	0.28	10	16.67	0.05	0.15	0.003	0.77	0.217
	T 5	27.08	0.095	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 6	12.03	0.042	0.3	0.07	7	23.33	0.05	0.15	0.003	0.77	0.054
	T 7	38.15	0.134	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 8	10.95	0.038	0.3	0.07	10	33.33	0.05	0.15	0.003	0.67	0.047
	T 9	65.89	0.231	0.6	0.28	7	11.67	0.05	0.15	0.003	0.84	0.237
	T 10	18.34	0.064	0.4	0.13	10	25	0.05	0.15	0.003	0.71	0.089
	T 11	72.52	0.254	0.7	0.38	7	10	0.05	0.15	0.003	0.85	0.327
	T 12	30.04	0.105	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 13	55.35	0.194	0.6	0.28	7	11.67	0.05	0.15	0.003	0.84	0.237
	T 14	33.16	0.116	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 15	102.28	0.358	0.8	0.5	7	8.75	0.05	0.15	0.003	0.86	0.431
	T 16	32.57	0.114	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 17	118.12	0.413	0.9	0.64	9	10	0.05	0.15	0.003	0.83	0.528
	T 18	78.25	0.274	0.7	0.38	9	12.86	0.05	0.15	0.003	0.81	0.310

Canal	Ouv. Rep.	Q1(conception)		A		V						Q2 (réel)
		A(ha)	Q(m <sup>3</sup> /s)	D	A	L	L/D	h	fi	f	V	
Canal Principal No.3	T 1	13.4	0.047	0.3	0.07	7	23.33	0.05	0.15	0.003	0.77	0.054
	T 2	44.51	0.156	0.6	0.28	10	16.67	0.05	0.15	0.003	0.77	0.217
	T 3	38.05	0.133	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 4	27.17	0.095	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 5	9.4	0.033	0.3	0.07	10	33.33	0.05	0.15	0.003	0.67	0.047
	T 6	38.05	0.133	0.5	0.2	7	14	0.05	0.15	0.003	0.82	0.161
	T 7	28.62	0.100	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 8	23.45	0.082	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 9	22.3	0.078	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 10	98.75	0.346	0.8	0.5	10	12.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.402
	T 11	41.35	0.145	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 12	16.96	0.059	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 13	16.19	0.057	0.4	0.13	10	25	0.05	0.15	0.003	0.71	0.089
	T 14	59.34	0.208	0.6	0.28	7	11.67	0.05	0.15	0.003	0.84	0.237
	T 15	24.44	0.086	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 16	44.2	0.155	0.6	0.28	9	15	0.05	0.15	0.003	0.79	0.224
	T 17	38.02	0.133	0.5	0.2	9	18	0.05	0.15	0.003	0.77	0.151
	T 18	10.07	0.035	0.3	0.07	9	30	0.05	0.15	0.003	0.70	0.049
	T 19	98.64	0.345	0.8	0.5	6	7.5	0.05	0.15	0.003	0.87	0.440
Canal Principal No.4	T 1	25.44	0.089	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 2	15.05	0.053	0.3	0.07	7	23.33	0.05	0.15	0.003	0.77	0.054
	T 3	18.65	0.065	0.4	0.13	10	25	0.05	0.15	0.003	0.71	0.089
	T 4	87.71	0.307	0.8	0.5	10	12.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.402
	T 5	20.08	0.070	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 6	30.54	0.107	0.5	0.2	7	14	0.05	0.15	0.003	0.82	0.161
	T 7	23.15	0.081	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 8	71.31	0.250	0.7	0.38	10	14.29	0.05	0.15	0.003	0.79	0.302
	T 9	5.18	0.018	0.4	0.13	10	25	0.05	0.15	0.003	0.71	0.089
	T 10	59.88	0.210	0.6	0.28	10	16.67	0.05	0.15	0.003	0.77	0.217
	T 11	24.58	0.086	0.4	0.13	7	17.5	0.05	0.15	0.003	0.80	0.101
	T 12	40.375	0.141	0.5	0.2	10	20	0.05	0.15	0.003	0.74	0.146
	T 13	47.375	0.166	0.5	0.2	6	12	0.05	0.15	0.003	0.85	0.166
	T 14	68.92	0.241	0.7	0.38	9	12.86	0.05	0.15	0.003	0.81	0.310
	T 15	16.11	0.056	0.3	0.07	6	20	0.05	0.15	0.003	0.80	0.057
	T 16	16.11	0.056	0.3	0.07	6	20	0.05	0.15	0.003	0.80	0.057
	T 17	24.28	0.085	0.4	0.13	9	22.5	0.05	0.15	0.003	0.74	0.093
	T 18	54.81	0.192	0.6	0.28	9	15	0.05	0.15	0.003	0.79	0.224
	T 19	134.47	0.471	0.9	0.64	6	6.667	0.05	0.15	0.003	0.88	0.560



Tableau 3.12: Calculs Hydrauliques de la Sortie des Ouvrages de Répartition

Canal Principal d'Irrigation No. 1													
No. Ouv.de Répart.	Canal	Surface (ha)			Q (m <sup>3</sup> /s)	Longueur (m)	Sortie						
		Ôuv.Rép.	Poids	Canal			C	Δh	V	B	h	Q	H
T 1	C1-1-1	20.09	0.20	4.02	0.01	357	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
	C1-1-2		0.3	6.03	0.02	556	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
	C1-1-3		0.50	10.05	0.04	367	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 2	C1-2	29.39	1.00	29.39	0.10	954	0.60	0.05	0.60	0.5	0.4	0.12	0.60
T 3	C1-3-1	24.53	0.60	14.72	0.05	267	0.60	0.05	0.60	0.3	0.3	0.05	0.50
	C1-3-2		0.40	9.81	0.03	267	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 4	C1-4-1	28.05	0.20	5.61	0.02	353	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
	C1-4-2		0.20	5.61	0.02	397	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
	C1-4-3		0.20	5.61	0.02	321	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
	C1-4-4		0.40	11.22	0.04	429	0.60	0.02	2.00	0.3	0.3	0.18	0.50
T 5	C1-5	81.82	1.00	81.82	0.29	1,298	0.60	0.05	0.60	0.8	0.6	0.29	0.80
T 6	C1-6	130.76	1.00	130.76	0.46	115	0.70	0.05	0.70	1.0	0.7	0.49	0.90
T 7	C1-7	49.94	1.00	49.94	0.17	1,014	0.60	0.05	0.60	0.8	0.4	0.19	0.60
T 8	C1-8	162.40	1.00	162.40	0.57	497	0.60	0.01	0.70	1.2	0.7	0.59	0.90
T 9	C1-9	21.64	1.00	21.64	0.08	684	0.60	0.05	0.60	0.5	0.3	0.09	0.50
T 10	C1-10	23.74	1.00	23.74	0.08	837	0.60	0.05	0.60	0.5	0.3	0.09	0.50
T 11	C1-11-1	21.87	0.60	13.12	0.05	611	0.60	0.05	0.60	0.3	0.3	0.05	0.50
	C1-11-2		0.10	2.19	0.01	200	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
	C1-11-3		0.30	6.56	0.02	479	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
T 12	C1-12-1	54.99	0.30	16.50	0.06	1,432	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
	C1-12-2		0.50	27.50	0.10	942	0.60	0.04	0.53	0.5	0.4	0.11	0.60
	C1-12-3		0.20	11.00	0.04	880	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 13	C1-13	8.97	1.00	8.97	0.03	429	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
T 14	C1-14	59.03	1.00	59.03	0.21	1,356	0.60	0.05	0.60	0.7	0.5	0.21	0.70
T 15	C1-15	86.54	1.00	86.54	0.30	1,859	0.60	0.05	0.60	0.9	0.6	0.32	0.80
T 16	C1-16	30.74	1.00	30.74	0.11	2,464	0.60	0.05	0.60	0.5	0.4	0.12	0.60
T 17	C1-17-1	32.13	0.70	22.49	0.08	898	0.60	0.04	0.53	0.5	0.3	0.08	0.50
	C1-17-2		0.30	9.64	0.03	576	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
T 18	C1-18	38.84	1.00	38.84	0.14	338	0.60	0.05	0.60	0.6	0.4	0.14	0.60
T 19	C1-19	8.49	1.00	8.49	0.03	1,081	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
T 20	C1-20	27.79	1.00	27.79	0.10	1,077	0.60	0.04	0.53	0.5	0.4	0.11	0.60
T 21	C1-21-1	56.89	0.40	22.76	0.08	1,033	0.60	0.04	0.53	0.5	0.3	0.08	0.50
	C1-21-2		0.60	34.13	0.12	1,122	0.60	0.04	0.53	0.6	0.4	0.13	0.60
Total				999		25,490							

Canal Principal d'Irrigation No. 2													
No. Ouv.de Répart.	Canal	Surface (ha)			Q (m <sup>3</sup> /s)	Longueur (m)	Sortie						
		Ouv.Rép.	Poids	Canal			C	Δh	V	B	h	Q	H
T 1	C2-1	22.89	1.00	22.89	0.08	903	0.60	0.05	0.60	0.5	0.3	0.09	0.50
T 2	C2-2-1	18.78	0.20	3.76	0.01	337	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
	C2-2-2		0.40	7.51	0.03	311	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
	C2-2-3		0.40	7.51	0.03	496	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
T 3	C2-3-1	35.71	0.40	14.28	0.05	211	0.60	0.05	0.60	0.3	0.3	0.05	0.50
	C2-3-2		0.60	21.43	0.07	297	0.60	0.04	0.53	0.5	0.3	0.08	0.50
T 4	C2-4-1	52.47	0.50	26.24	0.09	381	0.60	0.05	0.60	0.4	0.4	0.10	0.60
	C2-4-2		0.50	26.24	0.09	839	0.60	0.05	0.60	0.4	0.4	0.10	0.60
T 5	C2-5-1	27.08	0.70	18.96	0.07	423	0.60	0.05	0.60	0.4	0.3	0.07	0.50
	C2-5-2		0.30	8.12	0.03	656	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
T 6	C2-6-1	12.03	0.50	6.02	0.02	786	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
	C2-6-2		0.50	6.02	0.02	1,073	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
T 7	C2-7-1	38.15	0.70	26.71	0.09	474	0.60	0.05	0.60	0.4	0.4	0.10	0.60
	C2-7-2		0.30	11.45	0.04	245	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 8	C2-8	10.95	1.00	10.95	0.04	268	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 9	C2-9	65.89	1.00	65.89	0.23	431	0.60	0.05	0.60	0.8	0.5	0.24	0.70
T 10	C2-10	18.34	1.00	18.34	0.06	505	0.60	0.05	0.60	0.4	0.3	0.07	0.50
T 11	C2-11	72.52	1.00	72.52	0.25	263	0.60	0.05	0.60	0.9	0.5	0.27	0.70
T 12	C2-12-1	30.04	0.60	18.02	0.06	201	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
	C2-12-2		0.40	12.02	0.04	322	0.60	0.04	0.53	0.3	0.3	0.05	0.50
T 13	C2-13	55.35	1.00	55.35	0.19	1,734	0.60	0.05	0.60	0.9	0.4	0.21	0.60
T 14	C2-14-1	33.16	0.50	16.58	0.06	530	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
	C2-14-2		0.50	16.58	0.06	220	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
T 15	C2-15	102.28	1.00	102.28	0.36	1,250	0.60	0.05	0.60	1.0	0.6	0.36	0.80
T 16	C2-16-1	32.57	0.40	13.03	0.05	185	0.60	0.04	0.53	0.3	0.3	0.05	0.50
	C2-16-2		0.60	19.54	0.07	285	0.60	0.05	0.60	0.4	0.3	0.07	0.50
T 17	C2-17-1	118.12	0.70	82.68	0.29	572	0.60	0.05	0.60	0.9	0.6	0.32	0.80
	C2-17-2		0.30	35.44	0.12	558	0.60	0.04	0.53	0.6	0.4	0.13	0.60
T 18	C2-18-1	78.25	0.70	54.78	0.19	979	0.60	0.05	0.60	0.7	0.5	0.21	0.70
	C2-18-2		0.10	7.83	0.03	1,554	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
	C2-18-3		0.20	15.65	0.05	244	0.60	0.03	0.46	0.4	0.3	0.06	0.50
Total				824.58		17,533							

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Canal Principal d'Irrigation No. 3													
No. Ouv.de Répart.	Canal	Surface (ha)			Q (m³/s)	Longueur (m)	Sortie						
		Ouv.Rép.	Poids	Canal			C	Δh	V	B	h	Q	H
T 1	C3-1-1	13.40	0.40	5.36	0.02	322	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
	C3-1-2		0.60	8.04	0.03	352	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
T 2	C3-2-1	44.51	0.50	22.26	0.08	650	0.60	0.04	0.53	0.5	0.3	0.08	0.50
	C3-2-2		0.50	22.26	0.08	460	0.60	0.04	0.53	0.5	0.3	0.08	0.50
T 3	C3-3	38.05	1.00	38.05	0.13	280	0.60	0.05	0.60	0.6	0.4	0.14	0.60
T 4	C3-4	27.17	1.00	27.17	0.10	420	0.60	0.05	0.60	0.4	0.4	0.10	0.60
T 5	C3-5	9.40	1.00	9.40	0.03	165	0.60	0.02	0.38	0.3	0.4	0.05	0.60
T 6	C3-6-1	38.05	0.20	7.61	0.03	668	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
	C3-6-2		0.50	19.03	0.07	295	0.60	0.05	0.60	0.4	0.3	0.07	0.50
	C3-6-3		0.30	11.42	0.04	319	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 7	C3-7	28.62	1.00	28.62	0.10	420	0.60	0.04	0.53	0.5	0.4	0.11	0.60
T 8	C3-8-1	23.45	0.50	11.73	0.04	420	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
	C3-8-2		0.50	11.73	0.04	400	0.60	0.05	0.60	0.3	0.3	0.05	0.50
T 9	C3-9	22.30	1.00	22.30	0.08	350	0.60	0.04	0.53	0.5	0.3	0.08	0.50
T 10	C3-10	98.75	1.00	98.75	0.35	1,350	0.70	0.04	0.62	1.0	0.6	0.37	0.80
T 11	C3-11	41.35	1.00	41.35	0.14	50	0.60	0.04	0.53	0.7	0.4	0.15	0.60
T 12	C3-12	16.96	1.00	16.96	0.06	380	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
T 13	C3-13	16.19	1.00	16.19	0.06	480	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
T 14	C3-14-1	59.34	0.30	17.80	0.06	480	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
	C3-14-2		0.70	41.54	0.15	490	0.60	0.04	0.53	0.7	0.4	0.15	0.60
T 15	C3-15	24.44	1.00	24.44	0.09	943	0.60	0.05	0.60	0.5	0.3	0.09	0.50
T 16	C3-16	44.20	1.00	44.20	0.15	270	0.60	0.05	0.60	0.7	0.4	0.17	0.60
T 17	C3-17-1	38.02	0.70	26.61	0.09	1,014	0.60	0.04	0.53	0.6	0.3	0.10	0.50
	C3-17-2		0.30	11.41	0.04	200	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 18	C3-18	10.07	1.00	10.07	0.04	304	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 19	C3-19-1	98.64	0.50	49.32	0.17	821	0.60	0.04	0.53	0.9	0.4	0.19	0.60
	C3-19-2		0.50	49.32	0.17	108	0.60	0.04	0.53	0.9	0.4	0.19	0.60
Total				692.91		12,411							

Canal Principal d'Irrigation No. 4													
No. Ouv.de Répart.	Canal	Surface (ha)			Q (m³/s)	Longueur (m)	Sortie						
		Ouv.Rép.	Poids	Canal			C	Δh	V	B	h	Q	H
T 1	C4-1-1	25.44	0.30	7.63	0.03	340	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
	C4-1-2		0.70	17.81	0.06	600	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
T 2	C4-2-1	15.05	0.50	7.53	0.03	298	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
	C4-2-2		0.50	7.53	0.03	298	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
T 3	C4-3	18.65	1.00	18.65	0.07	620	0.60	0.05	0.60	0.4	0.3	0.07	0.50
T 4	C4-4-1	87.71	0.50	43.86	0.15	1,614	0.60	0.04	0.53	0.5	0.6	0.16	0.80
	C4-4-2		0.50	43.86	0.15	1,400	0.60	0.05	0.60	0.7	0.4	0.17	0.60
T 5	C4-5	20.08	1.00	20.08	0.07	343	0.60	0.05	0.60	0.4	0.3	0.07	0.50
T 6	C4-6-1	30.54	0.40	12.22	0.04	441	0.60	0.04	0.53	0.3	0.3	0.05	0.50
	C4-6-2		0.40	12.22	0.04	598	0.60	0.04	0.53	0.3	0.3	0.05	0.50
	C4-6-3		0.20	6.11	0.02	208	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
T 7	C4-7-1	23.15	0.50	11.58	0.04	209	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
	C4-7-2		0.50	11.58	0.04	265	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 8	C4-8	71.31	1.00	71.31	0.25	898	0.60	0.05	0.60	0.9	0.5	0.27	0.70
T 9	C4-9	5.18	1.00	5.18	0.02	800	0.60	0.01	0.27	0.3	0.3	0.02	0.50
T 10	C4-10-1	59.88	0.30	17.96	0.06	831	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
	C4-10-2		0.70	41.92	0.15	1,044	0.60	0.04	0.53	0.7	0.4	0.15	0.60
T 11	C4-11-1	24.58	0.30	7.37	0.03	594	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
	C4-11-2		0.30	7.37	0.03	346	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
	C4-11-3		0.40	9.83	0.03	381	0.60	0.03	0.46	0.3	0.3	0.04	0.50
T 12	C4-12	40.38	1.00	40.38	0.14	1,369	0.60	0.05	0.60	0.6	0.4	0.14	0.60
T 13	C4-13-1	47.38	0.50	23.69	0.08	479	0.60	0.05	0.60	0.5	0.3	0.09	0.50
	C4-13-2		0.50	23.69	0.08	214	0.60	0.05	0.60	0.5	0.3	0.09	0.50
T 14	C4-14	68.92	1.00	68.92	0.24	1,187	0.60	0.05	0.60	0.9	0.5	0.27	0.70
T 15	C4-15-1	16.11	0.50	8.06	0.03	573	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
	C4-15-2		0.50	8.06	0.03	321	0.60	0.02	0.38	0.3	0.3	0.03	0.50
T 16	C4-16	16.11	1.00	16.11	0.06	197	0.60	0.04	0.53	0.4	0.3	0.06	0.50
T 17	C4-17	24.28	1.00	24.28	0.08	170	0.60	0.05	0.60	0.5	0.3	0.09	0.50
T 18	C4-18	54.81	1.00	54.81	0.19	210	0.60	0.05	0.60	0.7	0.5	0.21	0.70
T 19	C4-19-1	134.47	0.20	26.89	0.09	390	0.60	0.04	0.53	0.6	0.3	0.10	0.50
	C4-19-2		0.80	107.58	0.38	1,080	0.70	0.05	0.70	1.0	0.6	0.42	0.80
Total				784.02		18,318							

Tableau 3.23: Dimensions de Ouvrages de Répartition

Canal Principal d'Irrigation No. 1													
Ouvrages Répartition	Canal	Niveau d'eau		Cote Plafond		d1	E5	h1	h2	fd	H	B	D
		E1	E2	E3	E4								
T 1	C1-1-1	2.30	1.52	0.90	1.22	0.32	0.92	1.40	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
	C1-1-2	2.30	1.52	0.90	1.22	0.32	0.92	1.40	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
	C1-1-3	2.30	1.52	0.90	1.22	0.32	0.92	1.40	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
T 2	C1-2	2.27	2.16	0.87	1.76	0.89	1.46	1.40	0.40	0.30	0.70	0.50	0.50
T 3	C1-3-1	2.24	1.49	0.84	1.19	0.35	0.89	1.40	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
	C1-3-2	2.24	1.49	0.84	1.19	0.35	0.89	1.40	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
T 4	C1-4-1	2.17	1.54	0.77	1.24	0.47	0.94	1.40	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
	C1-4-2	2.17	1.54	0.77	1.24	0.47	0.94	1.40	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
	C1-4-3	2.17	1.54	0.77	1.24	0.47	0.94	1.40	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
	C1-4-4	2.17	1.54	0.77	1.24	0.47	0.94	1.40	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
T 5	C1-5	2.16	1.46	0.76	0.86	0.00	0.56	1.40	0.60	0.40	1.00	0.80	0.70
T 6	C1-6	2.09	1.41	0.69	0.71	0.00	0.41	1.40	0.70	0.40	1.10	1.00	0.90
T 7	C1-7	2.01	1.92	0.81	1.52	0.71	1.22	1.20	0.40	0.30	0.70	0.80	0.60
T 8	C1-8	1.97	1.65	0.77	0.95	0.00	0.65	1.20	0.70	0.40	1.10	1.20	1.00
T 9	C1-9	1.96	1.53	0.76	1.23	0.47	0.93	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T10	C1-10	1.90	1.47	0.70	1.17	0.47	0.87	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T11	C1-11-1	1.88	1.33	0.68	1.03	0.35	0.73	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
	C1-11-2	1.88	1.33	0.68	1.03	0.35	0.73	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
	C1-11-3	1.88	1.33	0.68	1.03	0.35	0.73	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
T12	C1-12-1	1.77	1.78	0.77	1.48	0.71	1.18	1.00	0.30	0.30	0.60	0.40	0.60
	C1-12-2	1.77	1.78	0.77	1.38	0.61	1.08	1.00	0.40	0.30	0.70	0.50	0.60
	C1-12-3	1.77	1.78	0.77	1.48	0.71	1.18	1.00	0.30	0.30	0.60	0.30	0.60
T 13	C1-13	1.75	1.61	0.75	1.31	0.55	1.01	1.00	0.30	0.30	0.60	0.30	0.30
T 14	C1-14	1.74	1.38	0.74	0.88	0.14	0.58	1.00	0.50	0.40	0.90	0.70	0.60
T 15	C1-15	1.70	1.32	0.70	0.72	0.02	0.42	1.00	0.60	0.40	1.00	0.90	0.70
T 16	C1-16	1.67	1.57	0.67	1.17	0.50	0.87	1.00	0.40	0.30	0.70	0.50	0.50
T17	C1-17-1	1.60	1.34	0.60	1.04	0.44	0.74	1.00	0.30	0.30	0.60	0.50	0.50
	C1-17-2	1.60	1.34	0.60	1.04	0.44	0.74	1.00	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
T 18	C1-18	1.59	1.21	0.59	0.81	0.22	0.51	1.00	0.40	0.30	0.70	0.60	0.50
T 19	C1-19	1.55	1.19	0.55	0.89	0.34	0.59	1.00	0.30	0.30	0.60	0.30	0.30
T 20	C1-20	1.54	1.16	0.54	0.76	0.22	0.46	1.00	0.40	0.30	0.70	0.50	0.50
T21	C1-21-1	1.50	1.41	0.50	1.11	0.61	0.81	1.00	0.30	0.30	0.60	0.50	0.60
	C1-21-2	1.50	1.41	0.50	1.01	0.51	0.71	1.00	0.40	0.30	0.70	0.60	0.60

Canal Principal d'Irrigation No. 2													
Ouvrages Répartition	Canal	Niveau d'eau		Cote Plafond		d1	E5	h1	h2	fd	H	B	D
		E1	E2	E3	E4								
T 1	C2-1	2.42	2.17	1.12	1.87	0.75	1.57	1.30	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 2	C2-2-1	2.37	1.37	1.07	1.07	0.00	0.77	1.30	0.30	0.40	0.70	0.30	0.40
	C2-2-2	2.37	1.37	1.07	1.07	0.00	0.77	1.30	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
	C2-2-3	2.37	1.37	1.07	1.07	0.00	0.77	1.30	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
T 3	C2-3-1	2.33	1.27	1.03	0.97	0.00	0.67	1.30	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
	C2-3-2	2.33	1.27	1.03	0.97	0.00	0.67	1.30	0.30	0.30	0.60	0.50	0.50
T 4	C2-4-1	2.27	0.93	0.97	0.53	0.00	0.23	1.30	0.40	0.30	0.70	0.40	0.60
	C2-4-2	2.27	0.93	0.97	0.53	0.00	0.23	1.30	0.40	0.30	0.70	0.40	0.60
T 5	C2-5-1	2.27	1.30	0.97	1.00	0.03	0.70	1.30	0.30	0.30	0.60	0.40	0.50
	C2-5-2	2.27	1.30	0.97	1.00	0.03	0.70	1.30	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
T 6	C2-6-1	2.03	1.96	0.83	1.66	0.83	1.36	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.30
	C2-6-2	2.03	1.96	0.83	1.66	0.00	1.36	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.30
T 7	C2-7-1	1.99	1.36	0.79	0.96	0.00	0.66	1.20	0.40	0.30	0.70	0.40	0.50
	C2-7-2	1.99	1.36	0.79	1.06	0.27	0.76	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
T 8	C2-8	1.97	1.35	0.77	1.05	0.00	0.75	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.30
T 9	C2-9	1.94	1.83	0.74	1.33	0.59	1.03	1.20	0.50	0.40	0.90	0.80	0.60
T 10	C2-10	1.93	1.83	0.73	1.53	0.80	1.23	1.20	0.30	0.30	0.60	0.40	0.40
T 11	C2-11	1.88	1.78	0.68	1.28	0.60	0.98	1.20	0.50	0.40	0.90	0.90	0.70
T 12	C2-12-1	1.88	1.59	0.68	1.29	0.61	0.99	1.20	0.30	0.30	0.60	0.40	0.50
	C2-12-2	1.88	1.59	0.68	1.29	0.61	0.99	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
T 13	C2-13	1.80	1.70	0.60	1.30	0.70	1.00	1.20	0.40	0.30	0.70	0.90	0.50
T 14	C2-14-1	1.80	1.71	0.60	1.41	0.81	1.11	1.20	0.30	0.30	0.60	0.40	0.80
	C2-14-2	1.80	1.71	0.60	1.41	0.81	1.11	1.20	0.30	0.30	0.60	0.40	0.80
T 15	C2-15	1.70	1.64	0.50	1.04	0.54	0.74	1.20	0.60	0.40	1.00	1.00	0.90
T 16	C2-16-1	1.70	1.28	0.50	0.98	0.48	0.68	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.70
	C2-16-2	1.70	1.28	0.50	0.98	0.48	0.68	1.20	0.30	0.30	0.60	0.40	0.70
T 17	C2-17-1	1.57	1.40	0.77	0.80	0.03	0.50	0.80	0.60	0.40	1.00	0.90	0.90
	C2-17-2	1.57	1.40	0.77	1.00	0.23	0.70	0.80	0.40	0.30	0.70	0.60	0.90
T 18	C2-18-1	1.35	1.24	0.55	0.74	0.19	0.44	0.80	0.50	0.40	0.90	0.70	0.70
	C2-18-2	1.35	1.24	0.55	0.94	0.39	0.64	0.80	0.30	0.30	0.60	0.30	0.70
	C2-18-3	1.35	1.24	0.55	0.94	0.39	0.64	0.80	0.30	0.30	0.60	0.40	0.70

Canal Principal d'Irrigation No. 3													
Ouvrages Répartition	Canal	Niveau d'eau		Cote Plafond		d1	E5	h1	h2	fd	H	B	D
		E1	E2	E3	E4								
T 1	C3-1-1	2.34	1.62	1.14	1.32	0.18	1.02	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.30
	C3-1-2	2.34	1.62	1.14	1.32	0.00	1.02	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.30
T 2	C3-2-1	2.27	1.89	1.07	1.59	0.52	1.29	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.60
	C3-2-2	2.27	1.89	1.07	1.59	0.00	1.29	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.60
T 3	C3-3	2.26	1.75	1.06	1.35	0.00	1.05	1.20	0.40	0.30	0.70	0.60	0.50
T 4	C3-4	2.21	1.35	1.01	0.95	0.00	0.65	1.20	0.40	0.30	0.70	0.40	0.40
T 5	C3-5	2.19	1.75	0.99	1.35	0.00	1.05	1.20	0.40	0.30	0.70	0.30	0.30
T 6	C3-6-1	2.14	1.13	0.94	0.83	0.00	0.53	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
	C3-6-2	2.14	1.13	0.94	0.83	0.00	0.53	1.20	0.30	0.30	0.60	0.40	0.50
	C3-6-3	2.14	1.13	0.94	0.83	0.00	0.53	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
T 7	C3-7	2.09	1.30	0.89	0.90	0.01	0.60	1.20	0.40	0.30	0.70	0.50	0.40
T 8	C3-8-1	2.06	1.53	0.86	1.23	0.00	0.93	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
	C3-8-2	2.06	1.53	0.86	1.23	0.00	0.93	1.20	0.30	0.30	0.60	0.30	0.40
T 9	C3-9	2.00	1.48	0.80	1.18	0.38	0.88	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 10	C3-10	1.98	1.42	0.78	0.82	0.00	0.52	1.20	0.60	0.40	1.00	1.00	0.80
T 11	C3-11	1.88	1.51	0.88	1.11	0.23	0.81	1.00	0.40	0.30	0.70	0.70	0.50
T 12	C3-12	1.84	1.46	0.00	1.16	1.16	0.86	1.00	0.30	0.30	0.60	0.40	0.40
T 13	C3-13	1.75	1.66	0.75	1.36	0.61	1.06	1.00	0.30	0.30	0.60	0.40	0.40
T 14	C3-14-1	1.71	1.36	0.71	1.06	0.35	0.76	1.00	0.30	0.30	0.60	0.40	0.60
	C3-14-2	1.71	1.36	0.71	0.96	0.25	0.66	1.00	0.40	0.30	0.70	0.70	0.60
T 15	C3-15	1.68	1.58	0.68	1.28	0.60	0.98	1.00	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 16	C3-16	1.52	1.37	0.82	0.97	0.15	0.67	0.70	0.40	0.30	0.70	0.70	0.60
T 17	C3-17-1	1.42	2.15	0.72	1.85	1.13	1.55	0.70	0.30	0.30	0.60	0.60	0.50
	C3-17-2	1.42	2.15	0.72	1.85	1.13	1.55	0.70	0.30	0.30	0.60	0.30	0.50
T 18	C3-18	1.32	1.67	0.62	1.37	0.75	1.07	0.70	0.30	0.30	0.60	0.30	0.30
T 19	C3-19-1	1.23	0.96	0.53	0.56	0.03	0.26	0.70	0.40	0.30	0.70	0.90	0.80
	C3-19-2	1.23	0.96	0.53	0.56	0.03	0.26	0.30	0.40	0.30	0.70	0.90	0.80

Canal Principal d'Irrigation No. 4													
Ouvrages Répartition	Canal	Niveau d'eau		Cote Plafond		d1	E5	h1	h2	fd	H	B	D
		E1	E2	E3	E4								
T 1	C4-1-1	2.30	1.50	1.10	1.20	0.10	0.90	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
	C4-1-2	2.30	1.50	1.10	1.20	0.10	0.90	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 2	C4-2-1	2.18	1.33	0.98	1.03	0.05	0.73	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.30
	C4-2-2	2.18	1.33	0.98	1.03	0.05	0.73	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.30
T 3	C4-3	2.16	1.15	0.96	0.85	0.00	0.55	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 4	C4-4-1	2.15	2.05	0.95	1.45	0.50	1.15	1.20	0.60	0.30	0.90	0.80	0.80
	C4-4-2	2.15	2.15	0.95	1.75	0.80	1.45	1.20	0.40	0.30	0.70	0.60	0.80
T 5	C4-5	2.14	1.70	0.94	1.40	0.46	1.10	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 6	C4-6-1	2.06	1.35	0.86	1.05	0.19	0.75	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.50
	C4-6-2	2.06	1.70	0.86	1.40	0.54	1.10	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.50
	C4-6-3	2.06	1.25	0.86	0.95	0.09	0.65	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.50
T 7	C4-7-1	1.99	0.92	0.79	0.62	-0.17	0.32	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
	C4-7-2	1.99	0.92	0.79	0.62	-0.17	0.32	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 8	C4-8	1.94	1.84	0.74	1.34	0.60	1.04	1.20	0.50	0.40	0.90	0.70	0.70
T 9	C4-9	1.89	1.83	0.69	1.53	0.84	1.23	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 10	C4-10-1	1.89	2.36	0.69	2.06	1.37	1.76	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.60
	C4-10-2	1.89	2.36	0.69	1.96	1.27	1.66	1.20	0.40	0.30	0.70	0.60	0.60
T 11	C4-11-1	1.85	1.18	0.65	0.88	0.23	0.58	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
	C4-11-2	1.85	1.18	0.65	0.88	0.23	0.58	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
	C4-11-3	1.85	1.18	0.65	0.88	0.23	0.58	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 12	C4-12	1.81	2.12	0.61	1.72	1.11	1.42	1.20	0.40	0.30	0.70	0.60	0.50
T 13	C4-13-1	1.80	1.31	0.60	1.01	0.41	0.71	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.50
	C4-13-2	1.80	1.31	0.60	1.01	0.41	0.71	1.20	0.30	0.30	0.60	0.50	0.50
T 14	C4-14	1.70	1.59	0.60	1.09	0.49	0.79	1.10	0.50	0.40	0.90	0.70	0.70
T 15	C4-15-1	1.60	1.34	0.50	1.04	0.54	0.74	1.10	0.30	0.30	0.60	0.50	0.30
	C4-15-2	1.60	1.34	0.50	1.04	0.54	0.74	1.10	0.30	0.30	0.60	0.50	0.30
T 16	C4-16	1.53	1.44	0.43	1.14	0.71	0.84	1.10	0.30	0.30	0.60	0.50	0.30
T 17	C4-17	1.48	2.15	0.38	1.85	1.47	1.55	1.10	0.30	0.30	0.60	0.50	0.40
T 18	C4-18	1.42	1.95	0.32	1.45	1.13	1.15	1.10	0.50	0.40	0.90	0.70	0.60
T 19	C4-19-1	1.35	1.25	0.25	0.95	0.70	0.65	1.10	0.30	0.30	0.60	0.50	0.90
	C4-19-2	1.35	1.25	0.25	0.65	0.40	0.35	1.10	0.60	0.40	1.00	0.80	0.90



---

## **Chapitre 4**

## **Plan des Canaux de Drainage**

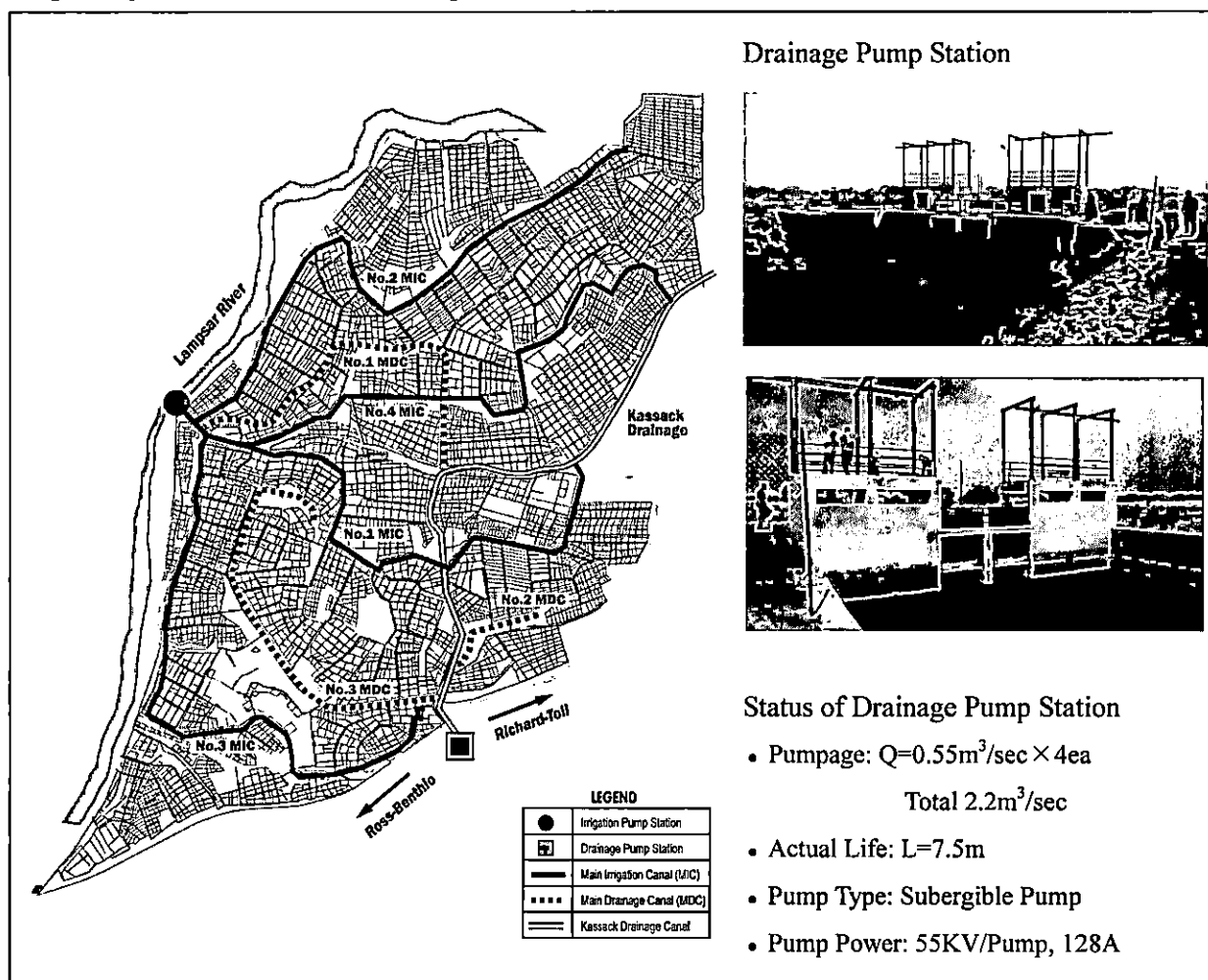
## **Chapitre 4 Plan des Canaux de Drainage**

### **4.1 Canaux de drainage et station de pompage de drainage (exhaure)**

#### **4.1.1 Canaus de drainage et surface drainée**

La zone du Projet Grande Digue-Tellel couvre une surface de 4,219 hectares (la surface irriguée est de 3,300 hectares, la surface occupée par les infrastructures de drainage est de 300 hectares et les surfaces non aménagées sont de 619 hectares). Il est prévu que la zone du Project draine dans le canal de drainage de Kassacket dans le marigot Lampsar. Le système de drainage est le même que le système habituel de drainage. Toute l'eau excédentaire de la surface existante draine vers les Canaux Principaux de Drainage No. 1, No. 2 et No. 3. Les trois (No. 1, No. 2 & No. 3) canaux principaux de drainage seront connectés au drain de Kassack existant. La station de pompage de drainage est située à la fin du canal de drainage de Kassack. Les surfaces additionnelles doivent drainer directement dans le marigot Lampsar, en référence au système de drainage habituel. Le système des canaux de drainage est montré dans la Fig 4.1.

Fig 4.1 Système de canaux de drainage



Les canaux de drainage sont sur la liste figurant au Tableau 4.1.

Tableau 4.1 Canaux de drainage dans la zone du Projet

Canaux de Drainage	Surface Drainée	Longueur	Surface Bénéficiaire
Canal Principal Drainage No. 1	947 ha	5,300 m	Surf.Zone Grande Digue existante : 789ha*1.2
Canal Principal Drainage No. 2	300 ha	1,300 m	Surf.partie Est de Tellel : environ 300ha
Canal Principal Drainage No. 3	958 ha	5,800 m	Surf.partie Ouest de Tellel : 798ha*1.2
Autres/Drainage direct	2,014 ha	-	Excédent d'eau des surfaces additionnelles, des zones basses, et surfaces non aménagées drainent vers le marigot Lampsar et les zones basses.
<b>Total</b>	<b>4,219 ha</b>	<b>12,400 m</b>	

### 4.1.2 Etat actuel des infrastructures de drainage

Il y a 58 ouvrages de drainage dans les trois canaux principaux de drainage. Les dalots en béton en forme de boîte, qui font passer l'eau d'un côté d'une piste ou d'un canal d'irrigation à l'autre côté, sont installés dans les trois canaux de drainage principaux. Les dalots en béton avec conduite sont installés dans les canaux de drainage secondaires/tertiaires. La liste des ouvrages de drainage est donnée dans le Tableau 4.2.

Tableau 4.2 Etat actuel des équipements de drainage

Canaux Principaux de Drainage				Canaux Secondairesw de Drainage			Canaux Tertiaires de Drainage		
Canal	Longueur (m)	Ouvrages de Drainage		Canal	Longueur (m)	Ouvrages	Lignes	Longueur (m)	Ouvrages de Drainage
		Dalots	Ouvrages						
NO.1	5,300	2	13				10	3,710	
				D11	1,000	4	5	1,375	
				D12	2,250	9	10	5,100	
				<b>Total</b>	3,250	13	25	10,185	
NO.2	1,300	2	3	D21	950	1	1	320	
				D22	1,000				
				D23	1,850	1	1	350	
				<b>Total</b>	3,800	2	2	670	
NO.3	5,800	1	22				28	20,540	
<b>Total</b>	12,400	5	38	5	7,050	15	55	31,395	

## 4.2 Débits de drainage

### 4.2.1 Débits de drainage

Pour déterminer les dimensions des canaux de drainage, deux débits de drainage par unité de surface ont été calculés. Le premier est le débit de drainage par unité de surface en supposant que 75mm de pluies tombées en un jour (pluviométrie annuelle de 300mm, qui est la pluviométrie prise pour base d'étude à l'origine) sont drainées en 2 (deux) jours. Le second est le débit de drainage par unité de surface pour drainer les eaux excédentaires venant de l'irrigation en saison sèche avec une profondeur de la mare de stockage de 100mm.

Puisque le debit de drainage par unite de surface pour drainer les eaux excédentaires d'irrigation en saison sèche est plus grand que le débit calculé en supposant que 75mm de pluies en un jour sont drainées en 2 jours, 0.00578m<sup>3</sup>/s/ha a été choisi pour la conception.

< Débit de drainage par unite de surface >

- Débit de drainage par unite de surface en supposant que 75 mm de pluies en un jour sont drainées en 2 jours

$$q = \frac{Q}{86,400 \times D} = \frac{75\text{mm}/1,000 \times 100\text{m} \times 100\text{m}}{86,400 \times 2\text{일}}$$
$$= 0.0043 \text{ m}^3/\text{s/ha}$$

Où, q : Debit de drainage par unité de surface (m<sup>3</sup>/s/ha)

Q : Debit de drainage de la pluie par hectare

D : Nombre de jours pour drainer les eaux excédentaires (2 jours)

- Débit de drainage par unité de surface pour drainer les eaux d'irrigation excédentaires en saison sèche

$$q = \frac{Q}{86,400 \times D} = \frac{75\text{mm}/1,000 \times 100\text{m} \times 100\text{m}}{86,400 \times 2\text{일}}$$
$$= 0.00578 \text{ m}^3/\text{s/ha}$$

Où, q : Débit de drainage par unité de surface (m<sup>3</sup>/s/ha)

Q : Debit de drainage d'eaux d'irrigation par hectare  
(profondeur d'étang de 100mm × 1ha)

D : Nombre de jours pour drainer les eaux excédentaires (2 jours)

## 4.2.2 Capacité de la station de pompage de drainage et durée maximum d'inondation

La capacité de la station d'exhaure existante est de  $2.2\text{m}^3/\text{s}$ , ce qui est insuffisant pour évacuer  $14\text{m}^3/\text{s}$  (débit de drainage par unité de surface  $\times$  surface irriguée  $\times 1.1$ ) de débit arrivant à la station à partir des surfaces irriguées et le débit arrivant de zones externes. Cependant, il n'est pas nécessaire d'accroître la capacité de pompage de la station considérant la pluviométrie annuelle d'environ 300mm, la pluviométrie maximum d'un jour de 75mm, une lame d'eau de 300mm dans le champ de , et une durée d'inondation permise de 2 jours. A l'avenir, il sera nécessaire d'accroître la capacité de la station d'exhaure pour diminuer le temps d'inondation des champs de paddy avec des profondeurs d'inondation plus grandes que 10cm. C'est pourquoi, il a été envisagé d'agrandir le canal de drainage existant. Les pistes (revêtues de laterite) qui longent les canaux d'irrigation & de drainage sont conçues pour ne pas être inondées pendant la saison des pluies. En stockant l'eau dans les mares et canaux de drainage, les champs de paddy avec une lame d'eau supérieure à 10cm ont été conçus pour minimiser la durée d'inondation. Les durées d'inondation (supérieures à 10cm de lame d'eau) des champs de paddy ont été estimées à 23 jours, ce qui est inférieur à la durée d'inondation permise, comme montré dans le Tableau 4.3.

Tableau 4.3 Durée d'inondation des champs de paddy (Les champs de paddy restent avec une lame d'eau supérieure à 10cm)

Arrivée annuelle causée par la pluie ( $\text{m}^3$ ) (A)		Capacité de stockage disponible dans la zone du Projet ( $\text{m}^3$ ) (B)		Quantité d'eau drainée ( $\text{m}^3$ ) (C)=(A)-(B)	Durée du drainage (C)/(D)
7,290,000		2,785,000		4,505,000	22.58
Pluviométrie (mm)	300	Canaux de drainage ( $\text{m}^3$ )	280,000		
Surf.drainée (ha)	2,430	Mares ou terres humides ( $\text{m}^3$ )	300,000		
Terres agricoles (ha)	2,205	Terres agricoles ( $\text{m}^3$ )	2,205,000		
Autres (ha)	225				

Tableau 4.4 Débit de drainage par jour (D)

Drainage naturel (gravité)		Drainage par pompage	Total	Remarques
123,500 m <sup>3</sup> /day		76,000 m <sup>3</sup> /day	199,500 m <sup>3</sup> /day	
Percolation (2mm/jour)	4,8600	Station de pompage de drainage: 2.2m <sup>3</sup> /s		Un taux de percolation de 3mm/jour a été utilisé pour calculer les besoins en eau d'irrigation.
Evapotranspi ration (3mm/jour)	72,900	Heures de fonctionnement: 16 hours Drainage dans la zone du Projet: 60%		Un taux d'évapotranspiration de 6mm/jour a été utilisé pour calculer les besoins en eau d'irrigation.

Puisque la capacité de la station de pompage de drainage est petite (2.2m<sup>3</sup>/s), la station de pompage est utilisée pour deux objectifs. Un objectif est de drainer les eaux excédentaires d'irrigation pendant la saison sèche. L'autre objectif est de drainer les eaux excédentaires des zones inondées pendant plusieurs jours durant la saison des pluies. C'est pourquoi, il est impossible de drainer les eaux de crue qui ont un débit de pointe de 12.7m<sup>3</sup>/s. Cependant, il est possible de stocker temporairement les eaux de crue dans le canal de drainage. C'est pourquoi, il a été envisagé d'élargir le canal de drainage de 12 pour cent. Le sol provenant de l'excavation du canal de drainage peut être utilisé pour la construction de pistes.

### 4.3 Plan de drainage

Il a été choisi de faire coïncider les canaux de drainage avec les canaux de drainage existants en considérant; (a) bonne fonctionnalité si on considère les situations locales telles que l'alignement existant des canaux principaux et secondaires de drainage et la forme des parcelles existantes, et (b) faibles coûts de compensation. L'alignement propose des canaux de drainage est comme indiqué dans la Fig 4.2 et le Tableau 4.5.

Fig 4.2 Plan de Drainage

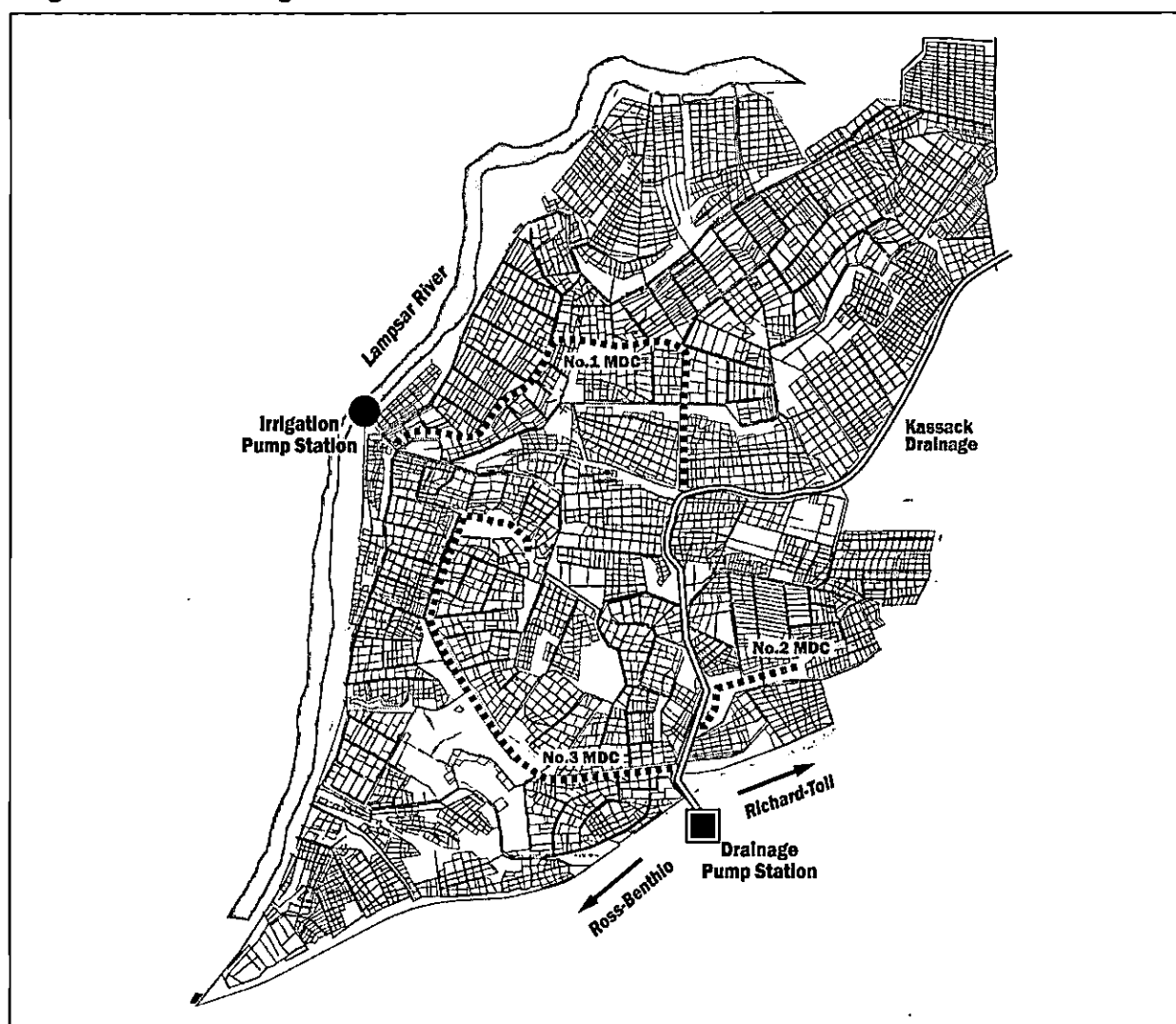


Tableau 4.5 Plan de Drainage

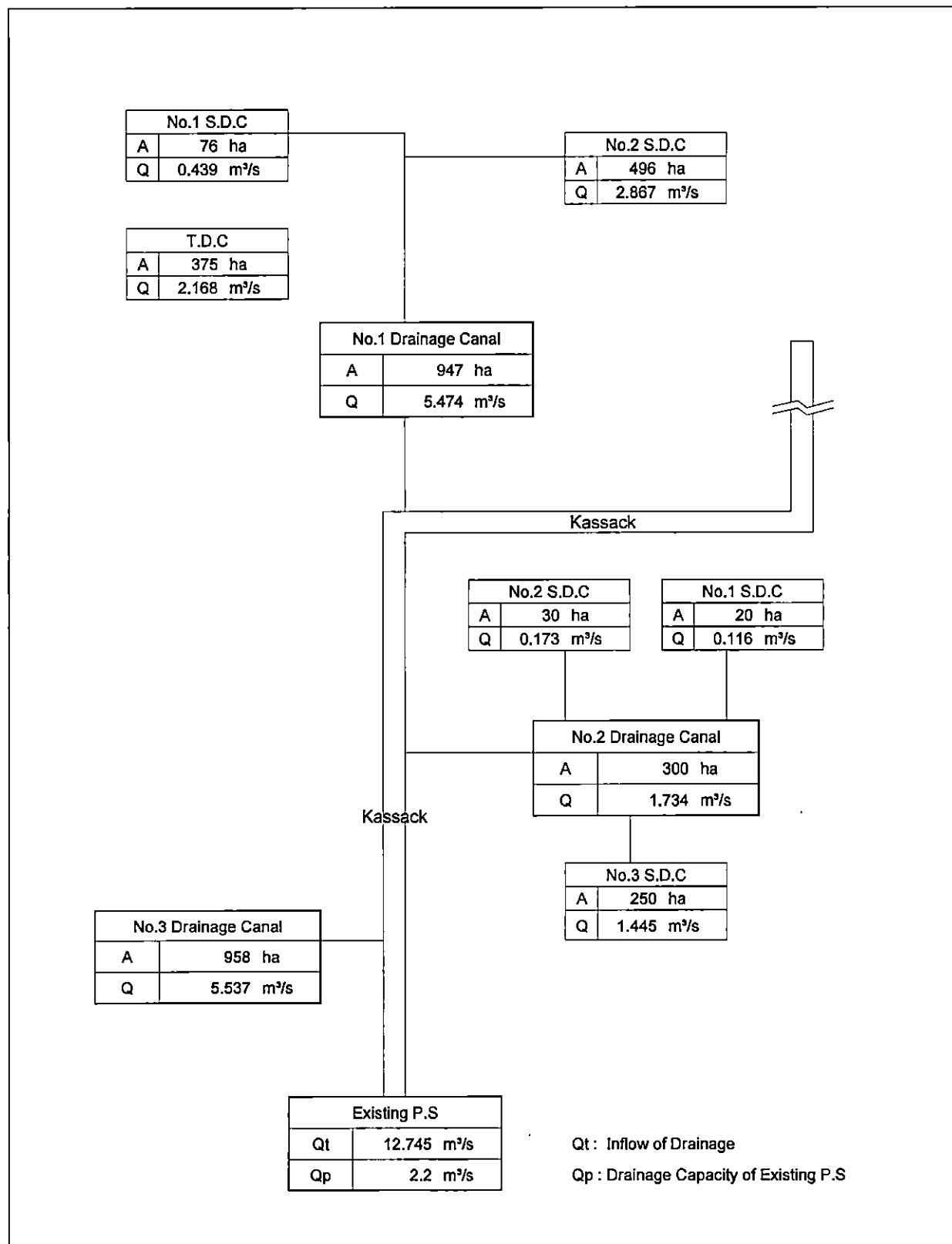
Canaux Principaux de Drainage		Canaux Secondaires de Drainage		Canaux Tertiaires de Drainage	
Nom du Canal	Longueur (m)	Nom du Canal	Longueur (m)	Nombre de lignes	Longueur (m)
DC1	5,210			10	3,710
		D11	1,000	5	1,375
		D12	2,250	10	
		Total	3,250	25	10,185
DC2	1,380	D21	950	1	320
		D22	1,000		
		D23	1,850	1	350
		Total	3,800	2	670
DC3	5,770			28	20,540
Total	12,250	5 lignes	7,050	55	31,390



## 4.4 Système de Drainage

Le système de drainage pour les trois canaux principaux de drainage est montré dans la Fig 4.3.

Fig 4.3 Système des canaux de drainage.



## 4.5 Plan longitudinal des canaux de drainage

Les pentes longitudinales des canaux de drainage ont été déterminées en considérant les conditions géographiques (alignement des canaux de drainage) et les matériaux de construction (coefficient de rugosité et vitesse d'écoulement admissible). Les niveaux d'eau choisis pour les canaux de drainage sont influencés par le niveau d'eau (niveau d'eau extérieur) du drain de Kassack, qui est connecté à la station d'exhaure. Comme il n'y a pas eu de données sur les niveaux d'eau, les niveaux d'eau au confluent du canal de drainage avec le drain de Kassack ont été déterminés en étudiant les courbes hauteurs-débits utilisant le tracé du niveau d'eau (tracé fait par la crue) à la station d'exhaure, comme montré dans le Tableau 4.6.

Les pentes longitudinales des canaux de drainage, No.1, No.2 et No.3, ont été déterminées sur la base des niveaux d'eau au confluent des canaux de drainage avec le drain de Kassack, comme indiqué dans le Tableau 4.6.

Tableau 4.6 Niveaux d'eau au point de confluence des canaux de drainage avec le drain de Kassack

Point de confluence des canaux de drainage avec le drain de Kassack	Distance par rapport à la station d'exhaure (m)	Niveau d'eau du drain de Kassack		Remarques
		$\Delta h(1/10,000)$	Niveau d'eau (EL. m)	
Station d'exhaure	0	0	0.70	
Point terminal de Drain No. 1	3,600	0.36	1.06	
Point terminal du Drain No. 2	950	0.10	0.80	
Point terminal du Drain No. 3	500	0.05	0.75	

1. L'élévation du repère de niveau haut du Kassack en déterminant la courbe hauteur-débit de la station d'exhaure, pour le canal de drainage à la station d'exhaure est de EL.0.50m. Comme la cote du cavalier du canal est de EL.1.50m, qui est tout-à-fait haute, le niveau d'eau choisi pour le drain de Kassack à la station d'exhaure est de EL.0.70m.
2. La distance par rapport à la station d'exhaure est la distance de la station d'exhaure au point de confluence entre le drain de Kassack et le Canal de Drainage.

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
l'irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Tableau 4.7 Plan longitudinal des canaux de drainage

Canal Principal de Drainage N.1 (1/3)													S = 1:10000
N.	Dis- tance	Dist. Cumul.	Vitesse Ecoule.	Charge Vitesse	Pertes de charge			Niveau d'élévation				Canal	Ouvrages
					Totale	Canal	Ouvrages	Energie	Surf	Plafond	Cavalier		
N0.0	0	0	0.372	0.007	0.000	0.000		1.87	1.86	0.26	2.56		
N0.1	50	50	0.372	0.007	0.005	0.005		1.86	1.85	0.25	2.55		
N0.2	50	100	0.372	0.007	0.005	0.005		1.85	1.85	0.25	2.55		
N0.3	50	150	0.372	0.007	0.005	0.005		1.85	1.84	0.24	2.54		
N0.4	50	200	0.372	0.007	0.005	0.005		1.84	1.83	0.23	2.53		
N0.5	50	250	0.372	0.007	0.005	0.005		1.83	1.83	0.23	2.53		
N0.6	50	300	0.372	0.007	0.005	0.005		1.83	1.82	0.22	2.52		
N0.7	50	350	0.372	0.007	0.005	0.005		1.82	1.81	0.21	2.51		
+45	45	395	0.372	0.007	0.005	0.005		1.81	1.80	0.20	2.50	D1001	FTI-1
N0.8	5	400	0.372	0.007	0.001	0.001		1.80	1.80	0.20	2.50		
N0.9	50	450	0.372	0.007	0.005	0.005		1.80	1.79	0.19	2.49		
N0.10	50	500	0.372	0.007	0.005	0.005		1.79	1.78	0.18	2.48		
N0.11	50	550	0.372	0.007	0.005	0.005		1.78	1.78	0.18	2.48		
N0.12	50	600	0.372	0.007	0.005	0.005		1.78	1.77	0.17	2.47		
N0.13	50	650	0.372	0.007	0.005	0.005		1.77	1.76	0.16	2.46		
N0.14	50	700	0.372	0.007	0.005	0.005		1.76	1.75	0.15	2.45		
+25	25	725	0.372	0.007	0.003	0.003		1.75	1.75	0.15	2.45	D1002	FTI-2
N0.15	25	750	0.372	0.007	0.003	0.003		1.75	1.74	0.14	2.44		
N0.16	50	800	0.372	0.007	0.005	0.005		1.74	1.73	0.13	2.43		
+45	45	845	0.372	0.007	0.005	0.005		1.73	1.73	0.13	2.43	D1003	FTI-3
N0.17	5	850	0.372	0.007	0.001	0.001		1.73	1.72	0.12	2.42		
N0.18	50	900	0.372	0.007	0.005	0.005		1.72	1.71	0.11	2.41		
N0.19	50	950	0.372	0.007	0.005	0.005		1.71	1.71	0.11	2.41		
N0.20	50	1,000	0.372	0.007	0.005	0.005		1.71	1.70	0.10	2.40		
N0.21	50	1,050	0.372	0.007	0.005	0.005		1.70	1.69	0.09	2.39	D1004	FTI-4
N0.22	50	1,100	0.372	0.007	0.005	0.005		1.69	1.68	0.08	2.38		
N0.23	50	1,150	0.372	0.007	0.005	0.005		1.68	1.68	0.08	2.38		
N0.24	50	1,200	0.372	0.007	0.005	0.005		1.68	1.67	0.07	2.37		
N0.25	50	1,250	0.372	0.007	0.005	0.005		1.67	1.66	0.06	2.36		
N0.26	50	1,300	0.372	0.007	0.005	0.005		1.66	1.66	0.06	2.36		
N0.27	50	1,350	0.372	0.007	0.005	0.005		1.66	1.65	0.05	2.35		
+40	40	1,390	0.372	0.007	0.004	0.004		1.65	1.64	0.04	2.34	D1005	FTI-5
N0.28	10	1,400	0.372	0.007	0.001	0.001		1.64	1.64	0.04	2.34		
N0.29	50	1,450	0.372	0.007	0.005	0.005		1.64	1.63	0.03	2.33		
N0.30	50	1,500	0.372	0.007	0.005	0.005		1.63	1.62	0.02	2.32		
N0.31	50	1,550	0.372	0.007	0.005	0.005		1.62	1.61	0.01	2.31		
N0.32	50	1,600	0.372	0.007	0.005	0.005		1.61	1.61	0.01	2.31		

Canal Principal de Drainage N.1 (2/3)													S = 1:10000	
N.	Dis- tance	Dist. Cumul.	Vitesse Ecoule.	Charge Vitesse	Pertes de charge			Niveau d'élévation				Canal	Ouvrages	
					Totale	Canal	Ouvrages	Energie	Surf	Plafond	Cavalier			
No. 33	50	1,650	0.372	0.007	0.005	0.005		1.61	1.60	0.00	2.30			
No. 34	50	1,700	0.372	0.007	0.005	0.005		1.60	1.59	-0.01	2.29			
+20	20	1,720	0.372	0.007	0.002	0.002		1.59	1.59	-0.01	2.29	D1006	FTI-6	
No. 35	30	1,750	0.372	0.007	0.003	0.003		1.59	1.58	-0.02	2.28			
No. 36	50	1,800	0.372	0.007	0.005	0.005		1.58	1.57	-0.03	2.27	D1007	FTI-7	
No. 37	50	1,850	0.372	0.007	0.005	0.005		1.57	1.57	-0.03	2.27			
No. 38	50	1,900	0.372	0.007	0.005	0.005		1.57	1.56	-0.04	2.26			
No. 39	50	1,950	0.372	0.007	0.005	0.005		1.56	1.55	-0.05	2.25			
No. 40	50	2,000	0.372	0.007	0.005	0.005		1.55	1.55	-0.05	2.25			
No. 41	50	2,050	0.372	0.007	0.005	0.005		1.55	1.54	-0.06	2.24			
No. 42	50	2,100	0.372	0.007	0.005	0.005		1.54	1.53	-0.07	2.23			
No. 43	50	2,150	0.372	0.007	0.005	0.005		1.53	1.52	-0.08	2.22			
No. 44	50	2,200	0.372	0.007	0.005	0.005		1.52	1.52	-0.08	2.22			
+40	40	2,240	0.372	0.007	0.004	0.004		1.52	1.51	-0.09	2.21	D11	FTI.1	
No. 45	10	2,250	0.372	0.007	0.001	0.001		1.51	1.50	-0.10	2.20			
No. 46	50	2,300	0.372	0.007	0.005	0.005		1.50	1.50	-0.10	2.20			
No. 47	50	2,350	0.372	0.007	0.005	0.005		1.50	1.49	-0.11	2.19			
No. 48	50	2,400	0.372	0.007	0.005	0.005		1.49	1.48	-0.12	2.18			
No. 49	50	2,450	0.372	0.007	0.005	0.005		1.48	1.47	-0.13	2.17			
No. 50	50	2,500	0.372	0.007	0.005	0.005		1.47	1.47	-0.13	2.17			
No. 51	50	2,550	0.372	0.007	0.005	0.005		1.47	1.46	-0.14	2.16			
No. 52	50	2,600	0.372	0.007	0.005	0.005		1.46	1.45	-0.15	2.15			
No. 53	50	2,650	0.372	0.007	0.005	0.005		1.45	1.45	-0.15	2.15			
No. 54	50	2,700	0.372	0.007	0.005	0.005		1.45	1.44	-0.16	2.14			
No. 55	50	2,750	0.372	0.007	0.005	0.005		1.44	1.43	-0.17	2.13			
No. 56	50	2,800	0.372	0.007	0.005	0.005		1.43	1.43	-0.17	2.13			
No. 57	50	2,850	0.372	0.007	0.005	0.005		1.43	1.42	-0.18	2.12			
No. 58	50	2,900	0.372	0.007	0.005	0.005		1.42	1.41	-0.19	2.11			
No. 59	50	2,950	0.372	0.007	0.005	0.005		1.41	1.40	-0.20	2.10			
No. 60	50	3,000	0.372	0.007	0.005	0.005		1.40	1.40	-0.20	2.10			
No. 61	50	3,050	0.372	0.007	0.005	0.005		1.40	1.39	-0.21	2.09			
No. 62	50	3,100	0.372	0.007	0.005	0.005		1.39	1.38	-0.22	2.08			
No. 63	50	3,150	0.372	0.007	0.005	0.005		1.38	1.38	-0.22	2.08	D1008	FTI-8	
No. 64	50	3,200	0.372	0.007	0.005	0.005		1.38	1.37	-0.23	2.07			
No. 65	50	3,250	0.372	0.007	0.005	0.005		1.37	1.36	-0.24	2.06			
No. 66	50	3,300	0.372	0.007	0.005	0.005		1.36	1.36	-0.24	2.06	D1009	FTI-9	
No. 67	50	3,350	0.372	0.007	0.005	0.005		1.36	1.35	-0.25	2.05			
No. 68	50	3,400	0.372	0.007	0.005	0.005		1.35	1.34	-0.26	2.04			
No. 69	50	3,450	0.372	0.007	0.005	0.005		1.34	1.34	-0.26	2.04			

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
l'irrigation du perimetre Grand Digue Telle, Senegal

Canal Principal de Drainage N.1 (3/3)												S = 1:10000	
N.	Dis- tance	Dist Cumul.	Vitesse Ecoule.	Charge Vitesse	Pertes de charge			Niveau d'élévation				Canal	Ouvrages
					Totale	Canal	Ouvrages	Energie	Surf	Plafond	Cavalier		
No. 70	50	3,500	0.372	0.007	0.005	0.005		1.34	1.33	-0.27	2.03		
No. 71	50	3,550	0.372	0.007	0.005	0.005		1.33	1.33	-0.27	2.03		
No. 72	50	3,600	0.372	0.007	0.005	0.005		1.33	1.32	-0.28	2.02		
No. 73	50	3,650	0.372	0.007	0.005	0.005		1.32	1.32	-0.28	2.02	D12	FT1.2
+5	5	3,655	0.372	0.007	0.001	0.001		1.32	1.32	-0.28	2.02	D1207	FT1.2-7
No. 74	45	3,700	0.372	0.007	0.005	0.005		1.32	1.31	-0.29	2.01		
No. 75	50	3,750	0.372	0.007	0.005	0.005		1.31	1.31	-0.29	2.01		
No. 76	50	3,800	0.372	0.007	0.005	0.005		1.31	1.30	-0.30	2.00		
No. 77	50	3,850	0.372	0.007	0.005	0.005		1.30	1.30	-0.30	2.00		
No. 78	50	3,900	0.372	0.007	0.005	0.005		1.30	1.29	-0.31	1.99		
No. 79	50	3,950	0.372	0.007	0.005	0.005		1.29	1.29	-0.31	1.99		
No. 80	50	4,000	0.372	0.007	0.005	0.005		1.29	1.28	-0.32	1.98		
No. 81	50	4,050	0.372	0.007	0.005	0.005		1.28	1.28	-0.32	1.98		
No. 82	50	4,100	0.372	0.007	0.005	0.005		1.28	1.27	-0.33	1.97		
No. 83	50	4,150	0.372	0.007	0.005	0.005		1.27	1.27	-0.33	1.97		
No. 84	50	4,200	0.372	0.007	0.005	0.005		1.27	1.26	-0.34	1.96		
No. 85	50	4,250	0.372	0.007	0.005	0.005		1.26	1.26	-0.34	1.96		
+10	10	4,260	0.372	0.007	0.051	0.001	0.050	1.21	1.21	-0.40	1.91	MIC4	DC1
No. 86	40	4,300	0.372	0.007	0.004	0.004		1.21	1.20	-0.40	1.90		
No. 87	50	4,350	0.372	0.007	0.005	0.005		1.20	1.20	-0.40	1.90		
No. 88	50	4,400	0.372	0.007	0.005	0.005		1.20	1.19	-0.41	1.89		
No. 89	50	4,450	0.372	0.007	0.005	0.005		1.19	1.19	-0.41	1.89		
No. 90	50	4,500	0.372	0.007	0.005	0.005		1.19	1.18	-0.42	1.88		
No. 91	50	4,550	0.372	0.007	0.005	0.005		1.18	1.18	-0.42	1.88		
No. 92	50	4,600	0.372	0.007	0.005	0.005		1.18	1.17	-0.43	1.87		
No. 93	50	4,650	0.372	0.007	0.005	0.005		1.17	1.17	-0.43	1.87		
No. 94	50	4,700	0.372	0.007	0.005	0.005		1.17	1.16	-0.44	1.86		
No. 95	50	4,750	0.372	0.007	0.005	0.005		1.16	1.16	-0.44	1.86		
No. 96	50	4,800	0.372	0.007	0.005	0.005		1.16	1.15	-0.45	1.85		
No. 97	50	4,850	0.372	0.007	0.005	0.005		1.15	1.15	-0.45	1.85		
No. 98	50	4,900	0.372	0.007	0.005	0.005		1.15	1.14	-0.46	1.84		
No. 99	50	4,950	0.372	0.007	0.005	0.005		1.14	1.14	-0.46	1.84		
No. 100	50	5,000	0.372	0.007	0.005	0.005		1.14	1.13	-0.47	1.83		
No. 101	50	5,050	0.372	0.007	0.005	0.005		1.13	1.13	-0.47	1.83		
No. 102	50	5,100	0.372	0.007	0.005	0.005		1.13	1.12	-0.48	1.82		
No. 103	50	5,150	0.372	0.007	0.005	0.005		1.12	1.12	-0.48	1.82		
No. 104	40	5,190	0.372	0.007	0.004	0.004		1.12	1.11	-0.49	1.81		
+20(E.P)	20	5,210	0.372	0.007	0.052	0.002	0.050	1.07	1.06	-0.54	1.76		DC2

Canal Principal de Drainage N.2 (1/1)													S = 1:10000
N.	Dis- tance	Dist. Cumul.	Vitesse Ecoule.	Charge Vitesse	Pertes de charge			Niveau d'élévation				Canal	Ouvrages
					Totale	Canal	Ouvrages	Energie	Surf	Plafond	Cavalier		
No.0	0	0	0.282	0.004	0.000	0.000		1.04	1.03	-0.07	1.53	D2-1	
No.1	30	30	0.282	0.004	0.003	0.003		1.03	1.03	-0.07	1.53		
No.2	50	80	0.282	0.004	0.005	0.005		1.03	1.03	-0.08	1.53		
No.3	50	130	0.282	0.004	0.005	0.005		1.02	1.02	-0.08	1.52		
No.4	50	180	0.282	0.004	0.005	0.005		1.02	1.02	-0.09	1.52		
No.5	50	230	0.282	0.004	0.005	0.005		1.01	1.01	-0.09	1.51		
No.6	50	280	0.282	0.004	0.005	0.005		1.01	1.01	-0.10	1.51		
+30	30	310	0.282	0.004	0.053	0.003	0.050	0.96	0.95	-0.15	1.45	C1-15	DC3
No.7	20	330	0.282	0.004	0.002	0.002		0.95	0.95	-0.15	1.45		
No.8	50	380	0.282	0.004	0.005	0.005		0.95	0.95	-0.16	1.45		
No.9	50	430	0.282	0.004	0.005	0.005		0.94	0.94	-0.16	1.44		
No.10	50	480	0.282	0.004	0.005	0.005		0.94	0.94	-0.17	1.44		
No.11	50	530	0.282	0.004	0.005	0.005		0.93	0.93	-0.17	1.43		
+5	5	535	0.282	0.004	0.001	0.001		0.93	0.93	-0.17	1.43	D2.2	FT2.2
No.12	45	580	0.282	0.004	0.005	0.005		0.93	0.93	-0.18	1.43		
No.13	50	630	0.282	0.004	0.005	0.005		0.92	0.92	-0.18	1.42		
No.14	50	680	0.282	0.004	0.005	0.005		0.92	0.92	-0.19	1.42		
No.15	50	730	0.282	0.004	0.005	0.005		0.91	0.91	-0.19	1.41		
No.16	50	780	0.282	0.004	0.005	0.005		0.91	0.91	-0.20	1.41		
No.17	50	830	0.282	0.004	0.005	0.005		0.90	0.90	-0.20	1.40		
No.18	50	880	0.282	0.004	0.005	0.005		0.90	0.90	-0.21	1.40		
No.19	50	930	0.282	0.004	0.005	0.005		0.89	0.89	-0.21	1.39		
No.20	50	980	0.282	0.004	0.005	0.005		0.89	0.89	-0.22	1.39		
No.21	50	1,030	0.282	0.004	0.005	0.005		0.88	0.88	-0.22	1.38		
No.22	50	1,080	0.282	0.004	0.005	0.005		0.88	0.88	-0.23	1.38		
No.23	50	1,130	0.282	0.004	0.005	0.005		0.87	0.87	-0.23	1.37		
No.24	50	1,180	0.282	0.004	0.005	0.005		0.87	0.87	-0.24	1.37		
No.25	50	1,230	0.282	0.004	0.005	0.005		0.86	0.86	-0.24	1.36		
No.26	50	1,280	0.282	0.004	0.005	0.005		0.86	0.86	-0.25	1.36		
No.27	50	1,330	0.282	0.004	0.005	0.005		0.85	0.85	-0.25	1.35		
No.28	50	1,380	0.282	0.004	0.055	0.005	0.050	0.80	0.80	-0.31	1.30		DC4

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
l'irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Canal Principal de Drainage N.3 (1/4)													S = 1:10000	
N.	Dis- tance	Dist. Cumul.	Vitesse Ecoule.	Charge Vitesse	Pertes de charge			Niveau d'élévation				Canal	Ouvrages	
					Totale	Canal	Ouvrages	Energie	Surf	Plafond	Cavalier			
N0.0	0	0	0.372	0.007	0.000	0.000		1.39	1.38	-0.22	2.08			
N0.1	50	50	0.372	0.007	0.005	0.005		1.38	1.37	-0.23	2.07			
+45	45	95	0.372	0.007	0.005	0.005		1.38	1.37	-0.23	2.07	D3001	FT3-1	
N0.2	5	100	0.372	0.007	0.001	0.001		1.38	1.37	-0.23	2.07			
N0.3	50	150	0.372	0.007	0.005	0.005		1.37	1.36	-0.24	2.06			
N0.4	50	200	0.372	0.007	0.005	0.005		1.37	1.36	-0.24	2.06			
N0.5	50	250	0.372	0.007	0.005	0.005		1.36	1.35	-0.25	2.05			
N0.6	50	300	0.372	0.007	0.005	0.005		1.36	1.35	-0.25	2.05			
+5	5	305	0.372	0.007	0.001	0.001		1.36	1.35	-0.25	2.05	D3002	FT3-2	
N0.7	45	350	0.372	0.007	0.005	0.005		1.35	1.34	-0.26	2.04			
N0.8	50	400	0.372	0.007	0.005	0.005		1.35	1.34	-0.26	2.04			
N0.9	50	450	0.372	0.007	0.005	0.005		1.34	1.33	-0.27	2.03			
N0.10	50	500	0.372	0.007	0.005	0.005		1.34	1.33	-0.27	2.03			
N0.11	50	550	0.372	0.007	0.005	0.005		1.33	1.32	-0.28	2.02			
N0.12	50	600	0.372	0.007	0.005	0.005		1.33	1.32	-0.28	2.02	D3003	FT3-3	
N0.13	50	650	0.372	0.007	0.005	0.005		1.32	1.31	-0.29	2.01			
N0.14	50	700	0.372	0.007	0.005	0.005		1.32	1.31	-0.29	2.01			
N0.15	50	750	0.372	0.007	0.005	0.005		1.31	1.30	-0.30	2.00			
N0.16	50	800	0.372	0.007	0.005	0.005		1.31	1.30	-0.30	2.00			
N0.17	50	850	0.372	0.007	0.005	0.005		1.30	1.29	-0.31	1.99			
+40	40	890	0.372	0.007	0.004	0.004		1.30	1.29	-0.31	1.99	D3004	FT3-4	
N0.18	10	900	0.372	0.007	0.001	0.001		1.30	1.29	-0.31	1.99			
N0.19	50	950	0.372	0.007	0.005	0.005		1.29	1.28	-0.32	1.98			
N0.20	50	1,000	0.372	0.007	0.005	0.005		1.29	1.28	-0.32	1.98			
N0.21	50	1,050	0.372	0.007	0.005	0.005		1.28	1.27	-0.33	1.97			
N0.22	50	1,100	0.372	0.007	0.005	0.005		1.28	1.27	-0.33	1.97			
N0.23	50	1,150	0.372	0.007	0.005	0.005		1.27	1.26	-0.34	1.96			
+40	40	1,190	0.372	0.007	0.004	0.004		1.27	1.26	-0.34	1.96	D3005	FT3-5	
N0.24	10	1,200	0.372	0.007	0.001	0.001		1.27	1.26	-0.34	1.96			
N0.25	50	1,250	0.372	0.007	0.005	0.005		1.26	1.25	-0.35	1.95			
N0.26	50	1,300	0.372	0.007	0.005	0.005		1.26	1.25	-0.35	1.95			
N0.27	50	1,350	0.372	0.007	0.005	0.005		1.25	1.24	-0.36	1.94			
N0.28	50	1,400	0.372	0.007	0.005	0.005		1.25	1.24	-0.36	1.94			
N0.29	50	1,450	0.372	0.007	0.005	0.005		1.24	1.23	-0.37	1.93			

Canal Principal de Drainage N.3 (2/4)													S = 1:10000	
N.	Dis- tance	Dist. Cumul.	Vitesse Ecoule.	Charge Vitesse	Pertes de charge			Niveau d'élévation				Canal	Ouvrages	
					Totale	Canal	Ouvrages	Energie	Surf	Plafond	Cavalier			
No. 30	50	1,500	0.372	0.007	0.005	0.005		1.24	1.23	-0.37	1.93			
+40	40	1,540	0.372	0.007	0.004	0.004		1.23	1.23	-0.37	1.93	D3006	FT3-6	
No. 31	10	1,550	0.372	0.007	0.001	0.001		1.23	1.22	-0.38	1.92			
No. 32	50	1,600	0.372	0.007	0.005	0.005		1.23	1.22	-0.38	1.92			
No. 33	50	1,650	0.372	0.007	0.005	0.005		1.22	1.21	-0.39	1.91			
No. 34	50	1,700	0.372	0.007	0.005	0.005		1.22	1.21	-0.39	1.91			
No. 35	50	1,750	0.372	0.007	0.005	0.005		1.21	1.20	-0.40	1.90			
No. 36	50	1,800	0.372	0.007	0.005	0.005		1.21	1.20	-0.40	1.90			
No. 37	50	1,850	0.372	0.007	0.005	0.005		1.20	1.19	-0.41	1.89			
No. 38	50	1,900	0.372	0.007	0.005	0.005		1.20	1.19	-0.41	1.89			
No. 39	50	1,950	0.372	0.007	0.005	0.005		1.19	1.18	-0.42	1.88			
No. 40	50	2,000	0.372	0.007	0.005	0.005		1.19	1.18	-0.42	1.88			
No. 41	50	2,050	0.372	0.007	0.005	0.005		1.18	1.17	-0.43	1.87			
No. 42	50	2,100	0.372	0.007	0.005	0.005		1.18	1.17	-0.43	1.87			
+20	20	2,120	0.372	0.007	0.002	0.002		1.17	1.17	-0.43	1.87	D3007	FT3-7	
No. 43	30	2,150	0.372	0.007	0.003	0.003		1.17	1.16	-0.44	1.86			
No. 44	50	2,200	0.372	0.007	0.005	0.005		1.17	1.16	-0.44	1.86			
No. 45	50	2,250	0.372	0.007	0.005	0.005		1.16	1.15	-0.45	1.85			
No. 46	50	2,300	0.372	0.007	0.005	0.005		1.16	1.15	-0.45	1.85			
No. 47	50	2,350	0.372	0.007	0.005	0.005		1.15	1.14	-0.46	1.84			
No. 48	50	2,400	0.372	0.007	0.005	0.005		1.15	1.14	-0.46	1.84			
No. 49	50	2,450	0.372	0.007	0.005	0.005		1.14	1.13	-0.47	1.83			
No. 50	50	2,500	0.372	0.007	0.005	0.005		1.14	1.13	-0.47	1.83			
No. 51	50	2,550	0.372	0.007	0.005	0.005		1.13	1.12	-0.48	1.82			
No. 52	50	2,600	0.372	0.007	0.005	0.005		1.13	1.12	-0.48	1.82			
+20	20	2,620	0.372	0.007	0.002	0.002		1.12	1.12	-0.48	1.82	D3010	FT3-10	
No. 53	30	2,650	0.372	0.007	0.003	0.003		1.12	1.11	-0.49	1.81			
No. 54	50	2,700	0.372	0.007	0.005	0.005		1.12	1.11	-0.49	1.81			
No. 55	50	2,750	0.372	0.007	0.005	0.005		1.11	1.10	-0.50	1.80			
No. 56	50	2,800	0.372	0.007	0.005	0.005		1.11	1.10	-0.50	1.80	D3011	FT3-11	
No. 57	50	2,850	0.372	0.007	0.005	0.005		1.10	1.09	-0.51	1.79			
No. 58	50	2,900	0.372	0.007	0.005	0.005		1.10	1.09	-0.51	1.79			
No. 59	50	2,950	0.372	0.007	0.005	0.005		1.09	1.08	-0.52	1.78			
No. 60	50	3,000	0.372	0.007	0.005	0.005		1.09	1.08	-0.52	1.78			



**Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
l'irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal**

Canal Principal de Drainage N.3 (3/4)												S = 1:10000
N.	Dis- tance	Dist. Cumul.	Vitesse Ecoule.	Charge Vitesse	Pertes de charge		Niveau d'élévation				Canal	Ouvrages
					Totale	Canal	Ouvrages	Energie	Surf	Plafond	Cavalier	
+30	30	3,030	0.372		0.003	0.003		1.08	1.08	-0.52	1.78	D3012 F.T3-12
No. 61	20	3,050	0.372	0.007	0.002	0.002		1.08	1.07	-0.53	1.77	
No. 62	50	3,100	0.372	0.007	0.005	0.005		1.08	1.07	-0.53	1.77	
No. 63	50	3,150	0.372	0.007	0.005	0.005		1.07	1.06	-0.54	1.76	
No. 64	50	3,200	0.372	0.007	0.005	0.005		1.07	1.06	-0.54	1.76	
No. 65	50	3,250	0.372	0.007	0.005	0.005		1.06	1.05	-0.55	1.75	
No. 66	50	3,300	0.372	0.007	0.005	0.005		1.06	1.05	-0.55	1.75	
No. 67	50	3,350	0.372	0.007	0.005	0.005		1.05	1.04	-0.56	1.74	
No. 68	50	3,400	0.372	0.007	0.005	0.005		1.05	1.04	-0.56	1.74	
No. 69	50	3,450	0.372	0.007	0.005	0.005		1.04	1.03	-0.57	1.73	
No. 70	50	3,500	0.372	0.007	0.005	0.005		1.04	1.03	-0.57	1.73	
No. 71	50	3,550	0.372	0.007	0.005	0.005		1.03	1.02	-0.58	1.72	
No. 72	50	3,600	0.372	0.007	0.005	0.005		1.03	1.02	-0.58	1.72	
+40	40	3,640	0.372	0.007	0.004	0.004		1.02	1.02	-0.58	1.72	D3013 F.T3-13
No. 73	10	3,650	0.372	0.007	0.001	0.001		1.02	1.01	-0.59	1.71	
No. 74	50	3,700	0.372	0.007	0.005	0.005		1.02	1.01	-0.59	1.71	
No. 75	50	3,750	0.372	0.007	0.005	0.005		1.01	1.00	-0.60	1.70	
No. 76	50	3,800	0.372	0.007	0.005	0.005		1.01	1.00	-0.60	1.70	
No. 77	50	3,850	0.372	0.007	0.005	0.005		1.00	0.99	-0.61	1.69	
No. 78	50	3,900	0.372	0.007	0.005	0.005		1.00	0.99	-0.61	1.69	
No. 79	50	3,950	0.372	0.007	0.005	0.005		0.99	0.98	-0.62	1.68	
No. 80	50	4,000	0.372	0.007	0.005	0.005		0.99	0.98	-0.62	1.68	
No. 81	50	4,050	0.372	0.007	0.005	0.005		0.98	0.97	-0.63	1.67	
No. 82	50	4,100	0.372	0.007	0.005	0.005		0.98	0.97	-0.63	1.67	
No. 83	50	4,150	0.372	0.007	0.005	0.005		0.97	0.96	-0.64	1.66	
+40	40	4,190	0.372	0.007	0.004	0.004		0.97	0.96	-0.64	1.66	D3014 F.T3-14
No. 84	10	4,200	0.372	0.007	0.001	0.001		0.97	0.96	-0.64	1.66	
No. 85	50	4,250	0.372	0.007	0.005	0.005		0.96	0.95	-0.65	1.65	
No. 86	50	4,300	0.372	0.007	0.005	0.005		0.96	0.95	-0.65	1.65	
No. 87	50	4,350	0.372	0.007	0.005	0.005		0.95	0.94	-0.66	1.64	
No. 88	50	4,400	0.372	0.007	0.005	0.005		0.95	0.94	-0.66	1.64	
No. 89	50	4,450	0.372	0.007	0.005	0.005		0.94	0.93	-0.67	1.63	
No. 90	50	4,500	0.372	0.007	0.005	0.005		0.94	0.93	-0.67	1.63	
No. 91	50	4,550	0.372	0.007	0.005	0.005		0.93	0.92	-0.68	1.62	

Canal Principal de Drainage N.3 (4/4)												S = 1:10000	
N.	Dis-tance	Dist. Cumul.	Vitesse Ecoule.	Charge Vitesse	Pertes de charge			Niveau d'élévation				Canal	Ouvrages
					Totale	Canal	Ouvrages	Energie	Surf	Plafond	Cavalier		
No. 92	50	4,600	0.372	0.007	0.005	0.005		0.92	0.92	-0.68	1.62		
No. 93	50	4,650	0.372	0.007	0.005	0.005		0.92	0.91	-0.69	1.61		
No. 94	50	4,700	0.372	0.007	0.005	0.005		0.91	0.91	-0.69	1.61		
No. 95	50	4,750	0.372	0.007	0.005	0.005		0.91	0.90	-0.70	1.60		
No. 96	50	4,800	0.372	0.007	0.005	0.005		0.90	0.90	-0.70	1.60		
No. 97	50	4,850	0.372	0.007	0.005	0.005		0.90	0.89	-0.71	1.59		
No. 98	50	4,900	0.372	0.007	0.005	0.005		0.89	0.89	-0.71	1.59		
No. 99	50	4,950	0.372	0.007	0.005	0.005		0.89	0.88	-0.72	1.58		
No. 100	50	5,000	0.372	0.007	0.005	0.005		0.88	0.88	-0.72	1.58		
No. 101	50	5,050	0.372	0.007	0.005	0.005		0.88	0.87	-0.73	1.57		
No. 102	50	5,100	0.372	0.007	0.005	0.005		0.87	0.87	-0.73	1.57	D3016	FT3-16
No. 103	50	5,150	0.372	0.007	0.005	0.005		0.87	0.86	-0.74	1.56		
No. 104	50	5,200	0.372	0.007	0.005	0.005		0.86	0.86	-0.74	1.56		
+40	40	5,240	0.372	0.007	0.004	0.004		0.86	0.85	-0.75	1.55	D3017	FT3-17
No. 105	10	5,250	0.372	0.007	0.001	0.001		0.86	0.85	-0.75	1.55		
No. 106	50	5,300	0.372	0.007	0.005	0.005		0.85	0.85	-0.75	1.55		
No. 107	50	5,350	0.372	0.007	0.005	0.005		0.85	0.84	-0.76	1.54		
No. 108	50	5,400	0.372	0.007	0.005	0.005		0.84	0.84	-0.76	1.54		
No. 109	50	5,450	0.372	0.007	0.005	0.005		0.84	0.83	-0.77	1.53		
No. 110	50	5,500	0.372	0.007	0.005	0.005		0.83	0.83	-0.77	1.53		
No. 111	50	5,550	0.372	0.007	0.005	0.005		0.83	0.82	-0.78	1.52		
No. 112	50	5,600	0.372	0.007	0.005	0.005		0.82	0.82	-0.78	1.52		
No. 113	50	5,650	0.372	0.007	0.005	0.005		0.82	0.81	-0.79	1.51		
No. 114	50	5,700	0.372	0.007	0.005	0.005		0.81	0.81	-0.79	1.51		
+15	15	5,715	0.372	0.007	0.052	0.002	0.050	0.76	0.76	-0.84	1.46	D3019	D.C5
No. 115	35	5,750	0.372	0.007	0.004	0.004		0.76	0.75	-0.85	1.45		
+20(E.P)	20	5,770	0.372	0.007	0.002	0.002		0.76	0.75	-0.85	1.45		

## 4.6 Dimensions des canaux de drainage

### 4.6.1 Dimensions des canaux de drainage

Les canaux de drainage sont des canaux traézoïdaux en terre, qui conviennent aux parcelles basses. Pour la conception des canaux de drainage, un coefficient de rugosité (n) de Manning de 0.03 a été utilisé en prenant en compte la condition des canaux plusieurs années après la construction.

• Manning 공식

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad Q = A \times V$$

Où, V : Vitesse d'écoulement (m/sec)

n: Coefficient de rugosité

Q : Débit d'écoulement (m<sup>3</sup>/sec )

R: Rayon hydraulique (m)

A : Section d'écoulement (m<sup>2</sup>)

I: Gradient hydraulique

Les tableaux 4.8, 4.9 et 4.10 donnent les resultats des calculs hydrauliques des canaux de drainage.

Tableau 4.8 Resultats des calculs hydrauliques des canaux principaux de drainage

MDC	Surface (ha)	Q1 (m <sup>3</sup> /s)	A(m <sup>2</sup> )			V(m/sec)				Q2 (m <sup>3</sup> /s)
			B	h	A	R <sup>2/3</sup>	1/i	1/n	v	
DC1	947	5.47	7.0	1.60	15.04	1.115	10,000	33	0.372	5.59
DC2	300	1.73	4.0	1.10	6.22	0.847	10,000	33	0.282	1.76
DC3	958	5.54	7.0	1.60	15.04	1.115	10,000	33	0.372	5.59

※ MDC = Canal principal de drainage

Tableau 4.9 Resultats des calculs hydrauliques pour les canaux de drainage secondaires

MDC	SDC	Area (ha)	Q1 (m <sup>3</sup> /s)	A(m <sup>2</sup> )			V(m/sec)				Q2 (m <sup>3</sup> /s)
				B	h	A	R <sup>2/3</sup>	1/i	1/n	v	
DC1	D11	76	0.44	1.5	0.80	2.16	0.624	10,000	33	0.208	0.45
	D12	496	2.87	6.0	1.20	9.36	0.937	10,000	33	0.312	2.92
DC2	D21	20	0.12	0.5	0.60	0.84	0.463	10,000	33	0.154	0.13
	D22	30	0.17	1.0	0.60	1.14	0.506	10,000	33	0.169	0.19
	D23	250	1.45	4.0	1.00	5.50	0.806	10,000	33	0.269	1.48

※ MDC = Canal principal de drainage / SDC = Canal de drainage secondaire

Tableau 4.10: Resultats des calculs hydrauliques pour les canaux de drainage tertiaires

TDC	Area (ha)	Q1 (m <sup>3</sup> /s)	A(m <sup>2</sup> )			V(m/sec)				Q2 (m <sup>3</sup> /s)
			B	h	A	R <sup>2/3</sup>	1/i	1/n	v	
Tous les canaux(minimum)	15	0.09	0.3	0.6	0.72	0.44	10,000	33	0.15	0.11

※ Q1: Débit de base, Q2: Débit réel / TDC = Canal de drainage tertiaire

## 4.6.2 Revanche

La revanche dans un canal en terre est déterminée par les dimensions du canal (tirant d'eau) et la vitesse d'écoulement. En general la revanche varie de 0.3 à 0.6m. Considerant les critères locaux de conception et le stockage d'eau dans les canaux de drainage, les critères suivants ont été utilisés dans l'étude, comme montré dans le Tableau 4.11.

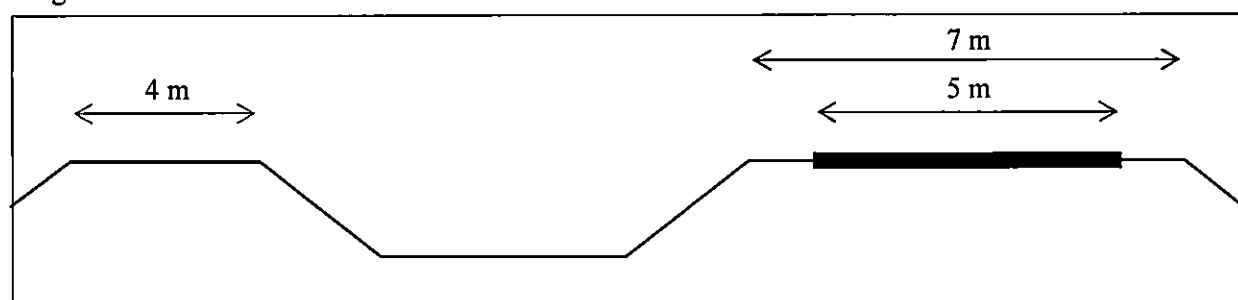
Tableau 4.11 Critères pour la determination de la revanche

Canaux de drainage	Débit (Q)	Revanche (Fd)	Remarques
Canaux principaux de drainage	$\geq 3.5 \text{ m}^3/\text{sec}$	0.7 m	
	$< 3.5 \text{ m}^3/\text{sec}$	0.5 m	
Canaux secondaires de drainage		0.4~0.5 m	
Canaux tertiaires de drainage		0.3 m	

## 4.6.3 Piste lelong du canal de drainage

Les pistes, qui sont situées lelong des canaux principaus de drainage, seront utilisées pour la maintenance des canaux. Les pistes, situées sur la gauche des canaux principaux de drainage, doivent avoir une largeur de 4 mètres. Les pistes, situées sur la droite des canaux principaux de drainage, doivent avoir une largeur de 7 mètres. Elles seront revêtues de latérite (avec une épaisseur de 0.2 mètres et une largeur de 5 mètres), ce qui fait que les véhicules et machines agricoles peuvent circuler même quand il pleut (Fig 4.4).

Fig 4.4 Section transversale du revêtement en Latérite



#### 4.6.4 Dimensions des canaux de drainage

Les dimensions des canaux de drainage ont été déterminées en considérant ce qui suit.

- Vitesse d'écoulement admissible :

une vitesse admissible d'écoulement de 0.3 à 0.4m/s a été utilisée en prenant en compte une conception économique des canaux de drainage, la protection des sols contre l'érosion, et la maintenance des canaux (La vitesse d'écoulement admise est de 0.5m/s pour les canaux en terre à la SAED).

- Talus des canaux: 1V:1.5H

- Coefficient de rugosité: un coefficient de rugosité de Manning (n) de 0.03 a été utilise pour le dimensionnement des canaux en terre.

Les dimensions des canaux de drainage sont comme suit.

Fig 4.5 Une section trapézoidale d'un canal

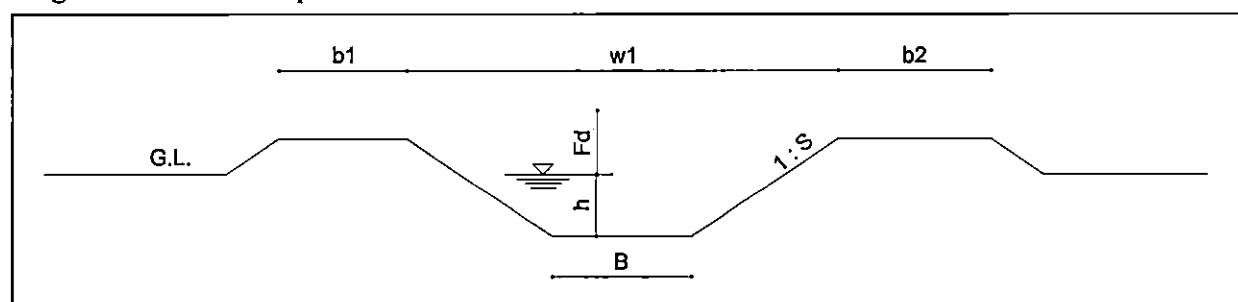


Tableau 4.12 Dimensions des canaux principaux de drainage

Canal principal de Drainage	Q1 (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	B (m)	h (m)	S	Fd	b1 (m)	b2 (m)	W (m)
DC1	5.47	0.372	7.0	1.60	1.5	0.6	4.00	7.00	13.90
DC2	1.73	0.282	4.0	1.10	1.5	0.5	4.00	7.00	8.80
DC3	5.54	0.372	7.0	1.60	1.5	0.7	4.00	7.00	13.90

Tableau 4.13 Dimensions des canaux de drainage secondaires

MDC	SDC	Q1 (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	B (m)	h (m)	S	Fd	b1 (m)	b2 (m)	W (m)
DC1	D11	0.44	0.208	1.5	0.80	1.5	0.5	4.00	7.00	5.40
	D12	2.87	0.312	6.0	1.20	1.5	0.5	4.00	7.00	11.10
DC2	D21	0.12	0.154	0.5	0.60	1.5	0.4	4.00	7.00	3.50
	D22	0.17	0.169	1.0	0.60	1.5	0.4	4.00	7.00	4.00
	D23	1.45	0.269	4.0	1.00	1.5	0.5	4.00	7.00	8.50

※ MDC = Canal principal de Drainage / SDC = Canal de drainage secondaire

Table 4.14 Dimension of the tertiary drainage canal

TDC	Q1 (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	B (m)	h (m)	S	Fd	b1 (m)	b2 (m)	W (m)
Tous canaux (minimum)	0.09	0.147	0.3	0.60	1.5	0.3	4.00	7.00	3.00

※ B: Largeur au plafond, h: Profondeur d'eau, W: Largeur au sommet, b1: Largeur piste (coté gauche), b2: Largeur piste (coté droit), S: Pente latérale, fd: Revanche / TDC = Canal de drainage tertiaire

## 4.7 Ouvrages de drainage

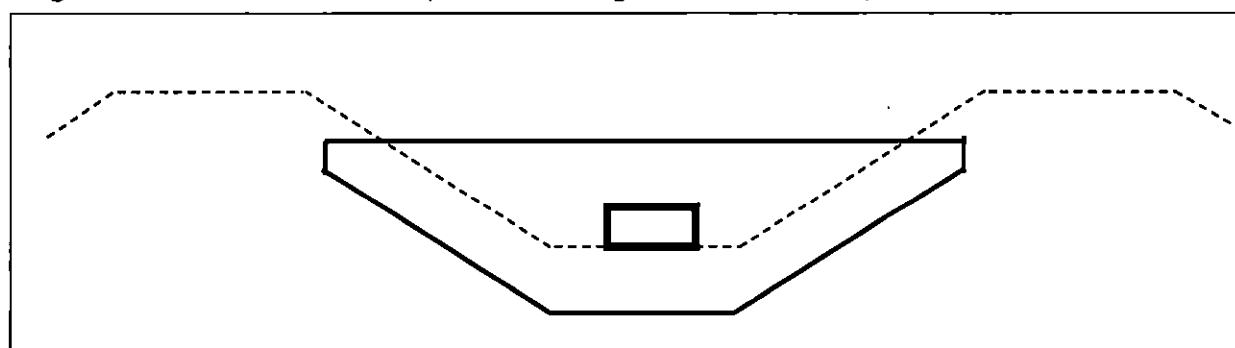
Il a été envisagé d'agrandir les canaux de drainage existants. Des dalots de drainage en béton, qui font passer l'eau d'un coté d'une piste ou d'un canal d'irrigation au coté opposé, ont été prévus dans les canaux principaux de drainage pour la convenance et l'accès facile des habitants. Des passages busés sont prévus dans les canaux de drainage secondaires/tertiaires pour la maintenance du drainage. Les plans des ouvrages de drainage sont donnés dans le Tableau 4.15.

Tableau 4.15 Plan des ouvrages des canaux de drainage

Canaux principaux de drainage				Canaux secondaires de drainage			Canaux tertiaires de drainage		
Ligne	Longueur (m)	Ouvrages de drainage		Ligne	Longueur (m)	Ouvrages	Nombre de lignes	Longueur (m)	Ouvrages de drainage
		Dalots	Ouvrages						
NO.1	5,210	2	12				10	3,710	
				D11	1,000	5	5	1,375	
				D12	2,250	10	10	5,100	
				Total	3,250	15	25	10,185	
NO.2	1,380	2	4	D21	950	1	1	320	
				D22	1,000				
				D23	1,850	1	1	350	
				Total	3,800	2	2	670	
NO.3	5,770	1	23	Total			28	20,540	
Total	12,360	5	39	5 lines	7,050	17	55	31,395	

Le dalot en béton, qui transporte l'eau d'un coté d'une piste ou d'un canal d'irrigation au coté opposé, est montré dans la Fig 4.6.

Fig 4.6 Plan Standard d'un Dalot (Dalot de drainage en forme de caisse)



Les ouvrages de drainage, à l'exception des dalots de drainage, sont des buses en béton, dont les cotés entrée sont les mêmes que ceux des dalots de drainage. De l'autre coté, les sorties des ouvrages de drainage ont la même forme que les entrées des ouvrages de répartition dans les canaux d'irrigation.

Les dimensions des ouvrages de drainage, qui ont été conçus en considérant le système de drainage et les conditions géographiques, sont indiquées dans le Tableau 4.15.

Tableau 4.16 Dimensions des ouvrages de drainage

Canaux princ. de drainage	Canaux second. De drainage	Nom du Canal		Longueur (m)	Ouvrages		Buse		Remarques
		Plan Originel	Plan Révisé		Plan Originel	Plan Révisé	D(m)	L(m)	
DC1		D1	D1		FT65	D.C2			Dalot
		D1001	D1001	80	FT1	FT1-1	0.6	8	
		D1002	D1002	100		FT1-2	0.6	8	
		D1003	D1003	100		FT1-3	0.6	8	
		D1004	D1004	950	FT3	FT1-4	0.6	7	
		D1005	D1005	300	FT44	FT1-5	0.6	7	
		D1006	D1006	750	FT6	FT1-6	0.6	8	
		D1007	D1007	280	FT43	FT1-7	0.6	7	
		D1009	D1008	520	FP14	FT1-8	0.6	7	
		D1009B	D1008-1	200	FT14	FT1-8	0.6	7	
		D1010	D1019	430	FT13	FT1-9	0.6	9	
		MIC No. 4			Fi6	D.C1	0.6	18	Confluence
	D11	D11	D1.1		FS3	FT1.1	0.6	7	
		D1101	D1101	80		FT1.1-1	0.6	6	
		D1102	D1102	320	FT9	FT1.1-2	0.6	7	
		D1103	D1103	150	FT10	FT1.1-3	0.6	6	
		D1104	D1104	825	FT7	FT1.1-4	0.6	7	
	D12	D12	D1.2		FS7	FT1.2	0.6	13	
		D2bis	D1201	740		FT1.2-1	0.6	7	
		D1207	D1202	320	FT32	FT1.2-2	0.6	8	
		D1208	D1203	400	FS6	FT1.2-3	0.6	10	
		D1209	D1204	850	FT21	FT1.2-4	0.6	9	
		D1209B	D1204-1	340	FT19	FT1.2-4-1	0.6	7	
		D1211	D1205	250	FT36	FT1.2-5	0.6	7	
		D1212	D1206	520	FT15	FT1.2-6	0.6	8	
		D1213	D1207	830	FT41	FT1.2-7	0.6	7	
		D1213B	D1207-1	850	FT39	FT1.2-7-1	0.6	7	
		Total		10,185		27 EA		218	

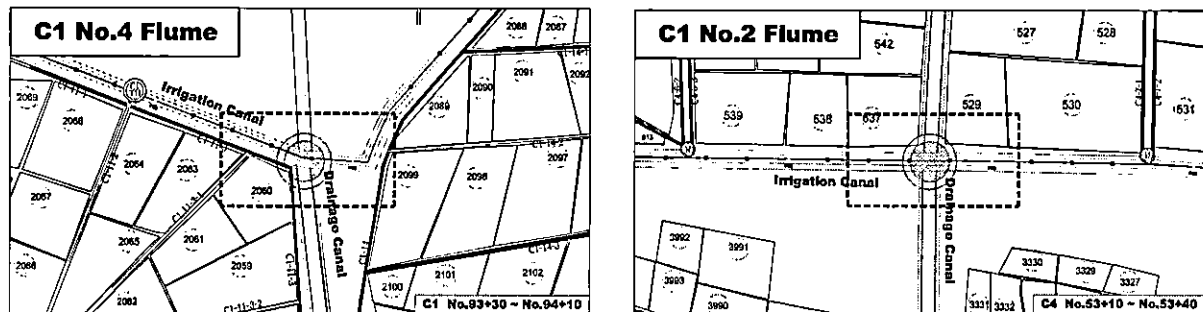


Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
l'irrigation du perimetre Grand Digue Tellé, Senegal

Canaux princ. de drainage	Canaux second. De drainage	Nom du Canal		Longueur (m)	Ouvrages		Buse		Remarques
		Plan Originel	Plan Révisé		Plan Originel	Plan Révisé	D(m)	L(m)	
DC2	D2				PVC	D.C3			
						D.C4			Point final
	D21	D21	D2.1						
		D211	D2101		FT2.1-1	0.6	10		
	D22	D22	D2.2		FT2.2	0.6	10		
	D23	D23	D2.3		FT2.3	0.6	10		
	D231	D231	D2301	FT	FT2.3-1	0.6	10		
		Total			6 EA		56		
DC3		D3001-4	D3001	170	FT62	FT3-1.	0.6	10	
		D3001-3	D3002	450	FT64	FT3-2	0.6	10	
		D3001-2	D3003	330		FT3-3	0.6	10	
		D3001	D3004	700	FT45	FT3-4	0.6	19	
		D3001-1	D3004-1	400	FT46	FT3-4-1	0.7	12	
		D3002	D3005	800	FT49bis	FT3-5	0.6	10	
		D3003	D3006	600	FT48	FT3-6	0.7	11	
		D3004	D3007	500	FT50	FT3-7	0.6	9	
		D3004-1	D3007-1	250	FT49	FT3-7-1	0.6	10	
		D3005	D3008	900	FT60	FT3-8	0.6	6	
		D3005-1	D3008-1	430	FT61	FT3-8-1	0.6	8	
		D3006	D3009	370		FT3-9	0.6	8	
		D3007	D3010	950		FT3-10	0.6	8	
		D3008	D3011	550	FT59	FT3-11	0.6	11	
		D3009	D3012	2,050	FT53	FT3-12	0.6	14	
		D3009-1	D3012-1	480	PVC				
		D3009-2	D3012-2	230					
		D3010	D3013	750	FT58	FT3-13	0.6	11	
		D3012	D3014	950					
		D3012-1	D3014-1	780	FT54	FT3-14	0.6	17	
		D3013	D3015	1,150	FT58	FT3-15	0.6	11	
		D3014	D3016	1,250		FT3-16	0.6	11	
		D3015	D3017	850	FT57	FT3-17	0.6	17	
		D3015-1	D3017-1	300					
		D3016	D3018	2,220		FT3-18	0.6	11	
		D3016-1	D3018-1	950					
		D3017	D3019	480	FT55	D.C	0.7	9	
		D3017-1	D3020	700		FT3-20	0.6	8	
		Total		20,540		23 EA		282	

Deux dalots de drainage ont été prévus dans les canaux de drainage pour faire passer l'eau sous les canaux d'irrigation. Les emplacements et les plans des deux dalots de drainage sont indiqués dans les Figs 4.7 and 4.8.

Fig 4.7 Carte de situation des dalots de drainage



---

## **Chapitre 5**

# **Conception Mécanique et Electrique de la Station de Pompage**

## Chapitre 5

### Conception Mécanique et Electrique de la Station de Pompage

#### 5.1 Equipements mécaniques

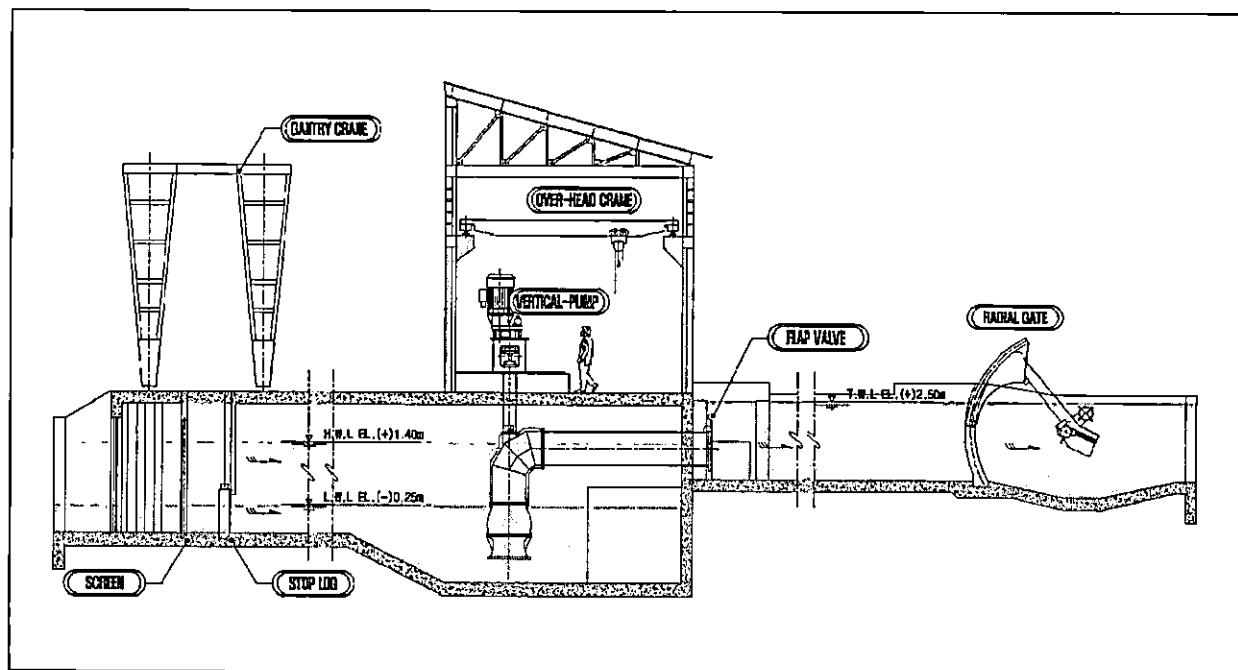
##### 5.1.1 Etat actuel de la station de pompage

La station de pompage de Grande Digue-Tellél fournit de l'eau d'irrigation à la zone de Grande Digue-Tellél. Les pompes à axe vertical de la station de pompage relèvent l'eau de la bêche d'aspiration pour la refouler dans le bassin de dissipation (ouvrage en béton).

La station de pompage a été construite en 1977. Les pompes ont été remplacées par des pompes nouvelles d'une capacité de  $6.0\text{m}^3/\text{s}$  en 2009 parcequ'elles étaient usées. Les pompes de la station sont quatre pompes à axe vertical, 1.5 mètres cubes par seconde ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) chacune, 900 mm de diamètre.

Les pompes de la station de pompage de Grande Digue-Tellél relèvent l'eau de la bêche d'aspiration (ouvrage d'admission) pour la refouler dans le bassin de dissipation, comme indiqué dans la figure suivante. La station de pompage contient des batardeaux et des grilles de protection dans l'ouvrage d'admission. La station de pompage est également équipée d'une grue pour l'entretien des équipements.

Fig 5.1: Equipements de Crane



Il y a une piste de 4 mètres de large entre l'aspiration et la station de pompage. L'eau est acheminée des équipements d'aspiration à la station de pompage à travers l'ouvrage en béton, situé sous la piste.

Le bâtiment de la station de pompage est un ouvrage en béton armé. La station de pompage inclut des équipements de pompage et des équipements électriques. La station de pompage contient également une grue pour la maintenance des équipements.

L'eau relevée de la bêche d'aspiration au bassin de dissipation (ouvrage en béton) est fournie aux canaux d'irrigation par gravité.

Dans le bassin de dissipation, 4 (quatre) clapets anti retour sont installés à l'extrémité aval des conduites pour empêcher le retour des eaux à la station de pompage. Pour éviter le débordement des canaux d'irrigation, une vanne radiale à flotteur (à niveau constant), qui fonctionne automatiquement en fonction du niveau d'eau, est installée à la sortie du bassin de dissipation.

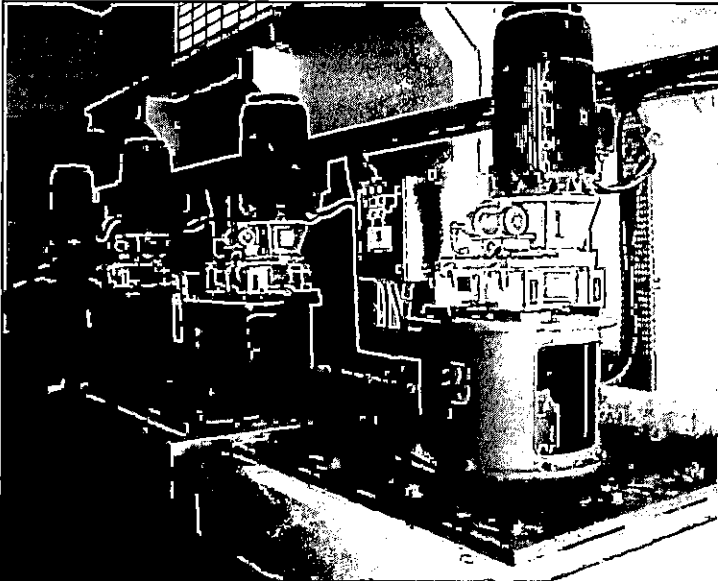
Le bassin de dissipation est également équipé d'un déversoir de sécurité et d'une vanne de controle, qui doivent protéger les ouvrages en retournant l'eau à la bêche d'aspiration quand le niveau d'eau monte trop haut dans le bassin de dissipation à cause d'un mauvais fonctionnement des pompes.

## **5.1.2 Principaux équipements de la station de pompage**

### **(1) Pompes**

La station de pompage de Grande Digue-Tellel a été construite en 1977. En 2009, les pompes ont été remplacées par des pompes nouvelles (fabriquées en Inde), qui sont en bon état.

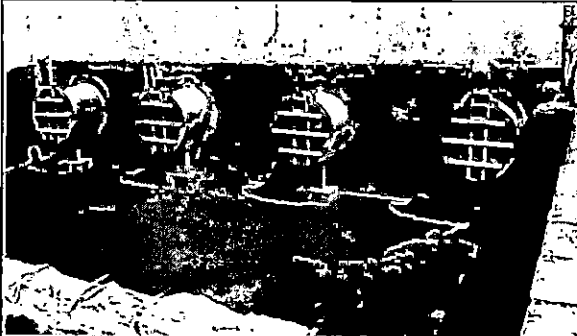
Tableau 5.1: Dimension des installations de pompage Station

	Rubrique	Contenu
	Type de pompe	Pompe à axe vertical
	Diamètre( $\varnothing$ mm)	900
	Nombre(EA.)	4
	Discharge( $m^3/sec$ )	$1.5 \times 4 = 6.0$
	HMT(m)	2.38
	Puissance(kW)	68
	Pays d'origine	Inde

### (2) Clapets anti retour

Les clapets anti retour, installés au bout des conduits de refoulement pour empêcher le retour des eaux, sont en bon état.

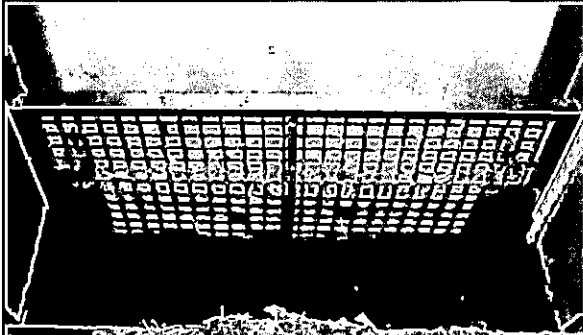
Tableau 5.2: Dimension du clapet

	Rubrique	Contenu
	Type	Non motorisé
	Diamètre( $\varnothing$ mm)	900
	Nombre(EA.)	4

### (3) Grilles de protection

Les grilles de protection, qui sont installées coté aspiration, doivent protéger les pompes en empêchant les ordures et débris d'entrer dans la station de pompage. Bien qu'il y ait de la rouille sur certaines parties des grilles, il n'y a aucun problème à les utiliser.

Tableau 5.3: Dimension de l'écran

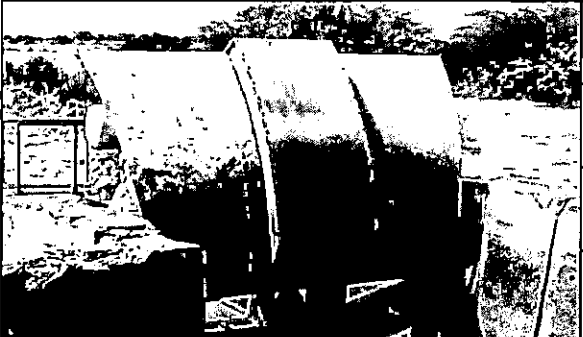
	Rubrique	Contenu
	Qualité	Acier (SS410)
	Dimensions	2.35m × 2 jeux 2.30m × 2 jeux
	Enlèvement des débris	Manuellement (par une personne)

#### (4) Vanne à niveau constant

##### 1) Vanne à niveau constant dans le canal d'irrigation

La vanne à niveau constant est installée à la sortie du bassin de dissipation tranquillisation pour empêcher le débordement des canaux d'irrigation en controlant l'écoulement d'eau. Le type est la vanne radiale à flotteur, dont le fonctionnent dépend du niveau d'eau. Quand le niveau d'eau du canal d'irrigation monte à un certain niveau, la vanne se ferme automatiquement. Il y a de la corrosion sur le flotteur et le reste de la vanne.

Tableau 5.4: Dimension de la porte de contrôle dans le canal d'irrigation

	Rubrique	Contenu
	Type	Vanne à niveau constant
	Spécification	4.3m × 1 ligne
	Nombre (EA.)	1


##### 2) Vanne de controle du déversoir

Un déversoir lateral et une vanne de controle sont installés au niveau du bassin de dissipation pour protéger les ouvrages en retournant l'eau à l'aspiration de la station de pompage quand le niveau d'eau dans le bassin monte jusqu'à un certain niveau du fait d'un mauvais fonctionnement des installations de pompage. Le deversoir latéral, qui connecte le bassin au coté fleuve, est un ouvrage en béton installé parallèlement au mur latéral de la station de pompage.

La vanne de controle du déversoir installée au niveau du bassin est hors d'usage à cause de son age et de la corrosion. Il est impossible de controller le niveau d'eau dans le bassin de dissipation. Donc,

l'ouvrage a été utilisé en bloquant temporairement le déversoir avec de la terre.

Tableau 5.5: Dimension de la porte de contrôle de l'évacuateur de crues


	Rubrique	Contenu
	Type	Vanne en acier
	Specification	W1.0m×H1.0m×1 ligne
	Méthode de fonctionnement	Fonctionnement manuel (fonctionne manuellement)

### 5.1.3 Equipements pour la maintenance

#### (1) Grue pour la station de pompage

La grue qui est nécessaire pour la maintenance des pompes est actionnée manuellement. Il n'y a apparemment aucun problème à utiliser la grue, bien qu'elle ait besoin d'être partiellement repeinte et lubrifiée.

Tableau 5.6: Dimension des ponts roulants de la station de pompage

	Rubrique	Contenu
	Type	Type CHAIN BLOCK
	Tonnage	5tonnes
	Nombre (EA.)	1

#### (2) Batardeaux

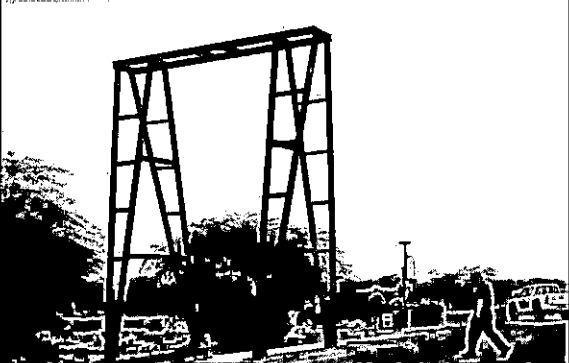
Les batardeaux sont installés du côté de l'aspiration pour arrêter l'écoulement d'eau pour des réparations ou des vérifications des grilles et des installations basses de la station de pompage. Les batardeaux, qui sont enlevés en temps normal et installés quand cela est nécessaire, sont considérés comme perdus. Il n'y a pas de batardeaux dans la station de pompage.



### (3) Grue coté aspiration de la station de pompage

La grue, installée coté aspiration hors de la station de pompage, est utilisée pour l'installation et l'enlèvement des batardeaux et pour l'inspection et la réparation des grilles. Le rail et l'équipement de levage sont perdus. Une corrosion severe a attaqué le corps de la grue. Les parties mobiles de la grue sont hors d'usage. Il est impossible d'utiliser la grue.

Tableau 5.7: Dimension de la grue portique à la partie d'entrée de la station de pompage

	Rubrique	Contenu
	Type	Fonctionnement manuel
	Tonnage	5 tonnes
	Nombre (EA.)	1

## 5.1.4 Agrandissement de la station de pompage

### 5.1.4.1 Principes de base pour la conception

La station de pompage agrandie sera construite près de la station de pompage existante, ce qui rend plus facile la maintenance des pompes dans le même espace. De nouveaux chenaux seront construits avec la même largeur que les chenaux existants de sorte que les batardeaux puissent être utilisés dans les chenaux existant et nouveau.

Une grue sera fournie pour la maintenance des stations de pompage existante et nouvelle.

Les caractéristiques des pompes additionnelles installées sont similaires à celles des pompes existantes, ce qui facilitera la maintenance des pompes. Une conception unifiée de la station de pompage a été faite pour contribuer à l'harmonie visuelle globale.

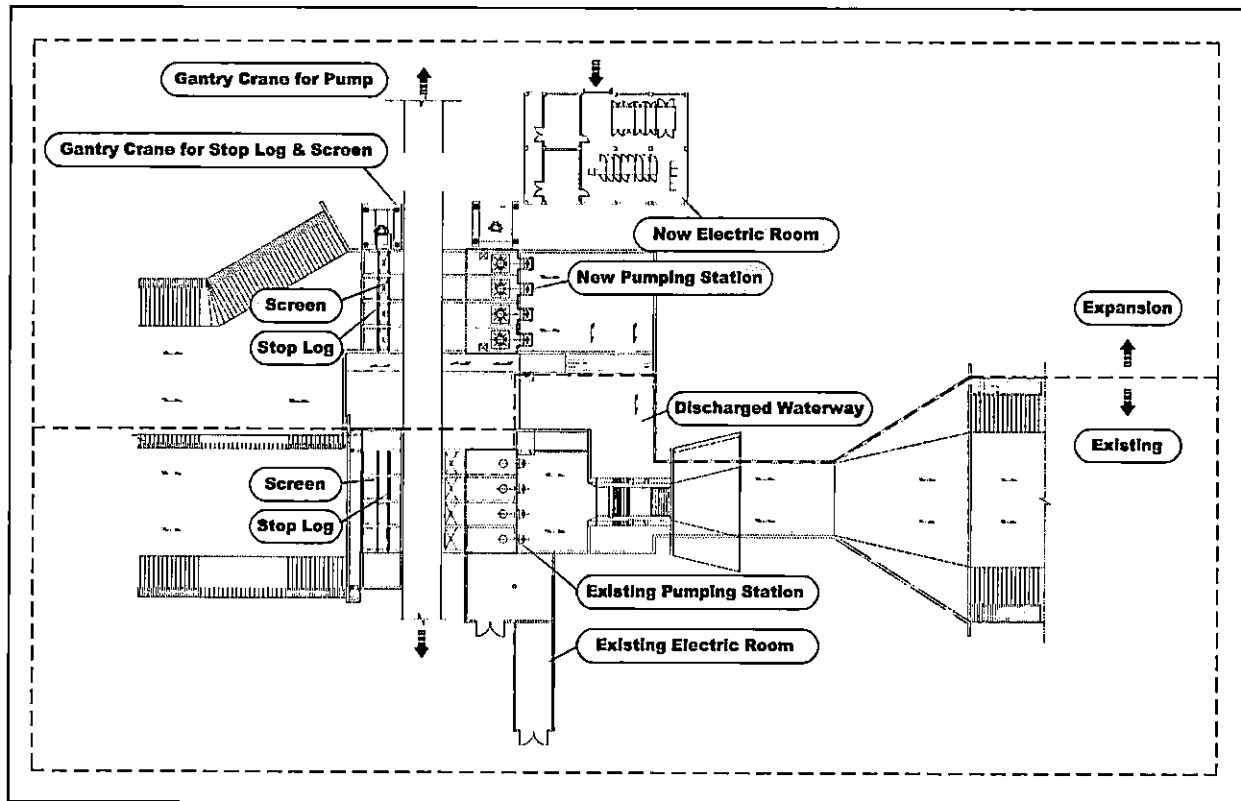
Des ouvrages d'aspiration comme les chenaux et la bêche d'aspiration seront agrandis comme il convient pour faciliter l'arrivée d'eau. Le bassin de dissipation sera agrandi pour servir aux stations de pompage existante et additionnelles.

Le déversoir existant sera enlevé parce qu'en mauvais état. Un nouveau déversoir, avec une vanne de contrôle pour contrôler le niveau d'eau dans le bassin de dissipation, sera installé dans la nouvelle (additionnelle) station de pompage. La vanne radiale installée dans le bassin de dissipation

sera enlevée. Une vanne nouvelle sera installée dans le canal principal d'irrigation.

Le plan d'agrandissement de la station de pompage est montré dans la figure qui suit. Le marigot Gorom-Lampsar est à gauche et le canal d'irrigation est à droite sur la figure.

Fig 5.2: Agrandissement de la station de pompage



#### 5.1.4.2 Conditions de base pour la conception

##### (1) Principes pour la conception

Les équipements de pompage doivent fonctionner avec un bon rendement et avoir un faible coût de maintenance.

Les composants doivent être simples de sorte que les pannes soient rares.

Les nouveaux (additionnels) équipements de pompage doivent être compatibles avec ceux qui existent.

La fourniture d'eau, de carburant, et les remplacements fréquents de consommables pour les équipements de pompage doivent être réduits au minimum.

## (2) Débit

Tableau 5.8: Débit

Debit existant (m <sup>3</sup> /sec)	Debit extension (m <sup>3</sup> /sec)	Debit total (m <sup>3</sup> /sec)
6.0	5.6	11.6

## (3) Niveau d'eau

Dans la station de pompage, le niveau d'eau bas est de EL. -0.25m et le niveau d'eau au refoulement est EL. 2.50m. La hauteur manométrique totale est de 2.75m.

Tableau 5.9: niveau d'eau

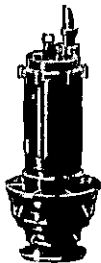


Niveau bas d'eau (L.W.L)	Niveau d'eau refoulement (T.W.L)	Hauteur manométrique totale
EL. -0.25m	EL. 2.50m	2.75m

### 5.1.4.3 Principaux équipements de la station de pompage

#### (1) Choix des pompes

Des pompes axiales submersibles ont été sélectionnées pour la nouvelle station de pompage. Les rsultats de la comparaison sont donnés dans le tableau suivant. Les pompes à ligne d'arbre vertical installées dans la station de pompage existante requièrent un abri pour leur protection parce que les moteurs sont installés au sol. Cependant, les pompes axiales submersibles qui seront installées dans la nouvelle station de pompage ne nécessitent pas un abri parce qu'elles sont installées dans l'eau. Les équipements associés aux pompes axiales submersibles sont simples.

Tableau 5.10: Choix de la pompe

Description	Pompe axiale submersible	Pompe à ligne d'arbre verticale	Pompe à ligne d'arbre horizontale
Forme			
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins de bruit et de vibration.</li> <li>• pas d'espace requis pour l'installation.</li> <li>• Les équipements sont simples.</li> <li>• Difficiles à inspecter et à réparer.</li> <li>• Les gens s'inquiètent des accidents parce que le moteur est immergé.</li> <li>• Coûteux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins de bruit et de vibration.</li> <li>• Moins d'espace est requis pour l'installation compare à d'autres types de pompes.</li> <li>• Les équipements sont simples .</li> <li>• Durable parce que le moteur est au sol .</li> <li>• Difficultés pour verifier les conditions de fonctionnement et difficultés pour la lubrification.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à faire fonctionner parce que les parties principales sont sous abri.</li> <li>• Plus de bruit et de vibrations.</li> <li>• Demande beaucoup d'espace compare à d'autres types de pompes.</li> <li>• Les équipements associés tels qu'une pompe à vide sont nécessaires.</li> <li>• Inspections et reparations faciles.</li> </ul>
Selection	⊙		

## (2) Differences dans la qualité des pompes entre pays fabricants

Il y a plusieurs types de pompes dans le monde entier, qui sont compatibles. Des pièces detaches telles que les roulements sont également compatibles. C'est pourquoi, les differences dans le rendement des pompes ne sont pas significatives entre pompes. Il peut y avoir des differences dans les usines de fabrication des differents pays. Les differences dans la qualité de fabrication, cependant, ne sont pas significative entre pays parce que le rendement proposé correspond aux specifications de rendement minimum pour ce Projet.

### (3) Nombre de pompes

Prenant en compte la capacité totale de pompage, le rendement des pompes, le mode opératoire, l'espace disponible dans la station de pompage, la maintenance, et la compatibilité avec les équipements existants, les nombre de pompes a été choisi.

Considérant le chenal d'amenée existant (largeur 2.3m, 2.35m) entre le marigot Gorom-Lampsar et la station de pompage, des unités de pompage d'un diamètre de 800mm (environ 1/3 de la largeur du chenal) ont été sélectionnées. Les batardeaux peuvent être utilisés pour le chenal existant et un nouveau chenal. Prenant en compte la capacité totale de pompage et la capacité d'une (1) unité de pompage, quatre (4) pompes sont requises.

### (4) Diamètre des pompes

- Type de pompe: Pompes submersibles
- Capacité des pompes: 5.6m<sup>3</sup>/sec (336m<sup>3</sup>/min)
- Nombre de pompes: 4 EA.
- Débit par pompe: 1.4 m<sup>3</sup>/sec (84m<sup>3</sup>/min)
- Diamètre pompe

$$D = 146 \sqrt{\frac{Q}{V}} = 146 \sqrt{\frac{84}{1.5 \sim 3}} = 1092.56 \sim 772.56 \text{ mm}$$

Où, Q : débit par pompe 84m<sup>3</sup>/min

V : Vitesse d'écoulement dans la pompe 1.5~3.0m/s

∴ Diamètre requis d'une pompe : 1092.56 ~ 772.56mm. D800mm a été choisi sur la base des spécifications.

### (5) Calcul de la puissance des pompes

#### 1) HMT de base

La HMT peut être obtenue en ajoutant les pertes de charge à la hauteur géométrique totale.

#### ① Hauteur réelle de base (HGT)

$h_a$  = Niveau d'eau envisagé au refoulement (EL. 2.5m)

– Niveau d'eau initial d'aspiration (EL. -0.25) = 2.75m

② Pertes de charge totales

$$\Delta h = Pdc \text{ linéaires} + pdc \text{ dans les coudes} + pdc \text{ clapet anti retour} + pdc \text{ sortie} = 1.258m$$

Tableau 5.11: perte de charge

Rubrique	Pdc linéaires	Pdc coudes	Pdc clapet anti retour	Pdc sortie	Pdc totale
Loss of head (m)	0.115	0.393	0.353	0.397	1.258

① Charge totale disponible pour les pompes

$$H = h_a + \Delta h = 2.750 + 1.258 = 4.008m \approx 4.1m$$

Où,  $h_a$  : Charge réelle de base (HGT)

$\Delta h$  : Pdc totale 1.258m

2) Puissance pompes

① Puissance arbre pompe (Puissance requise sur l'arbre de la pompe)

$$P_s = 0.163 \times \frac{\gamma \times Q \times H}{\eta} = 0.163 \times \frac{1 \times 84 \times 4.1}{0.78} = 71.97kW$$

Où,  $\gamma$  : Poids volumique du fluide  $1kg/\ell$

$Q$  : Débit par pompe  $84m^3/min$

$H$  : HMT de base 4.1m

$\eta$  : rendement pompe 78%

② Puissance du moteur

$$P = \frac{P_s \times (1 + \alpha)}{\eta_b} = \frac{72 \times (1 + 0.15)}{1.00} = 82.77kW \Rightarrow 90kW$$

Où,  $P_s$  : Puissance requise sur l'arbre du moteur 71.97kW

$\alpha$  : Rythme de controle du moteur 0.15

$\eta_b$  : Efficience de connection de l'arbre 1.00

Tableau 5.12: Rendement de la pompe

Pompe (mm)	Pompe à ligne d'arbre verticale (%)	Pompe à ligne d'arbre horizontale (%)	Pompe submersible (%)
600	75	77	76
700	76	79	77
800	77	80	78
900	78	80	79
1,000	79	82	80

Tableau 5.13: Pourcentage de moteur et moteurs de rechange

Division	Motor		Internal combustion engine	
	Head change (min)	Head change (min)	Head change (min)	Head change (min)
Pompes centrifuges	0.10	0.15	0.15	0.20
Pompes à debit mixte	0.15	0.20	0.25	0.30
Pompes à debit axial	0.20	0.25	0.30	0.35

Tableau 5.14: Efficacité de connexion pour l'arbre

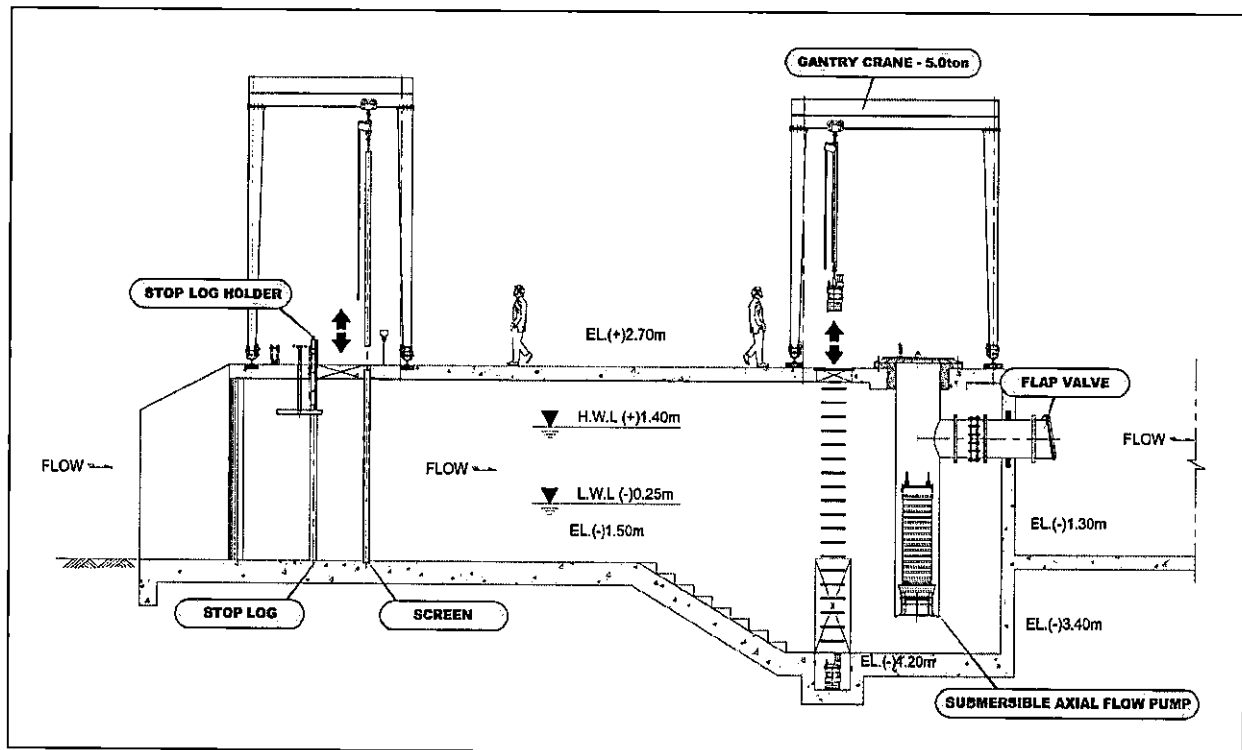
Type	Type Direct	Type engrenage	Type à accouplement
Efficience (%)	1.00	0.94~0.97	0.96

#### 5.1.4.4 Equipements pour faciliter la maintenance

##### (1) Plan pour les équipements facilitant la maintenance

Les équipements facilitant la maintenance ont été envisagés pour maximiser le fonctionnement des pompes et permettre une maintenance facile. Ces équipements de la nouvelle station de pompage facilitant la maintenance ont été envisagés pour être utilisés dans la nouvelle station et la station de pompage existante, ce qui améliorera l'efficacité du fonctionnement de la station de pompage existante.

Fig 5.3: Plan pour les installations auxiliaires



## (2) Clapet anti retour

Des conduits de refoulement seront installés pour connecter les pompes au bassin de dissipation. Une vanne anti retour installée au bout de chaque tuyau de refoulement pour empêcher le retour des eaux. Quatre clapets d'un diamètre de 800mm, qui sont du même diamètre que la pompe, seront installés sur les conduites de refoulement.

## (3) Grilles de protection

Quatre grilles de protection seront installées sur le chenal pour protéger les pompes en empêchant que des débris entrent dans la station de pompage. Quatre grilles (B 2.35 × H 2.0 m × 2 EA et B 2.3 × H 2.0 m × 2 EA) seront installées. Puisque les grilles sont immergées, elles seront faites en matière inoxydable pour les empêcher de rouiller.

Comme l'eau du marigot Gorom-Lampsar est claire et comme la station de pompage ne fonctionne pas en période de crue, il est estimé qu'il n'y a pas beaucoup de débris dans l'eau. C'est pourquoi, les grilles vont être manipulées manuellement pour l'enlèvement des débris avant la mise en route des pompes. Les grilles existantes aussi doivent être manipulées manuellement pour l'enlèvement des débris. Les pompistes aussi doivent enlever les débris manuellement des grilles existantes.



#### **(4) Equipements pour batardeaux**

Les batardeaux sont installés à l'aspiration pour arrêter l'écoulement d'eau pour réparer ou vérifier la grille et les structures basses de la station de pompage. Les batardeaux de la station de pompage existante sont considérés comme perdus.

Le chenal de la nouvelle station de pompage va avoir la même largeur que la station de pompage existante. C'est pourquoi, les deux batardeaux envisagés avec une largeur de 2.35 m et 2.30 m seront utilisés pour les stations de pompage nouvelle et existante.

Les deux batardeaux seront en acier, parce qu'ils seront utilisés seulement si nécessaire.

#### **(5) Grue**

##### **1) Grue pour la maintenance des batardeaux et grilles**

Comme il est impossible d'installer les batardeaux et les grilles manuellement, une grue sera mise en place pour faciliter la maintenance. Une grue avec un type de rail sera installée dehors et sera utilisée pour les stations de pompage nouvelle et existante. La grue détériorée qui est actuellement à la station de pompage existante sera enlevée. La grue aura une capacité de 5 tonnes. Elle ne sera pas fréquemment utilisée, et n'aura pas à lever des charges trop lourdes.

##### **2) Grues pour pompes submersibles**

Des pompes submersibles seront installées dans la nouvelle station de pompage. Il n'est pas envisagé de construire un nouveau bâtiment station de pompage. Une grue sera installée pour la maintenance des nouvelles pompes submersibles.

La grue, qui sera installée en dehors de la station de pompage, sera utilisée pour soulever les pompes. Il est envisagé que la capacité soit de 5 tonnes (même type que la grue de la station de pompage existante).

## **(6) Vannes de controle**

### **1) Vanne du déversoir de sécurité**

Le bassin de dissipation est équipé d'un déversoir et d'une vanne, qui doivent décharger l'eau vers l'aspiration de la station de pompage quand le niveau d'eau dans le bassin de dissipation est trop élevé.

La vanne (B 1.0 m × H 1.0 m × 1 vanne) sera installée dans le bassin de dissipation. Comme elle ne sera pas utilisée fréquemment, il est envisagé de la faire fonctionner manuellement.

### **2) Vanne de controle dans de canal principal d'irrigation**

Pour une distribution efficient de l'eau d'irrigation, des vannes de controle vont être installées au point de séparation du canal principal d'irrigation, 170 m à l'aval de la station de pompage. La vanne, du type à crémaillère (B 2.0m × H 1.5m×3 vannes) qui est motorisée, sera contrôlée localement (sur place) et à distance à partir de la station de pompage.

## **(7) Autres équipements de pompages**

### **1) Pompe pour evacuation d'eaux usées**

Pour le nettoyage de la bache d'aspiration ou la maintenance des pompes, les manœuvres doivent entrer dans la bache. Dans ce cas, l'eau doit être pompée et rejetée dehors en utilisant une pompe mobile submersible après blockage de l'arrivée d'eau dans la bache d'aspiration par les batardeaux. Il a été décidé que ce soit une pompe mobile parce qu'elle ne sera pas utilisée fréquemment. Elle sera conservée dans le magasin pour être utilisée quand c'est nécessaire. La pompe aura les caractéristiques 100 Ø mm × 5.5kW × 1EA.

### **2) Pompe pour fourniture d'eau à l'intallation d'énergie solaire PV**

Une installation d'énergie solaire PV doit fournir l'énergie à la nouvelle station de pompage. La surface des panneaux solaires doit être maintenue propre pour generer de l'électricité de manière efficiente. C'est pourquoi, il est envisagé de nettoyer les panneaux solaires avec de l'eau refoulée par des pompes. Deux pompes seront installées près de la nouvelle station de pompage. Les pompes auront les caractéristiques 25 Ø mm × 0.8kW × 2EA

### 5.1.5 Liste des équipements additionnels de la station de pompage

Fig 5.4: Plan des installations supplémentaires de la station de pompage

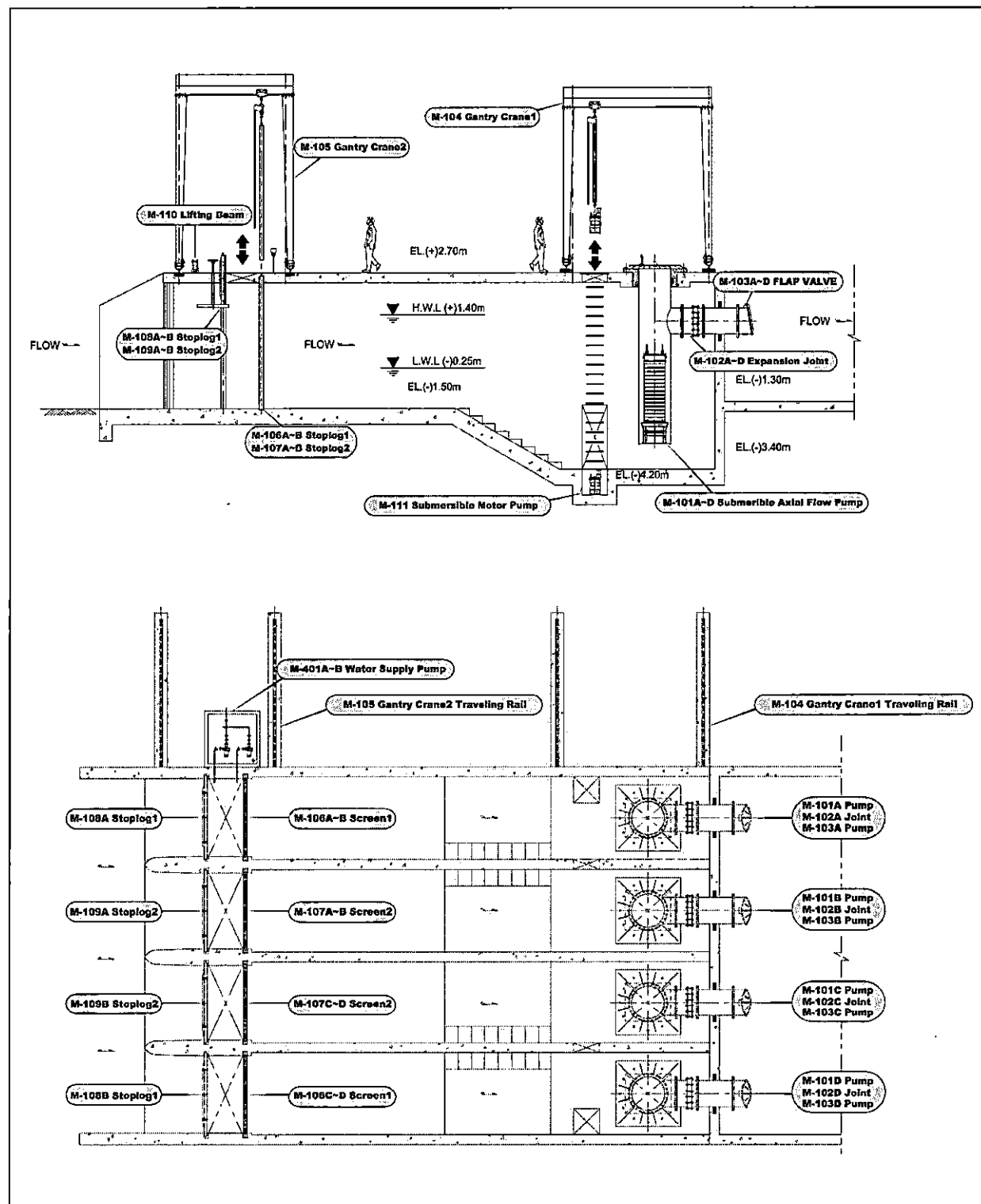


Tableau 5.15: Liste des installations supplémentaires de la station de pompage

No	Nom des équipements	Forme & Dimensions	Puissance (kW)	Q'té	Unité
M-101A~D	Pompe princip.	Pompe submersible 1.4m <sup>3</sup> /sec × H4.1m × D800mm	90	4	EA.
M-102A~D	Pompe princ. Joint de dilat.	Joint de dilatation D800mm × F12	-	4	EA.
M-103A~D	Clapet anti retour	Vanne pour empêcher le retour des eaux D800mm × F12	-	4	EA.
M-104	Grue1 (Pompe)	Grue type Single Girder 5.0Tonnes, Rail:16.0m, Envergure:4.5m	-	1	EA.
M-105	Grue2 (Grille,Batardeaux)	Grue type Single Girder 5.0Tonnes, Rail:40.0m, Envergure:3.5m	-	1	EA.
M-106A~B	Grille 1	Grille à barres plates, Espacement barres 30mm Dimensions: L2.35m × H4.1m	-	2	EA.
M-107A~B	Grille 2	Grille à barres plates, Espacement barres 30mm Dimensions: L2.30m × H4.1m	-	2	EA.
M-108A~B	Batardeau1	Batardeau:L2.53m × H1.50m Dimensions:L2.35m × H1.5m	-	2	EA.
M-109A~B	Batardeau2	Batardeau:L2.48m × H1.50m Dimensions: W2.30m × H1.5m	-	2	EA.
M-110	Poutre de levage	Poutre de levage (pour Batardeaux)	-	1	EA.
M-111	Motopompe submersible	Eaux usées et Pompes d'évacuation H9.0m × D100mm	5.5	1	EA.
M-201	Vanne	Vanne pour deversoir: L1.0m × H1.0m Manivelle: Type Hand Spindle(manuelle)	-	1	EA.
M-301A~C	Vanne à crémaillère	Vanne pour canaux princ. L2.0m × H1.5m Manivelle:Type Electric Spindle(electrique)	3.7	3	EA.
M-401A~B	Pompes surpresseuses	Pompes pour fourniture d'eau à la station solaire H24.0m × D25mm	0.8	2	EA.

## **5.2. Equipements électriques**

### **5.2.1 Equipements électriques pour la nouvelle station de pompage**

#### **5.2.1.1 Généralités**

- Les équipements électriques doivent être conçus pour assurer une fourniture d'électricité sûre et dépendable.
- Chaque équipement doit être choisi pour que la maintenance en soit efficace et économique.
- Les équipements doivent être choisis de manière à permettre une opération (un fonctionnement) intégrée des stations existante et nouvelle.
- Les composants de l'installation devraient demander une réparation et une maintenance simples.
- En considérant les coûts énergétiques, l'énergie renouvelable devrait être utilisée.

#### **5.2.1.2 Grandes lignes décrivant les équipements**

##### **(1) Généralités**

La station de pompage de Grande Digue-Tellel, qui fonctionne actuellement, est l'ouvrage qui prélève de l'eau du marigot Gorom-Lampsar pour irriguer les parcelles. Ce Projet doit agrandir la station de pompage à cause de l'accroissement des surfaces agricoles.

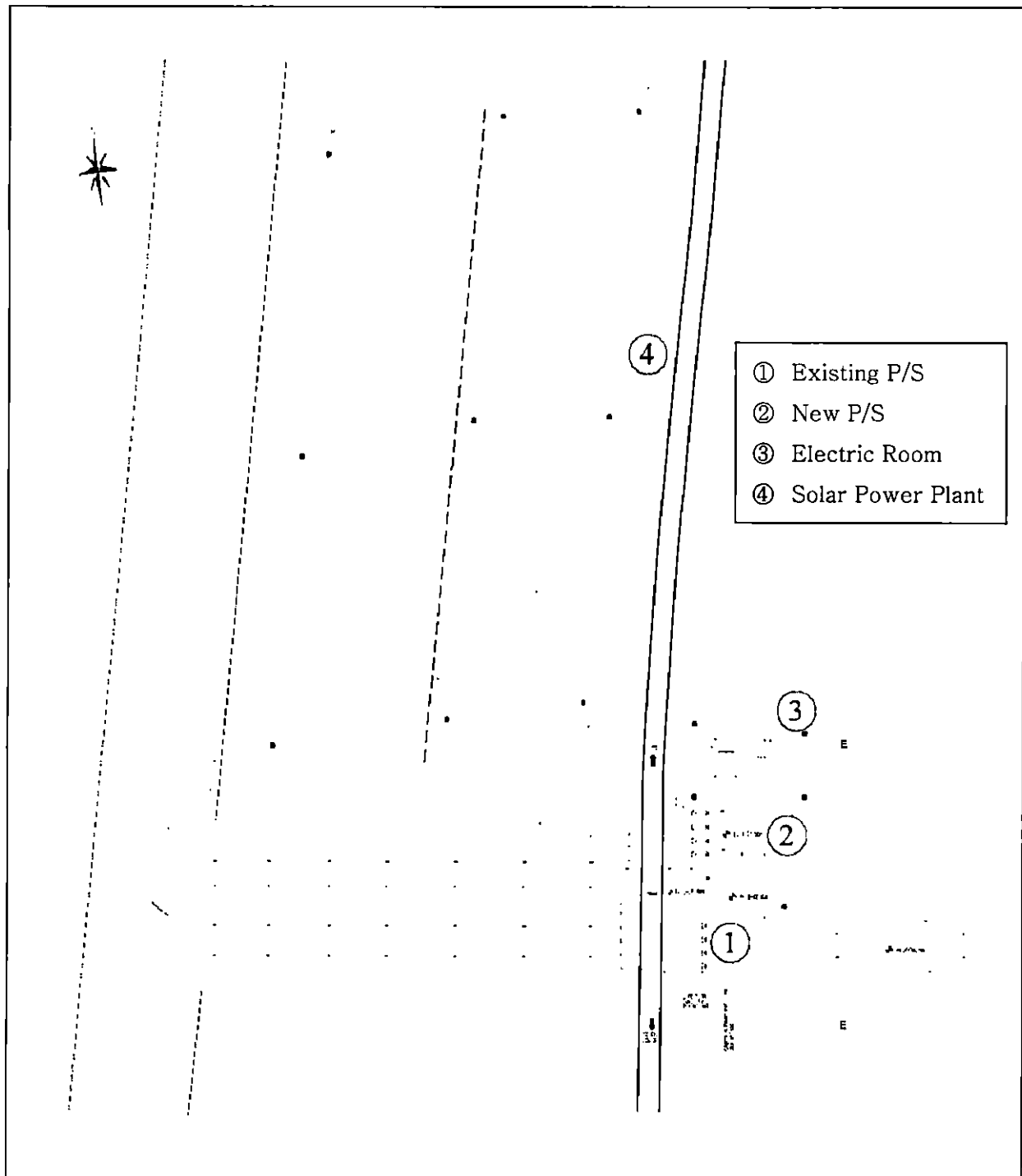
Pour utiliser les canaux d'irrigation existants, une nouvelle station de pompage sera construite, adjacente et parallèle à la station de pompage existante.

La station de pompage existante a été construite en 1977. La rehabilitation des moteurs et de certaines parties des installations électriques a été faite en 2009. Actuellement, il semble n'y avoir aucun problème dans le fonctionnement de la station de pompage. Cependant, la rehabilitation de l'installation électrique est nécessaire pour un fonctionnement stable et pour la sécurité du pompiste.

Les équipements existants détériorés de l'actuelle station de pompage seront enlevés. Les nouveaux équipements ont été étudiés pour permettre un fonctionnement intégré des stations existante et à construire.

La fourniture d'électricité à la station de pompage existante est faite par une ligne de distribution de 3,000V, et est transformée en 380V pour les équipements grâce à des équipements électriques internes de réception et de transformation.

Fig 5.5: Plan de centrale solaire



## (2) Charge de l'installation

L'installation electrique de la station de pompage de Grande Digue-Tellel est comme suit.

Tableau 5.16: installation électrique de la station de pompage

Description	Appareil	Capacité	Ratio de capacité (%)
Nouvelle station de pompage	Pompes submersibles#1~#4	380V 90kW 4 EA.	80
	Nouvelle armoire d'eclairage ( LP-2)	220V 5kW 1side	60
	Armoire d'eclairage dans la chambre electrique ( LP-3)	220V 7.5kW 1 EA.	60
	Tableau de rectification (LV-R)	380V 5kW 1 EA.	100
	Fourniture d'Energie Non interruptible (UPS)	220V 3kW 1 EA.	100
	Puissance de Controle	220V 2.8kW	100
	Pompes	380V 5.5kW 1 EA.	50
	Vanne sur canal principal (1) #1~#3	380V 3.7kW 3 EA.	50
	Vanne sur canal principal (2) #1~#2	380V 3.7kW 2 EA.	50
	Vanne sur canal principal (3) #1~#2	380V 3.7kW 2 EA.	50
	Panneau de distribution pour la maintenance	380V 3.0kW 1 side	50
Station de pompage existante	Moteur #1~#4	380V 63kW 4 EA.	80
	Panneau d'éclairage ( LP-1)	220V 5kW 1 side	60
Installationd'energie solaire	Pompe pour maintenance #1~#2	380V 0.8kW 2 EA.	50
	Inverseur de controle de puissance	220V 2kW 1 side	100

La capacité des installations electriques existantes et additionnelles dans la station de pompage de Grande Digue-Tellel est de 857kVA. Elle est de 671kVA si on considère le ratio de capacité.

### 5.2.1.3 Equipements de Reception et de Transformation d'Electricité

#### (1) Plan de Fourniture d'Energie

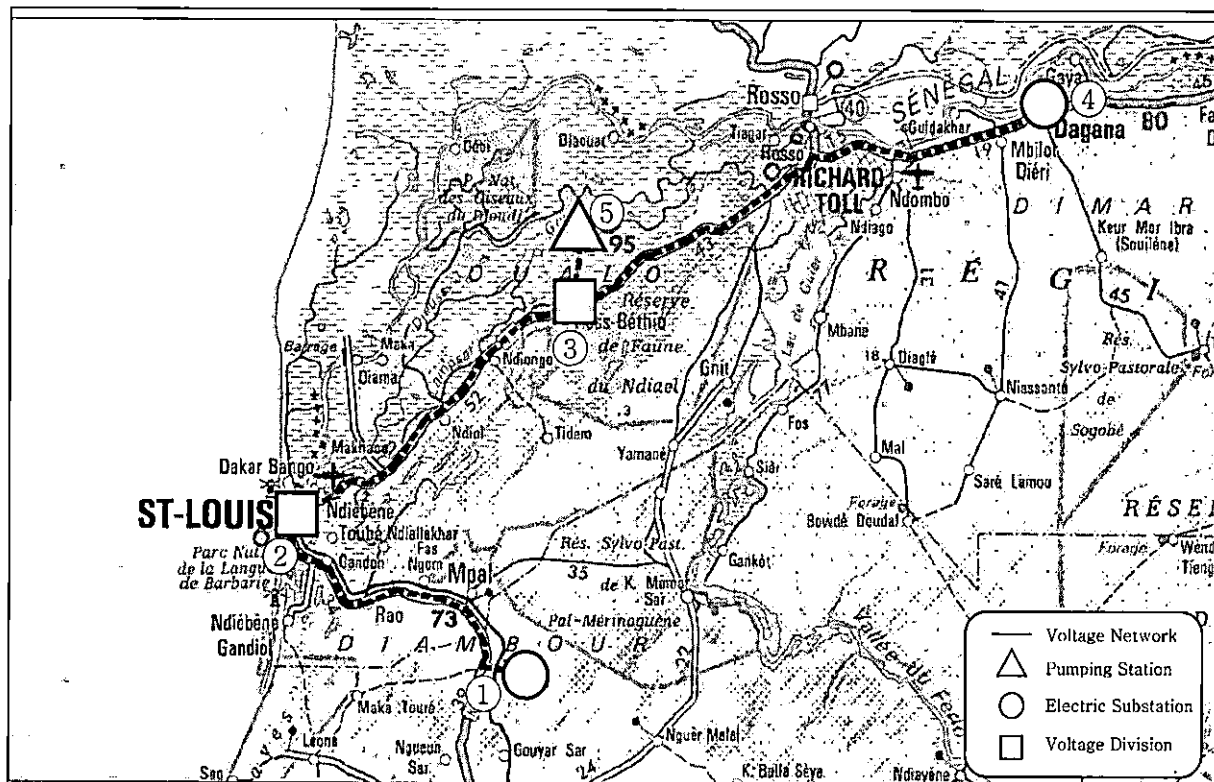
L'énergie électrique de la station de pompage de Grande Digue-Tell el est fournie par le reseau de distribution haute tension, connecté aux stations electriques relais de Sakal et Dagana. L'énergie electrique est fournie à la station de pompage grâce à ligne haute tension, avec une antenne à Ross Bethio. La station de pompage marque la fin de cette ligne de distribution.

La capacité de l'équipement de reception d'énergie pour la station de pompage existante est de 400kVA. Un équipement de reception d'électricité d'une capacité de 350kVA sera installé dans la nouvelle station de pompage. La capacité totale des équipement de reception d'électricité sera de 750kVA.

La capacité des équipements de reception d'électricité sera augmentée. Pour cette raison, la ligne de distribution de 400kVA existante devrait être réhabilitée. La ligne de distribution ASCR 54.6 mm<sup>2</sup> existante, longue de 7 km de Ross Bethio à la station de pompage, sera remplacée par une ligne de distribution ACSR 75 mm<sup>2</sup>.

Le réseau de distribution d'électricité SENELEC emmène l'électricité à la station de pompage comme suit.

Fig 5.6: réseau de distribution d'électricité





Portion	Section câble	Distance (km)	Remarques
① ~ ②	ACSR 148mm <sup>2</sup>	30	Existant
② ~ ③	ACSR 148mm <sup>2</sup> / 54mm <sup>2</sup>	50	Existant
③ ~ ④	ACSR 148mm <sup>2</sup> / 54mm <sup>2</sup>	70	Existant
③ ~ ⑤	ACSR 54.6mm <sup>2</sup> → ACSR 75mm <sup>2</sup>	7	Sera remplacé

## (2) Equipements de reception et de transformation d'électricité

Les équipements de reception et de transformation d'électricité de la station de pompage doivent fournir l'énergie aux moteurs des pompes et à d'autres appareils. Un transformateur sous abri du type cabine sera installé dans la chambre électrique.

La liste des cabines pour les équipements de reception et de transformation d'électricité est donnée ci-dessous.

Tableau 5.17: Dimension des cabines

Description	Numero panneau	Nom du panneau	Quantité	Lieu d'installation
Nouvelle station de pompage	EHV-1	COS & LA PNL	1	Nouvelle chambre électrique
	EHV-2	MOF PNL	1	"
	EHV-3	PF & PT PNL	1	"
	EHV-4	VCB PNL	1	"
	TR-1	TR(750kVA) PNL	1	"
	LV-1	LV MAIN PNL #1	1	"
	LV-2	LV PNL #2	1	"
	LV-3	LV PNL #3	1	"
	LV-M1~M4	Demarrage Moteur PNL #1~#4	4	"
	LV-R	DC Puissance PNL	1	"
	LV-B	Batterie PNL	1	"
	MCC-1	Controle Moteur PNL	2	"
	LP-2~3	Eclairage PNL	2	"
	LOP-1~4	Controle Local PNL#1~#4	4	Nouvelle station de pompage
	LOP-5~7	Controle Local PNL#5~#7	3	Vanne sur canal principal

Description	Numero panneau	Nom du panneau	Quantité	Lieu d'installation
Station de pompage existante	LV-4	LV PNL #4	1	Chambre electrique existante
	MOP-1~4	Demarrage moteur PNL #1~#4	4	Station de pompage existante (sera réutilisé)
	LP-1	Eclairage PNL	1	"
Installation d'énergie solaire	INV-1~2	Inverseur Energie Solaire PNL	2	Nouvelle chambre electrique
	INV-3~4	Inverseur Energie Solaire PNL	2	"

Pour la maintenance des équipements electriques, des interrupteurs Cut-Out Switch (COS) sont envisagés pour arrêter le passage du courant électrique.

Pour faire fonctionner les pompes principales de la station de pompage, une armoire electrique sera installée dans la chambre electrique. Des armoires electriques sur le site seront également installées près de chaque pompe de sorte que l'on puisse faire fonctionner la pompe en observant.

L'électricité sera fournie à partir de la chambre électrique de la nouvelle station de pompage à un équipement de transfert basse tension situé dans la chambre electrique de la station de pompage existante. Les armoires sur site à coté des pompes existantes ont été réparées en 2009 et sont actuellement utilisées. C'est pourquoi, elles vont être réutilisées.

Le système de fourniture DC d'électricité va être mis en place pour être l'élément de controle du disjoncteur haute tension, de sorte qu'il puisse être utilisé en cas de coupure de courant.

L'électricité pour PC, CCTV, les équipements météorologiques, et les poires de niveau sera fournie par UPS. C'est pourquoi, il n'y aura aucun probleme pour la maintenance des équipements en periode de coupure d'électricité (blackout).

Les moteurs basse tension seront mis en marche par armoire MCC, pour faciliter la maintenance.

Les cabines de reception et de transformation d'électricité sont faites en acier, et sont peintes pour éviter la rouille.

Dans le but de faciliter le déplacement d'équipements pour la maintenance à l'avenir, une porte pour équipements est envisagée.

L'énergie pour l'éclairage et le chauffage sera fournie à partir de l'armoire d'éclairage.

### **(3) Type de Transformateur**

Le transformateur reduit la tension de 3,000V à des voltages appropriés pour des moteurs basse tension et des equipement à charge faible. Le transformateurs à bain d'huile et les types mold sont généralement utilisés.

Le transformateur à bain d'huile repond avec flexibilité à la surcharge et est moins cher. Mais, il requiert un changement periodique de l'huile, fait face à un risqué d'incendie et occupe un espace important sur le plancher.

Le transformateur type mold est plus leger et est du type dit "sec", qui ne nécessite pas de bain d'huile. C'est pourquoi, il est facile de gerer le transformateur type mold. Il demande moins de maintenance du point de vue du coût et moins d'espace pour son installation. Cependant, il est coûteux et doit être installé sous abri.

Une chambre electrique sous abri va être mise en place. C'est pourquoi, les deux types de transformateur peuvent être installés. Le transformateur mold d'utilisation courante, cependant, a été choisi pour une question de facilité de maintenance.

### **(4) Capacité du Transformateur**

Le transformateur sera utilisé pour des operations intégrées des stations de pompage existante et nouvelle. La capacité installée est de 857kVA, considerant les moteurs des pompes existantes ( $68\text{kW} \times 4 \text{ ea.}$ ), les moteurs des nouvelles pompes ( $90\text{kW} \times 4 \text{ ea.}$ ), et les autres equipements basse tension. La charge totale est de 671kVA pregnant en compte le ratio de capacité.

La capacité du transformateur est de 750kVA (Ref. fiche de calcul). La tension à l'arrivée est de 3,000V, et la tension à la sortie est de 380V 3 phases et 220V en monophasé. Le système est en  $\Delta$ -Y.

Une capacité additionnelle du transformateur de 10% ou plus a été appliquée pour éviter les dégâts causés par la surcharge

### **(5) Composition de la BANK du transformateur**

La composition de la BANK du transformateur doit être choisie sur la base des caracteristiques des installations, des méthodes d'inspection, des mesures préventives contre les difficultés, et de considérations économiques.

Deux banks de transformateur donnent une meilleure protection contre les ennuis. Cependant, dans

le cas de la station de pompage, il y a assez de temps pour faire face aux ennuis. En plus, l'achat et la maintenance des équipements sont considérés comme faciles, parceque c'est la basse tension qui est utilisée et la capacité est faible. C'est pourquoi, un transformateur à une bank (composition 1 BANK) a été adopté. Un transformateur de rechange n'est pas prévu.

#### **(6) Sélection du Coupe Circuit**

Divers coupe circuits à utiliser dans les équipements électriques ont été choisis sur la base de la tension requise, du courant, du rôle joué par les équipements.

Des coupe circuits Cut-Out switch (COS) seront installés pour protéger le système électrique. COS va arrêter le système ou des fusibles internes vont fondre à cause d'une surcharge quand le système électrique tombe en panne ou qu'un contrôle est nécessaire. Le COS sera installé au point d'arrivée du courant et fonctionnera manuellement.

Le coupe circuit à vide Vacuum Circuit Breaker (VCB) est nécessaire pour permettre d'arrêter l'arrivée du courant. Le coupe circuit est connecté et déconnecté dans un conteneur à vide, léger et de petite taille, structure simple, et sans risque d'incendie. Le VCB sera installé sur le côté supérieur du transformateur pour isoler la fourniture d'énergie quand il y a un défaut, ou pour la maintenance.

Le coupe circuit à air Air Circuit Breaker (ACB) est un switch électrique actionné automatiquement conçu pour protéger un circuit électrique des dégâts causés par une surcharge électrique. Il convient aux circuits AC power de 1,000V ou moins. Le ACB sera installé sur la ligne principale.

Le type de coupe circuit Mold Case Circuit Breaker (MCCB) est généralement installé dans des circuits basse tension pour arrêter le courant automatiquement quand il y a surcharge ou court-circuit. Il peut fonctionner manuellement pour arrêter le courant en vue de vérifier les installations. MCCB est un appareil type conteneur qui a un équipement de fermeture et d'ouverture.

Le coupe circuit Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) est appliqué dans des équipements basse tension tels que l'éclairage où il y a un risque de choc électrique. Il coupe le courant automatiquement en temps de surcharge, de court-circuit, ou de fuite électrique, et manuellement pour l'inspection des équipements. C'est un appareil type conteneur avec un dispositif de fermeture et d'ouverture, et un détecteur de fuites.

### **(7) Installation de fourniture d'énergie DC**

L'installation de fourniture d'énergie DC est la source de fonctionnement du coupe-circuit haute tension. Elle reçoit l'électricité AC et la convertit en électricité DC. L'électricité stockée dans la batterie peut être utilisée quand le AC tombe en panne. La tension est de 110V DC. Cela consiste en un convertisseur et un panel pour batteries.

La capacité des équipements de fourniture de puissance DC a été calculée en prenant en compte le coupe-circuit.

La batterie de stockage, qui n'a pas besoin d'entretien et est une batterie plomb-acide scellée, sera installée d'une manière qui permette la maintenance facile. La batterie est une de 9V 12 cellules sur une petite surface pour son installation.

### **(8) Fourniture d'énergie non interruptible - Uninterruptible Power Supply (UPS)**

L'électricité pour PC, CCTV, pour la station météorologique, les poires de niveaux, et les équipements anti-vols sera fournie par l'UPS, qui sera installé dans la chambre électrique.

La capacité de l'UPS a été calculée en prenant en compte la capacité requise des équipements ci-dessus. L'UPS fournira de l'énergie backup pendant 30 minutes pour protéger les équipements contre des délestages momentanés.

### **(9) Equipements pour Fourniture d'Electricité dans des Situations d'Urgence**

Il ya des équipements d'urgence pour l'énergie tels que les groupes électrogènes diesel , la fourniture d'énergie DC, la fourniture d'énergie non interruptible (Uninterruptible Power Supply) (UPS), et les équipements pour la fourniture d'énergie renouvelable.

La capacité de la station de pompage de Grande Digue-Tellel est trop grande pour qu'elle fonctionne par groupe électrogène diesel pendant les coupures de courant, et les dégâts causés par des coupures de courte durée ne sont pas significatifs. Donc, le groupe électrogène n'est pas économique et n'est pas envisagé.

La fourniture d'énergie DC, l'UPS, et les équipements pour énergie renouvelable seront installés dans la station de pompage..

#### **(10) Equipement pour correction du facteur de puissance**

Des condensateurs pour correction du facteur de puissance pour éviter les pertes de puissance et les chutes de tension seront installés au niveau des transformateurs et de chaque moteur.

La capacité des condensateurs installés à l'arrière du transformateur est de 4% de la capacité du transformateur. Des condensateurs pour chaque pompe seront installés pour obtenir un facteur de puissance de 90%.

Chaque condensateur sera installé dans chaque cabine pour éviter les chocs électriques aux utilisateurs.

#### **(11) Instruments de mesure**

Des instruments de mesure numériques de type integer seront installés sur la surface de chaque cabine de sorte que la valeur mesurée puisse être lue aisément.

Un relais électronique pour la protection du moteur sera installé pour bloquer le circuit automatiquement pour éviter de dégâts au moteur en cas de surcharge ou de courant anormal, et pour confirmer les données diverses aux cabines. Le choix des conditions de démarrage, de l'heure de démarrage, et du courant électrique conforme aux caractéristiques du moteur peut être facilement ajusté.

Un détecteur de fuite sous terre (Earth Leakage Detector) (ELD) sera installé dans le circuit moteur pour détecter les courants de fuite. ELD protégera également le gérant et rendre possible une maintenance régulière.

#### **(12) Plan des armoires de commande (panneaux de controle)**

Les armoires de commande pour chaque équipement seront placées en deux endroits, un panneau de controle sur le site près de l'équipement, l'autre, un panneau à télécommande dans la chambre de controle électrique.

Un panneau démarrage/arrêt sera installé pour chaque moteur dans la chambre de controle électrique pour un fonctionnement efficient et sûr.

Un panneau de controle sur site sera installé près de chaque pompe de sorte que la pompe puisse être suivie et mise en fonctionnement par observation.

Pour un fonctionnement des vannes (vannes dans le canal principal) et des pompes, un panneau de

contrôle sera installé dans la chambre électrique de controle. Un panneau de controle sur site sera également installé de sorte que les vannes puissent être manipulées sur le terrain

### **(13) Plan de la Cabine dans la Chambre de Controle Electrique**

Le plan d'implantation des cabines dans la chambre électrique de controle a été préparé en prenant en compte la tension et l'espace réduit pour l'opérateur.

La chambre electrique de controle sera fournie avec deux portes séparées pour un fonctionnement et une maintenance faciles, une pour l'opérateur et l'autre pour l'équipement.

Les equipements seront mis en place pour faciliter l'installation et la maintenance. Le panneau de contrôle sera place près des equipements de sorte que les câbles de connection puissent être retirés aisément, ce qui est économique.

Pour éviter les mauvais fonctionnements des instruments dus à des temperatures élevées, des ventilateurs de sortie d'air seront installés dans la cabine et des fenêtres de ventilation seront fournies dans la chambre de contrôle électrique.

#### **5.2.1.4 Plan de Câblage et de Plombage**

Les câbles utilisés pour les équipements électriques dans la station de pompage ont été sélectionnés en considérant la tension, le courant électrique, les caractéristiques de charge, les usages, et les emplacements. Les dimensions des câbles ont été choisies sur la base de calculs.

Les câblages ont été sélectionnés différemment pour le câblage haute tension, le câblage basse tension, les fils pour éclairage et chauffage, câbles de contrôle, câbles pour données, etc. Des cables de controle ont été fournis avec des cordes supplementaires pour des extensions futures des equipements de controle.

Par le calcul, la section des cables a été choisie pour que le courant n'excède pas la valeur fixée. La chute de tension due à la distance est limitée à 7%.

Les tubages sont classés en haute et basse tension suivant la tension qui doit être utilisée. Les tubages pour le controle sont séparés pour éviter les mauvais fonctionnements dus à une interférence de l'induction.

Les tranchées pour cables sont mises en place dans la chambre electrique de manière à faciliter la

construction, la maintenance, et l'extension.

Les tranchées pour câbles sont faites en acier galvanisé pour empêcher la rouille.

Les tuyaux pour câbles vont être des tuyaux exposés en acier ou des tuyaux en acier noyés dans le béton. Le matériau des tuyaux pour l'éclairage et le chauffage sera du PVC.

En plus, des conduites en métal flexible ont été choisis pour les voisinages des emplacements de moteurs pour protéger des vibrations et faciliter la maintenance

#### **5.2.1.5 Equipements pour éclairage et chauffage**

Des lampes fluorescentes seront utilisées pour l'éclairage intérieur. Des lampes extérieures de sécurité seront également installées.

Une douille pour pose de lampe extérieure de 220 Volt AC sera fournie pour chaque pièce.

#### **5.2.1.6 Equipements de mesure**

##### **(1) Installations pour poires de niveau et Choix du type**

Pour un fonctionnement efficace de la station de pompage, 3 poires de niveau (bâche d'aspiration: 1 ea., bassin de dissipation: 1 ea., canal principal d'irrigation: 1 ea.) seront installées.

En relation avec le niveau d'eau dans la bâche d'aspiration de la station de pompage, le plan de fonctionnement des pompes peut être établi. La panne des pompes due à des pompes tournant à vide peut être évitée en arrêtant les pompes quand le niveau d'eau est bas.

Les périodes de pompage et le nombre de pompes en fonctionnement peuvent être déterminées en fonction du niveau d'eau dans le bassin de dissipation. Cela peut empêcher les débordements du canal. Cela peut aussi faciliter le maintien du niveau optimal d'eau dans le canal.

Une poire de niveau dans le canal principal peut être utilisée pour l'ouverture et la fermeture de la vanne du canal principal.

Il y a différents types de jaugeurs de niveau. Cependant, le type doit être choisi en considérant les caractéristiques de fonctionnement, les principes de mesure, la durabilité, et la méthode de maintenance.

Le jaugeur de niveau à ultrasons mesure la profondeur d'eau en réfléchissant des ondes sonores de la surface de l'eau. Comme le capteur du jaugeur n'a pas besoin d'un contact physique avec l'eau, les



pannes du jaugeur sont rares et la maintenance est simple. Cependant, comparé à d'autres types de jaugeurs, il est difficile de reparer le jaugeur sur le terrain.

Le type de jaugeur de niveau à flotteur utilise un flotteur sur la nsurface de l'eau, et convertit le changement dans le niveau de flottement en niveau d'eau. Son prix est bas et il a besoin d'une maintenance simple. Cependant, le flotteur est susceptible de corrosion parce qu'il est en contact avec l' eau de manière continue. Il ne convient pas aux canaux où il y a beaucoup de corps flottants.

C'est pourquoi, trois jaugeurs de niveau d'eau à ultrason sont envisagés pour le Projet d'irrigation de Grande Digue-Tellel.

## **(2) Equipements météorologiques**

Les données météorologiques sont nécessaires pour la gestion de l'infrastructure, les réparations, l'agrandissement de l'infrastructure dans le futur, le planning du projet, et la recherche pour l'accroissement de la productivité agricole.

C'est pourquoi, il est envisage d'installer la station météorologique (girouette, anémomètre, thermomètre, hygromètre, pluviomètre, pyranomètre) sur le toit de la chambre electrique pour collecter les données météorologiques. Il est egalemt envisagé d'installer un PC dans un bureau pour y collecter et stocker les données météorologiques.

Pour assurer une fourniture stable d'énergie à la station météorologique, un UPS sera installé.

### **5.2.1.7 Plan de Prévention des Désastres**

#### **(1) Mise à la terre et Plan de Protection contre la Foudre**

mise à la terre directe des équipements de puissance et des équipements de contrôle, et un système de protection contre la foudre utilisnt des barres de mise à la terre est adopté, et une resistance de la terre de  $5\Omega$  ou moins est choisie comme recommandé par l'IEEE Std 141-1933.

Un cable de mise à la terre va être installé pour chaque installation electrique, séparément des câbles de puissance.

Des paratonnerres seront installés sur le toit de la station de pompage selon les normes IEC 61204

## **(2) Equipement CCTV**

Pour la surveillance de la station solaire, des équipements CCTV vont être installés à la porte d'entrée principale et sur le coté opposé. Les équipements de surveillance seront installés dans un bureau pour un suivi constant de l'installation par le gérant.

Les caméras tournantes CCTV seront installées sur un Poteau extérieur pour assurer la surveillance des zones mal éclairées avec un large angle de vue.

Les équipements de surveillance seront installés dans un bureau pour assurer une surveillance et un contrôle à distance. Un moniteur video sera également installé pour enregistrer et chercher des informations enregistrées.

## **(3) Equipements de Surveillance pour détecter les vols**

Des équipements de surveillance pour détecter les vols sont envisagés parce que les équipements solaires sont protégés par une clôture qui peut être perdue.듣기

소리나는 대로 읽기

사전 - 자세한 사전 검색결과 보기

Un système d'alarme pour intrus est envisagé pour entrer en action et avertir le gérant de l'intrusion de quelqu'un qui entrerait dans l'enceinte de l'installation solaire PV

## **(4) Equipements anti incendie**

Il sera installé des systèmes de détection automatiques d'incendie et d'alarme dans la chambre électrique et dans le bureau pour la sécurité anti incendie..

## **(5) Autres équipements**

Des équipements pour la communication et la radiodiffusion ne sont pas envisagés parcequ'ils sont rarement utilisés dans la station de pompage

### **5.2.1.8 Plan de Fonctionnement de la Station de Pompage**

### **(1) Controle du nombre de pompes**

Le nombre de pompes doit être déterminé en fonction du plan de fourniture d'eau considerant les besoins en eau des plantes, la période d'irrigation, et la quantité d'eau à fournir. Le plan de fourniture d'eau doit être fixé après avoir été examine par des personnes qui travaillent dans le domaines agricole.

D'après le plan ci-dessus, le gérant doit faire fonctionner la station de pompage en déterminant la période et le nombre de pompes nécessaires. Pendant le fonctionnement des pompes, le gérant doit verifier si l'eau est fournie à l'endroit (point) où le besoin se fait sentir.

Les jaugeurs de niveau d'eau, de débit, et autres equipements de mesure ne sont pas prévus pour les canaux d'irrigation. Cependant, ils doivent être mis en place à l'avenir pour un fonctionnement efficient de la station de pompage. Il est necessaire d'introduire un système de suivi et de contrôle intégré pour permettre le contrôle à distance à partir de la station de pompage.

### **(2) Plan de fonctionnement de la station de pompage**

Il y a quatre pompes dans la station de pompage de Grande Digue-Tellel existante. Quatre pompes vont être ajoutées à la station de pompage. Les huit pompes lèveront l'eau de la meme bache d'aspiration vers le même bassin de dissipation. Les pompes ont des capacités semblables. C'est pourquoi, le plan de fonctionnement des pompes est simple.

La quantité d'eau nécessaire par jour est déterminée. Les pompes fonctionneront sur la base d'un calcul du nombre d'heures de fonctionnement et du nombre de pompes qu'il faut. Et alors l'eau sera fournie à l'endroit qui en a besoin par ouverture et fermeture de vannes du canal.

Les niveaux d'eau dans le bassin de dissipation et le canal seront vérifiés avant la mise en route des pompes. Après cela, les equipements de pompage seront vérifiés. Et après les pompes requises seront mises en marche par séquence.

Le gérant peut faire fonctionner les pompes en vérifiant les niveaux d'eau dans les jaugeurs installés dans la bache d'aspiration, le bassin de dissipation et le canal principal.

Les équipements de pompage seront verifiés périodiquement sur la base d'un plan d'inspection. Les reparations effectuées et le fonctionnement seront notés et devront apparaître sur le plan de maintenance.

### (3) Plan de fonctionnement intégré de l'installation solaire PV

L'installation pour énergie solaire est mise en place pour réduire les coûts d'électricité. C'est pourquoi, il est nécessaire de faire fonctionner la station de pompage en utilisant l'énergie solaire pendant le jour quand la fourniture d'énergie solaire est possible.

Un commutateur sera installé dans l'armoire de commande des pompes de la station de pompage existante de sorte que le gérant puisse choisir entre différentes sources d'énergie (réseau, solaire). Le gérant peut faire fonctionner les pompes en utilisant le commutateur.

Si la puissance venant de l'installation solaire PV décroît, alors les pompes s'arrêteront automatiquement.

## 5.2.2 Revue de la Station de Pompage Existante


### 5.2.2.1 Revue des Conditions sur le Terrain

#### (1) Grandes lignes

L'énergie électrique pour la station de pompage existante de Grande Digue-Tellel est fournie par une ligne haute tension pour le fonctionnement des pompes. Les installations électriques ont été mises en place en 1977 et ont continué de fonctionner après réparation de certaines parties de ces installations.

#### (2) Equipements de Réception et de Transformation de l'Electricité

Tableau 5.18: Électricité de réception et le matériel de transformation

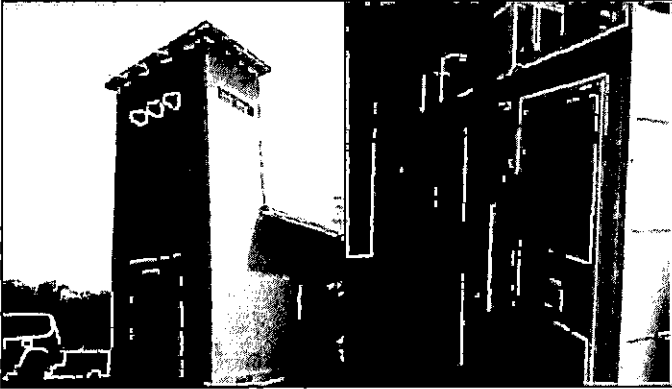
	<p>L'énergie électrique de la station de pompage de Grande Digue-Tellel est fournie par la ligne haute tension, venant des stations de transformation de Sakal et Dagana.</p> <p>L'énergie électrique est fournie à la station de pompage par une ligne haute tension, avec une antenne à Ross Bethio. La station de pompage est le point terminal de la ligne de distribution.</p>
---	---

L'énergie haute tension fournie à la station de pompage est transformée pour être utilisée facilement

par les principaux instruments, transformation faite par les équipements de réception et de transformation de l'électricité. Les principaux instruments incluent les coupe-circuits, les instruments de mesure de l'électricité, les installations de transformation, et les équipements de prévention des désastres.

Les équipements de reception et de transformation de l'électricité sont installés dans la chambre électrique sur la droite de la station de pompage. C'est un type de structure en acier sous abris avec des parties mouvantes visibles. Il y a des inquietudes concernant la sécurité dues à des pannes diélectriques causées par une utilisation à long terme et d'autres facteurs. La stabilité de la fourniture d'énergie par cette installation est faible.

Tableau 5.19: installation de transformation de puissance

	Equipement de transformation d'énergie	Structure en acier sous abri avec des parties mouvantes exposées
	Tension Reçue/Utilisée	3,000/380V
	Capacité Transformateur	400kVA
	Coupe Circuit	Interrupteur

Les interrupteurs, les fusibles, etc. sont installés pour couper le courant. Des dispositifs automatiques de fermeture utilises pour couper le courant automatiquement en cas de sur- intensité, sur-tension, sous-tension, défaut au sol, ou court-circuit ne sont pas installés. C'est pourquoi, il y a un risqué de choc électrique pour l'opérateur. Une panne du système peut causer des dégâts à la ligne de distribution. La réhabilitation ou le remplacement de l'installation est nécessaire.

Le transformateur installé au depart a été remplacé par un du type à bain d'huile (capacité : 400 kVA) en 1992. Il n'a pas été observé de fuites d'huile dans le transformateur. cependant, le transformateur doit être remplacé par un nouveau parce que 18 ans sont passés depuis sa mise en place.

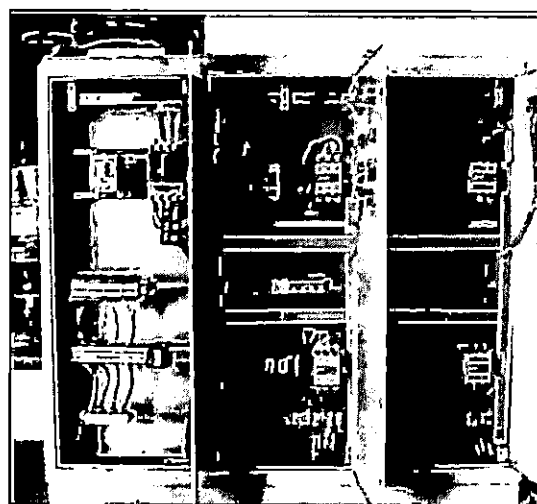
Le transformateur reçoit la tension et la réduit à 380V, qui sont fournis aux armoires de commande installées dans la salle des pompes à travers la tranchée en béton

### **(3) Equipements de Distribution d'Energie**

Les équipements de distribution d'énergie situés près de l'emplacement des pompes reçoivent

l'énergie du transformateur, arrête la fourniture d'énergie, et fournit l'énergie à l'armoire de commande de chaque pompe. L'équipement du type autonome, sous abri, type cabine.

Tableau 5.20: équipements de distribution électrique

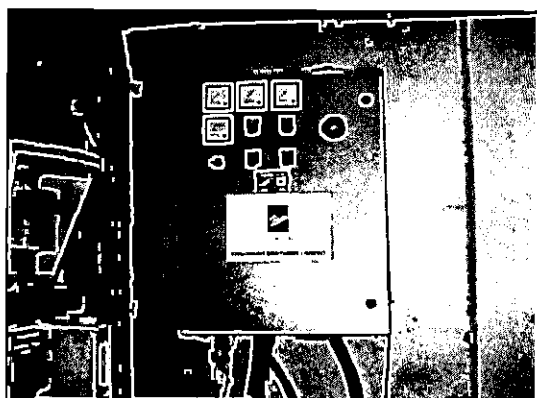


Les équipements de distribution sont constitués de: principal coupe circuit, coupe circuit de branche et cabines. Le principal coupe circuit fournit et coupe les 380V fournis par le transformateur. Le coupe circuit de branche coupe et fournit l'énergie à chaque armoire de commande (le starter est inclus). Des équipements de protection sont incorporés dans les cabines. Certaines parties des équipements internes ont été réparées en 2009. Il n'y a aucune difficulté à utiliser les équipements. Cependant, il y a un risque de problème de terre et de court-circuit dû à la détérioration des équipements intérieurs et aux vieux câbles. Un remplacement complet des équipements est nécessaire.

#### (4) Armoires de commande des pompes

Pour le fonctionnement des pompes, quatre armoires de commande sont installées contre le mur près des pompes dans la station de pompage. Les armoires de commande des pompes ont été remplacées en 2009 quand les pompes ont été remplacées. Elles sont en bon état.

Tableau 5.21: Panneau de configuration de la pompe

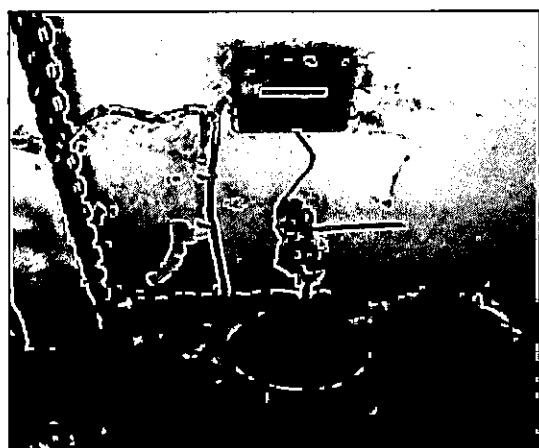


L'armoire de commande de la pompe est l'interface entre la puissance qui arrive (380V) de la ligne de distribution et la pompe. L'armoire de commande a un interrupteur incorporé (déconnection), un contacteur, et des fusibles. Elle contient un contacteur principal, un voltmètre, un ampèremètre, et un bouton de démarrage sur le panneau de devant. Le câble servant l'armoire de commande de la pompe est mis en place dans le conduit pour câble. La méthode de démarrage est Y- $\Delta$ .

#### (5) Équipements pour mesure du niveau d'eau

Les pompes doivent fonctionner quand le niveau d'eau dans le bassin de dissipation est approprié. Les pompes doivent être arrêtées pour protéger les moteurs ou les pompes quand le niveau d'eau dans le bassin de dissipation (remarque : plutôt la bêche d'aspiration) est plus bas que le niveau d'eau requis.

Tableau 5.22: équipement de mesure de niveau d'eau

	<p>Le niveau d'eau du bassin de dissipation baisse quand le debit de pompage est inférieur au debit arrivant à cause d'un niveau bas du marigot ou d'une grille obstruée. Une jauge de niveau d'eau est installée pour detecter le niveau d'eau dans la station de pompage. C'est un jaugeur du type à flotteur. Le flotteur de la jauge monte et descend et a un contact électrique incorporé qui envoie le signal électrique à l'armoire de commande de la pompe et arrête le pompage quand le niveau d'eau est bas. Le jaugeur est en bon état.</p>
---	--

#### **(6) Mise en marche des pompes**

Les pompes sont mises en marche par l'opérateur, qui démarre et arrête les pompes grâce à l'armoire de commande. Un équipement de contrôle à distance n'est pas installé. L'équipement de contrôle à n'est pas forcément nécessaire parce que les pompes fonctionnent de manière planifiée et que le temps de fonctionnement est long.

### **5.2.2.2 Plan de réhabilitation des équipements existants**

#### **(1) Plan de réhabilitation des équipements existants**

La ligne de distribution existante doit être réhabilitée comme indiqué plus haut.

Le panneau de distribution installé dans la chambre électrique de la station de pompage existante pour fournir de l'énergie basse tension au moteur sera enlevé à cause de la détérioration. Un nouveau panneau de distribution (LV-4) sera installé pour fournir l'énergie aux armoires de commande sur le site des moteurs existants.

#### **(2) Enlèvement d'équipements existants**

Les équipements de réception d'énergie haute tension de la chambre électrique de réception et de transformation seront enlevés. Le transformateur sera stocké et utilisé comme un transformateur de secours de la station de pompage après qu'elle ait été revue.

La chambre électrique de réception et de transformation existante sera utilisée comme un endroit où garder les modules solaires de rechange de la station d'énergie solaire.

## **5.3 Générateurs Solaires Photovoltaïques (PV)**

### **5.3.1 Revue des Energies Nouvelles et Renouvelables**

#### **5.3.1.1 But**

La station de pompage de Grande Digue-Tellél est un ouvrage fait pour prélever de l'eau du marigot Gorom-Lampsar et la fournir à la surface cultivée. Si cette station de pompage n'est pas mise en fonctionnement, il est Presque impossible de cultiver la terre.

Le coût de l'électricité est élevé au Sénégal. Une portion significative des coûts de production agricole est le coût de l'électricité. C'est pourquoi, bien que la culture sur plusieurs saisons soit possible du point de vue des conditions météorologiques, la plupart des paysans cultivent seulement en saison des pluies.

De l'énergie renouvelable adaptée aux conditions climatiques du Sénégal sera produite. Cette énergie sera utilisée pour l'agriculture, ce qui réduira les coûts de production agricole et accroîtra la productivité agricole. L'énergie renouvelable contribuera également à la prévention du réchauffement global

#### **5.3.1.2 Nouvelles Energies**

##### **(1) Cellules de Fuel**

Les cellules de fuel génèrent de l'énergie électrique en combinant de l'oxygene et de l'hydrogene.

Il n'est pas approprié de produire de l'electricité en utilisant des cellules de fuel, parce que la zone du Projet est une zone de production agricole.

##### **(2) Liquéfaction du charbon**

La liquefaction du charbon est un processus qui convertit le charbon à partir de l'état solide en fuel liquide, habituellement pour fournir des substituts aux produits pétroliers.

Il n'est pas approprié de produire de l'électricité en utilisant la liquéfaction du charbon, parce que la zone du Projet est une zone de production agricole.



### **(3) Energie tirée de l'Hydrogène**

L'énergie à partir de l'hydrogène est l'énergie produite par la réaction chimique de l'hydrogene et l'oxygene, principalement à travers la fabrication d'hydrogene fossile et l' electrolyse de l'eau pour faire de l'hydrogène.

Il n'est pas approprié de produire de l'électricité en utilisant l'énergie de l'hydrogène, parce que la zone du Projet est une zone de production agricole.

#### **5.3.1.3 Energie Renouvelable**

##### **(1) Energie Solaire Thermale (Chaleur)**

Les technologies thermales solaires peuvent être utilisées pour chauffer de l'eau, pour chauffer ou refroidir un local et pour produire de la chaleur dans certains processus.

Cette methode peut être appropriée pour une zone urbaine. Il n'est pas approprié d'appliquer cette methode à la zone du Projet.

##### **(2) Energie Photovoltaïque (PV)Solaire**

Le principe est que les electrons passent à travers la cellule quand ils sont activés par l'énergie de la lumière solaire dans le circuit électrique.

La production d'énergie solaire PV est appropriée au Senegal. Parce que les heures d'insolation sont longues, le nombre de jours de pluie est petit, et la qualité de l'insolation est bonne.

Pendant la nuit le système PV de génération ne produit pas d'énergie. Bien que l'eau d'irrigation soit fournie en faisant fonctionner les pompes seulement le jour, la croissance des plantes ne sera pas affectée. C'est pourquoi, le système PV de génération d'énergie est approprié pour la station de pompage.

##### **(3) Energie Eolienne**

L'énergie éolienne est une forme d'énergie cinétique qui peut être transformée en énergie mécanique ou en électricité.

L'énergie éolienne peut être utilisée au Sénégal. Cependant, une etude détaillée des vents locaux doit être faite avant d'envisager d'installer des équipements de generation d'énergie eolienne. C'est

pourquoi, l'on peut envisager le système de generation d'énergie éolienne après avoir collecté des données météorologiques sur une longue durée.

L'on envisage d'installer des équipements météorologiques au niveau de la station de pompage pour collecter des données météorologiques.

#### **(4) Energie Marine**

Les technologies de production pour obtenir de l'énergie électrique des océans incluent l'énergie des vagues, la conversion d'énergie thermique des océans, les courant oceaniques, les vents oceaniques et les gradients de salinité.

Il est difficile d'appliquer ce système à la zone du Projet. Parce que ce système demande beaucoup de temps et beaucoup d'argent.

La zone de Grande Digue-Tellel set située à environ 30 km de la cote de l'Océan Atlantique. L'électricité produite près de l'océan ne doit pas être transmise à la zone du Projet.

#### **(5) Energie Géothermale**

Le chauffage et la baisse des temperatures peuvent être faits en utilisant la différence de temperature entre l'eau, les eaux souterraines, et la chaleur du sous- sol.

Il n'est pas approprié d'utiliser l'énergie géothermale dans la zone du Projet, qui est une zone de production agricole.

#### **(6) Energie hydraulique**

L'énergie hydraulique utilise l'eau en mouvement pour créer de l'énergie qui peut être captée et convertie en électricité.

La zone de Grande Digue-Tellel est plate. La pluviométrie est faible et la vitesse d'écoulement des fleuves est faible. Donc, il n'est pas approprié de chercher à utiliser l'énergie hydraulique.

#### **(7) Energie bio**

Les technologies d'énergie-bio utilisent des ressources de biomasse renouvelables (matière organique) pour produire toute une gamme de produits se rapportant à l'énergie incluant l'électricité, des fuels liquides, solides, et gazeux, la chaleur, et autres matières.

L'obtention de la biomasse est la chose la plus importante. Une revue détaillée de l'énergie bio est nécessaire dans le futur.

#### **(8) Des déchets-à-l'énergie**

Des déchets combustibles déchargés par des industries ou des ménages et qui ont un important contenu d'énergie sont transformés en fuels solides/liquides/gaseux et en chaleur, traités avec des technologies telles que la pyrolyse et transformés en essence, manufacturés en fuels solides (ou RDF; Refuse Derived Fuel –Fuel Dérivé du Rebut), manufacturés en gas combustible par gasification, et récupération de la chaleur par incinération.

Il est approprié d'utiliser le "des déchet-à-l'énergie" en zone urbaine. Parce que beaucoup de déchets sont déchargés en zone urbaine. Il n'est pas approprié d'utiliser " des déchets-à-l'énergie" dans la zone du Projet..

#### **5.3.1.4 Conclusion**

La station de pompage de Grande Digue-Tellel est un ouvrage pour fournir de l'eau d'irrigation à une zone de riziculture. Les pompes fonctionnent généralement pendant les heures de jour, ce qui fait qu'il est approprié d'utiliser un dispositif photovoltaïque de génération d'énergie.

La production d'énergie photovoltaïque est appropriée au Sénégal. Parce que les heures d'insolation sont longues, le nombre de jours de pluie est faible, et la qualité de l'insolation est bonne.

Une installation d'energie solaire PV demande beaucoup de terre comparée aux autres types de centrales electriques. Il y a beaucoup de terres non aménagées et non arables dans la zone du Projet Grande Digue-Tellel. C'est pourquoi, il n'ya pas de contraintes pour la construction de l'installation de capteurs solaires PV.

Donc, l'équipement photovoltaïque d'électricité sera installé quand la nouvelle station de pompage sera construite. L'énergie produite par l'installation photovoltaïque sera fournie à la station de pompage, ce qui contribuera à l'accroissement de la productivité agricole.

Il est nécessaire d'utiliser l'installation photovoltaïque pour l'éducation des gens du terroir et des élèves en installant et faisant fonctionner l'équipement de production d'énergie renouvelable.

## **5.3.2 Equipement de production d'énergie solaire Photovoltaïque (PV)**

### **5.3.2.1 Plan de base**

Le principe est que les electrons passent à travers la cellule quand ils sont activés par l'énergie de la lumière du soleil dans le circuit électrique. Une cellule solaire est un procédé qui convertit l'énergie de la lumière du soleil directement en électricité par l'effet photovoltaïque. L'installation d'énergie solaire photovoltaïque (PV) est constituée de cellules solaires, d'un inverseur, d'un transformateur, et d'un équipement de transmission.

Le climat renferme peu de précipitations, peu de brouillard, et beaucoup d'insolation dans la zone de Grande Digue-Tellel. Dans la zone, il n'y a ni montagnes ni bâtiments, qui pourraient jeter de l'ombre sur les modules solaires. La production d'énergie solaire PV est appropriée pour la zone.

La ligne de distribution est déjà installée sur la station de pompage existante. La station de pompage est proche de l'installation solaire PV. Donc, un équipement de transmission n'est pas nécessaire, ce qui est économique.

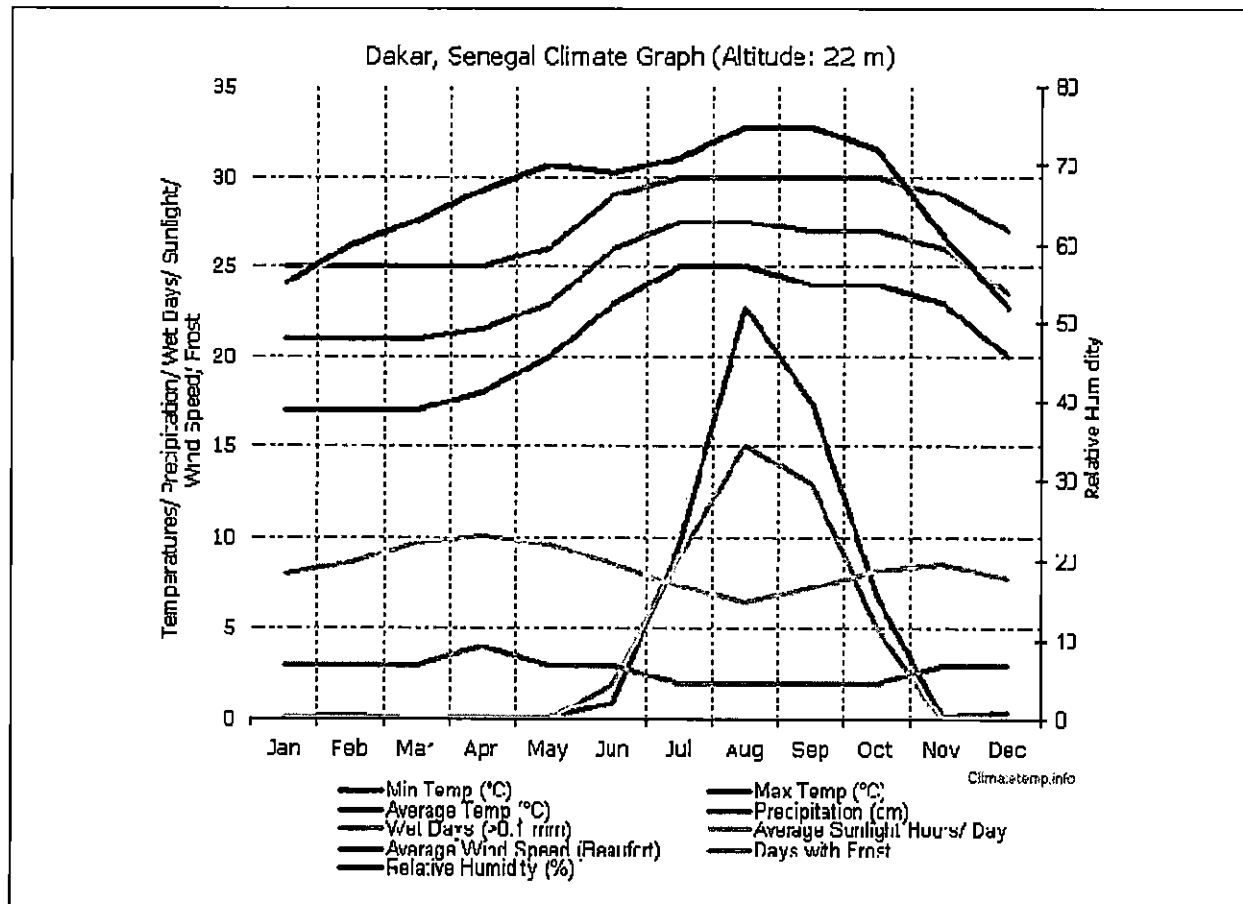
Il est important d'estimer la puissance qui sera générée tout au long d'une année type quand on étudie une installation d'énergie solaire PV. Les heures possibles de production d'énergie ont été calculées en utilisant les données climatiques de Dakar, la capitale, parce que les données climatiques de la zone de Grande Digue-Tellel ne sont pas disponibles. La différence dans les heures d'insolation entre les deux endroits est considérée comme insignifiante.

Tableau 5.23: Sénégal données météorologiques mensuelles

Mois	Température Min/Max/ Moyenne.(°C)	Pluviom. Moyenne (mm)	Jours Humides (>0.1mm)	Heures Moy. d'Insolation/ Jour	Humidité Relative (%)	Vitesse Moy. du Vent	Jours avec Gelée
Jan	17/25/21	1	<1	8.0	55	3	0
Feb	17/25/21	2	<1	8.6	60	3	0
Mar	17/25/21	0	0	9.7	63.0	3	0
Avr	18/25/22	0.5	<1	10.1	67	4	0
Mai	20/26/23	1	<1	9.6	70	3	0
Juin	23/29/26	9	2	8.6	69	3	0
Juil	25/30/28	96	9	7.4	71	2	0
Aout	25/30/27.5	227	15	6.5	75	2	0
Sep	24/30/27	174	13	7.3	75	2	0
Oct	24/30/27	68	5	8.2	72	2	0
Nov	23/29/26	2	<1	8.5	61	3	0
Dec	20/27/23.5	3	<1	7.8	52	3	0

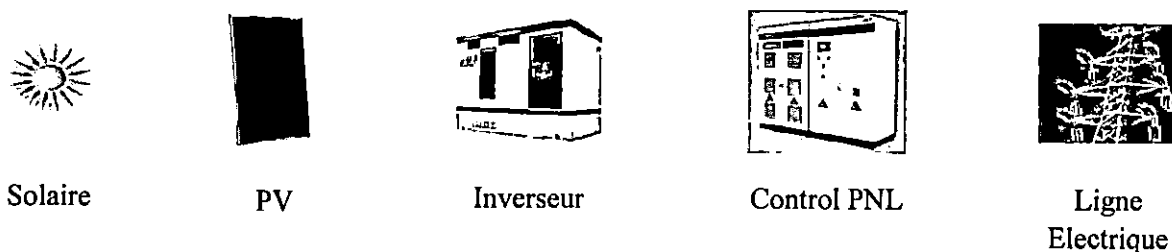
Le nombre de jours de pluie est faible et les heures moyennes d'insolation sont plus de 8 heures par jour comme cela apparaît dans le tableau ci-dessus. C'est pourquoi, la production d'énergie solaire PV est appropriée au Sénégal. La figure qui suit montre les caractéristiques climatiques graphiquement.

Fig 5.7: Sénégal données météorologiques mensuelles



L'installation de production d'énergie solaire PV est constituée de cellules solaires, d'un inverseur, d'un panel de controle, et d'une ligne de distribution. Une cellule solaire est un procédé qui convertit l'énergie d'insolation directement en électricité. L'inverseur doit convertir le courant continu produit par les panneaux solaires en courant alternatif prêt à être utilisé. Le panel de controle doit contrôler l'installation selon les besoins. La ligne de distribution transmettra l'électricité produite à l'endroit qui en a besoin.

Fig 5.8: Configuration par défaut d'installation solaire photovoltaïque de production d'électricité



L'électricité produite par l'installation solaire PV de la station de pompage de Grande Digue-Tellel sera utilisée principalement pour le fonctionnement de la station de pompage. Toute électricité non

utilisée ou excédentaire peut être vendue grâce au réseau de distribution existant à l'endroit où on en a besoin. Cependant, les agences concernées n'ont pas donné leur accord pour la vente de l'électricité excédentaire. Donc, l'accord pour le fonctionnement de la station de pompage et la vente du surplus d'électricité est requis. C'est pourquoi, l'accord est nécessaire au stade de l'Avant-Projet Détaillé pour la vente du surplus d'électricité, et pour faire fonctionner la station de pompage.

### **5.3.2.2 Revue de la capacité de production d'énergie solaire PV**

#### **(1) Estimation de la Charge de l'Installation (Puissance électrique de la nouvelle station)**

Les principaux équipements électriques de la station de pompage existante sont destinés aux pompes avec une capacité de 272kW ( $68 \text{ kW} \times 4 \text{ ea.}$ ).

La nouvelle station de pompage sera immédiatement adjacent et parallèle à la station de pompage existante pour partager la même bêche d'aspiration et le même bassin de dissipation. Quatre pompes submersibles d'une capacité de 360kW ( $90 \text{ kW} \times 4 \text{ ea.}$ ) seront installées.

Les pompes, moteurs, et équipements de démarrage de la station de pompage existante ont été remplacés en 2009 et fonctionnent. Si nous voulons utiliser l'électricité générée par les équipements solaires PV pour faire fonctionner la station de pompage existante, nous devons alors rehabiler l'infrastructure existante. Cela n'est pas économique. C'est pourquoi, la station de pompage existante va continuer d'utiliser le réseau électrique existant.

Donc, la charge électrique de la nouvelle station de pompage sera fournie par les panneaux solaires PV.

#### **(2) Estimation de l'échelle de l'installation d'énergie solaire**

La capacité additionnelle des pompes est de 360kW. L'échelle de l'installation d'énergie solaire (la capacité) a été calculée comme suit.

Les moteurs sont toujours démarrés en séquence et jamais en même temps. La puissance optimum requise par les moteurs est de 80kW en fonctionnement normal.

Un rendement des pompes de 87% est appliqué. Une efficacité de 96% est appliqué pour l'inverseur de l'installation d'énergie solaire PV.

La méthode de démarrage de l'inverseur a été choisie de manière à minimiser le courant de

démarrage, et pour protéger contre les dégâts dus aux fluctuations de la puissance PV fournie.

L'échelle (la capacité) de l'installation solaire PV a été calculée sur la base des conditions ci-dessus.

$$\text{Capacité de production de puissance PV} = \frac{80 \times 4}{0.87 \times 0.96} = 383 \text{ kW}$$

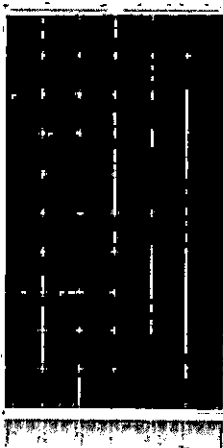
'est pourquoi, la capacité de production de puissance de l'installation a été fixée à 400kW.

### 5.3.2.3 Layout des équipements de génération de puissance PV

#### (1) Sélection des modules solaires

Il y a divers types de modules solaires. Poly Crystalline a été choisi parce qu'il a une grande efficacité par unité de surface, ce qui est économique. Ses spécifications sont comme suit

Tableau 5.24: Faits saillants du module solaire

Forme	Description	Contenus
	Puissance maxi (Pmax)	230Wp
	Voltage puiss. Maxi (Vpm)	30.3V
	Cellules	6 × 10EA
	Types de cellule	Polycrystal
	Dimensions cellules (L × W × H)	1658 × 993 × 45
	Charge maximum	5,400Pa
	Poids	22kg

#### (2) Ordre des Modules Solaires

Le voltage d'un module solaire unitaire est de 30.3V. Le voltage requis pour l'installation électrique de la station de pompage est de 380V. L'ordre des modules doit comprendre 13 modules solaires PV (panneaux solaires), qui sont connectés en série de sorte que la tension soit égale à la tension à l'inverseur de 393.9V.

Il est envisagé d'installer quatre inverseurs pour parer aux problèmes de panne d'inverseur. Avec



l'augmentation du nombre d'inverseurs, les coûts du projet vont augmenter et plus de terre sera nécessaire. Cependant, la puissance qui ne peut pas être générée diminue quand on vérifie ou répare un inverseur. Il est approprié d'installer quatre inverseurs avec une capacité de 400 kW ( $100 \text{ kW} \times 4 \text{ ea.}$ ), considérant le temps requis pour les réparer, qui tient compte des caractéristiques régionales et de l'expérience de maintenance de l'utilisateur.

La capacité du fil est de 2,990W ( $230 \text{ W/ea.} \times 13 \text{ ea.}$ ). La capacité de l'inverseur est de 100kW. Le nombre de fils avec modules solaires par inverseur est de 34. La puissance maximum à la sortie par inverseur est de 104.6 kW.

Le nombre total de modules solaires requis pour l'installation solaire PV d'une capacité de 400 kW est 1,768 ( $13 \times 34 \times 4 = 1,768 \text{ ea.}$ ).

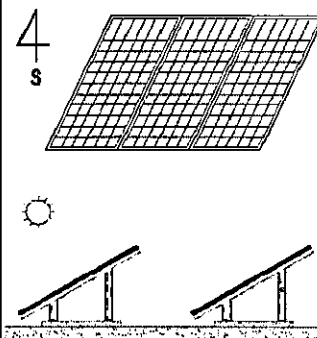
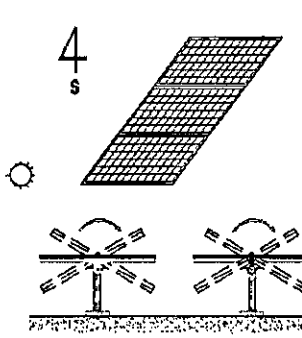
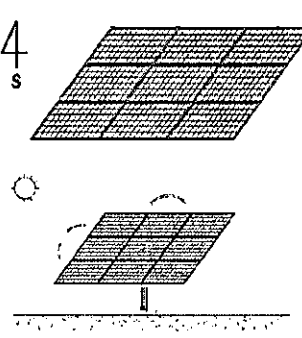
### **(3) Installation des Modules Solaires**

Les modules solaires doivent être installés de sorte qu'ils aient une exposition maximum au soleil, ce qui est efficient. Il y a deux méthodes d'installation: le type fixe incliné et le système de pistage. Le système de pistage peut être classé en deux types: un système de pistage à simple axe et un système de pistage à double axe.

Les caractéristiques des systèmes sont données dans le tableau suivant. Le type fixe incliné sera installé dans l'installation solaire PV de la station de pompage de Grande Digue-Tellel considérant l'efficacité économique et la maintenance.

Le nombre de stations solaires PV qui emploient le système de pistage a augmenté récemment, parce que le système de tracking génère de l'électricité pendant de longues heures et son efficacité dans cette génération d'énergie est élevée. Cependant, le système de pistage n'est pas approprié pour la zone du Projet. Parce que les gens n'y ont pas l'expérience du fonctionnement des installations solaires PV et qu'il n'est pas facile de réparer l'installation quand elle tombe en panne.

Tableau 5.25: Sélection de Solar Installation du module

Description	Type fixe incliné	Système de pistage à simple axe	Système de pistage à double axe
Forme			
Caracteristiques	<p>Le modules solaires sont orientés vers le sud et inclinés d'un angle de 30 degrés.</p>	<p>Les modules solaires sont orientés vers le sud pour tirer le maximum de l'énergie solaire. Le système à simple axe tourne autour d'un axe incliné de l'est le matin à l'ouest le soir pour suivre le mouvement quotidien du soleil.</p>	<p>Le système à double axe suit le soleil à la fois d'Est en Ouest et du Nord au Sud. Les modules font directement face au soleil toute la journée.</p>
Principaux Equipements	<p>Modules solaires et équipements de support des modules</p>	<p>Modules solaires, équipements de support des modules, arbre tournant simple, équipement chaud, et senseurs qui suivent le soleil (senseurs trackeurs de soleil).</p>	<p>Modules solaires, équipement de support des modules, arbre tournant double, équipement chaud, et senseurs qui suivent le soleil (senseurs trackeurs de soleil).</p>
Mérites et Démérites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à installer.</li> <li>• Facile d'entretenir l'équipement.</li> <li>• Un tassement partiel de la fondation n'affecte pas la stabilité de la structure.</li> <li>• La quantité d'énergie générée est plus faible que pour le système qui tracke.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'électricité générée par ce système est plus que celle générée par le type fixe.</li> <li>• Difficile à installer et entretenir.</li> <li>• Maintenir le niveau de l'arbre est requis.</li> <li>• Comparé au type fixe, coûts de construction et espace plus grands sont requis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'électricité générée par ce système est supérieure à celle générée par le type fixe.</li> <li>• Difficile à installer et à entretenir.</li> <li>• Maintenir le niveau de l'arbre est requis.</li> <li>• Comparé au type fixe, coût de construction et espace plus grands sont requis.</li> </ul>
Sélection	○		

#### **(4) Inverseur**

L'inverseur doit convertir le courant continu produit par les modules solaires (panneaux) en courant alternatif prêt à être utilisé. Tous les modules solaires sont connectés aux inverseurs. Les inverseurs doivent être installés dans la chambre électrique pour une maintenance facile et pour être durables.

Quatre inverseurs d'une capacité de 400 kW ( $100 \text{ kW} \times 4 \text{ ea.}$ ) doivent être installés dans la nouvelle station de pompage, comme mentionné dans "Solar Module Array, ordre des modules solaires". IGBT (Insulated Gate Bi-polar Transistor) a été choisi pour l'inverseur pour limiter les pertes de puissance dans le processus de conversion de l'énergie générée par les cellules solaires. IGBT offre un fonctionnement parallèle facile.

Le systeme fonctionnera automatiquement selon les fluctuations de la puissance générée.

Le voltage de la puissance fournie par l'inverseur est un 3-Phase 380V. Le voltage maximum en circuit ouvert est de 660VDC et l'efficience est de 95.5 % ou plus.

#### **(5) Sélection du site de l'installation solaire PV**

Il est approprié d'installer une station solaire PV là où il n'y a ni montagnes ni bâtiments, qui peuvent jeter de l'ombre sur les modules solaires.

Comme la station de pompage existante de Grande Digue-Tellel est située sur une plaine (zone agricole), il n'y a pas d'ombrages ni de polluants. Cependant, la poussière peut s'accumuler parce que la zone est un semi-désert sec et avec du vent.

Comme la station de pompage est adjacent à la piste, il y a une forte possibilité que la poussière et le sable s'accumulent sur la surface du module solaire.

L'installation de génération d'énergie solaire PV sera mise en place de manière à être parallèle au marigot Gorom-Lampsar de sorte qu'elle soit moins affectée par le vent.

Des pompes pour le nettoyage seront installées dans la bache d'aspiration de la station de pompage. Des conduites seront installées entre la station de pompage et un endroit proche des modules solaires. La surface des modules solaires sera nettoyée périodiquement avec de l'eau refoulée par les pompes dans les conduites de refoulement.

De l'ombre venant du voisinage et qui couvre les modules solaires va probablement se produire pendant une partie du jour, particulièrement aux environs du lever et du coucher du soleil. Considerant qu'il est désiré que toute ombre soit réduite au minimum pendant le jour, la surface

requis a été calculée. Une surface de 10,150 m<sup>2</sup> (70 m × 145 m) est requise pour une capacité de 400 kW de l'installation d'énergie solaire PV.

Une clôture, une piste de maintenance, des équipements de surveillance pour détecter les vols, et un système de surveillance vidéo seront installés parce que les modules solaires seront installés dehors.

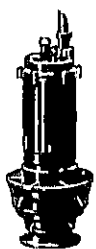




## 5.4 Plan d'Opération et de Maintenance (O&M)

### 5.4.1 STATION DE POMPAGE

#### (1) Type de maintenance

vérification fréquente	verification quotidienne	verification périodique	verification urgent	Test de sécurité détaillée
Si nécessaire	Contrôle quotidien	Mensuel, trimestriel, annuel	Dans une situation d'urgence	Si nécessaire

**(2) Exploitation et entretien des installations mécaniques**

Nom de marchandises		Trouble	Cause	O&M Activities
Pompe		Manque de circulation	Le dommages de rotation axiale	Le remplacement de rotation axiale
		La surcharge	La mauvaise rotation axiale L'Emballage tendue	Le relâchement de emballage après le démontage
		Les bruits peu communs, les vibrations	L'Accouplement défectueux La mauvaise installation	La révision de l'alignement d'accouplement Vérifier la Fondation
		La mauvaise sortie	La valve de mauvaise sortie La mauvaise pompe	Le contrôle visuel et la réparation La révision et la réparation
Rabat Valve		La rouille	Le mauvais revêtement	Vérifier et revetir
		La mauvaise ouverture et fermeture	Les débris La mauvaise charnière	Vérifier et nettoyer Ravitaillement en pétrole à la part de charnière et le remplacement
Portique Crane		La rouille	Le mauvais revêtement	Vérifier et revetir
		Le mauvais mouvement	L'obstacle et les dommages	Vérifier, nettoyer et réparer
		Le mauvais levage	Le dommages de palan à chaîne	Vérifier, réparer et remplacer
Écran		Les bruits peu communs, les vibrations	L'obstacle ou La sédimentation	Vérifier et nettoyer
		Le passage d'obstacles	Le dommages de barre d'écran	Vérifier, réparer et remplacer
Porte		La rouille	Le mauvais revêtement	Vérifier et revetir
		La mauvaise ouverture et fermeture	L'obstacle, broche de distributeurs, Le mauvais levier à main La mauvaise étanche ou roller	L'enlèvement, La révision de la broche, vérifier et réparer ou remplacer
		Les bruits peu communs, les vibrations	Le mauvais engin Les volts desserrées La pénurie de pétrole d'engins La mauvaise connetion d'axe d'un moteur	Vérifier, le serrage de volts et le remplacement L'offre de pétrole et vérifier la connetion d'axe d'un moteur

## 5.4.2 Centrale solaire

### (1) Opération (fonctionnement) de l'Installation

L'électricité peut être produite seulement pendant le jour dans la station solaire PV et l'électricité produite par le réseau Sénélec coûte cher. C'est pourquoi, il est nécessaire d'établir un plan cultural de manière que la nouvelle station de pompage puisse fonctionner, si possible, pendant le jour.

Le système électrique pour le fonctionnement de la nouvelle station de pompage a été conçu de manière que le gérant puisse choisir entre l'électricité générée par les panneaux solaires PV et l'électricité fournie par le réseau. C'est pourquoi, le gérant peut faire fonctionner les pompes pendant la période de repiquage, pendant la période où une grande quantité d'eau est requise, et pendant la nuit sur la base de son jugement (appréciation).

Le système a été conçu de sorte que l'excédent d'électricité générée par l'installation solaire PV puisse être vendu à travers le réseau de distribution existant aux endroits où on en a besoin. Donc, l'électricité excédentaire doit être vendue en consultation avec les agences concernées.

Il est facile de faire fonctionner et d'entretenir l'installation solaire PV, et donc on peut la faire fonctionner avec l'aide du personnel de formation pour le fonctionnement et la maintenance de la station de pompage existante. Le recrutement de personnel additionnel n'est pas envisagé.

### (2) Plan de Fonctionnement et de Maintenance

Des modules solaires en panne doivent être remplacés par de nouveaux en vérifiant l'électricité générée par le modules solaire. La surface des panneaux solaires doit être inspectée et nettoyée.

Les inverseurs doivent être inspectés régulièrement suivant le manuel de maintenance pour s'assurer qu'ils fonctionnent comme il faut.

Le nombre de pompes, qui seront mises en fonctionnement, est déterminé en vérifiant la puissance générée par les équipements solaires PV. Les pompes en fonctionnement s'arrêteront automatiquement quand la puissance baisse.

Une cloture sera construite pour protéger les modules solaires du vol et de la perte. 들기]

Un système de surveillance vidéo (CCTV) sera installé pour la surveillance du site de l'équipement de génération d'énergie PV sans points non couverts. Les cameras tournantes seront installées en deux endroits. Le site de génération d'énergie PV sera surveillé à partir du bureau du gérant grâce à de la

surveillance à distance.

L'équipement de surveillance pour détecter les vols sera installé à l'entrée pour alarmer l'intrus quand il entre dans le site de génération d'énergie solaire PV.

Pour nettoyer la surface des modules solaires, deux pompes vont être installées dans la bache d'aspiration et une conduit sera installée entre la station de pompage et un endroit près des modules solaires.

La piste sera construite de sorte que les véhicules puissent entrer dans le site des équipements solaires PV pour le remplacement des modules solaires ou l'enlèvement des herbes.

### **(3) Mesures à prendre pour prévenir les pannes**

Le module solaire est une structure simple et ne tourne pas. C'est pourquoi, il y a une faible probabilité de panne. Cependant, Des pièces de rechange (3 %) seront fournies pour que les parties en panne puissent être remplacées par de nouvelles immédiatement.

Dans le cas de la panne d'un inverseur, un travail special qualifié est requis. Donc, les inverseurs doivent être conçus pour permettre un diagnostic et un support à distance. Pour choisir les équipements, un plan d'action doit être établi avec le fabricant.

Les câbles de puissance seront remplacés par de nouveaux par le gérant en cas de détérioration de câble due à un court-circuit ou à l'insolation.

### **(4) Formation des opérateurs**

Bienqu'un voyage d'étude des employés Sénégalais ait été organisé sur des sites de projets avancés pour le fonctionnement de l'installation solaire PV, cela peut ne pas être assez pour eux.

Le fabricant de l'installation d'énergie solaire invitera les opérateurs à la compagnie manufacturière et les formera. Le manufacturier formera aussi les opérateurs sur le site au moment des essais. Les coûts pour l'éducation et la formation sont inclus dans le coût du Projet.

---

## **Chapitre 6**

# **Plan des Equipements d'Appui aux Agriculteurs**



## **Chapitre 6 Plan des Equipements d'Appui aux Agriculteurs**

### **6.1 Grandes lignes**

La SAED et les résidents locaux ont demandé l'inclusion des équipements suivants d'appui aux agriculteurs dans le Projet (Ref. Atelier sur l'Etude de Faisabilité).

Maison communautaire (Village) pour événements au village, réunions des mouvements de femmes, formation des paysans

- Magasin pour entrepôt et maintenance de machines agricoles
- Magasin pour stockage de graines
- Rizerie
- Chambre du concierge de la station de pompage

En plus de ces 5 éléments, un department PR qui sera utilisé pour les relations publiques et l'exhibition est ajouté comme équipement d'appui aux paysans.

Dans certains pays en développement et sous développés, des équipements d'irrigation mis en place ne sont pas pleinement utilisés parce qu'il n'y a pas de magasin de stockage d'équipements ni d'équipements de maintenance. Dans les cas sérieux, des projets terminés sont négligés en quelques années.

Des matériaux disponibles sur le marché local sont employés dans la conception, et les données pour estimation de coûts sont obtenues des projets locaux existants. Dans la phase d'APD, les équipements de construction et les matériaux doivent être revus.

Actuellement sur place, les matériaux pour travaux temporaires sont surtout du bois excepté les supports de conduites en acier. La bétonnière sur le site est généralement utilisée. La structure de bâtiment est le plus souvent une ossature en béton armé avec des murs en béton.

La qualité du béton est généralement mauvaise à cause du mixage sur le site. La séparation des agrégats et l'enlèvement du coffrage apparaissent, causant une faible force du béton due à un mauvais mixage et un manque de contrôle de qualité. Une gestion de meilleure qualité avec une plus grande sécurité pendant la période de construction est nécessaire.

Au stade de l'APD, des demandes additionnelles de résidents locaux pour des infrastructures au niveau du village seront pleinement étudiées et incluses dans le Projet.

Si le Projet se focalise seulement sur la partie irrigation sans inclure les bâtiments, les effets du projet seront réduits. En vue de renforcer les effets du projet de développement de l'irrigation, des équipements de traitement des produits agricoles et des équipements d'appui aux agriculteurs doivent être ajoutés.

Les équipements d'appui suivants sont proposés pour augmenter les effets du projet. Ils amélioreront le cadre de vie des residents et l'environnement de production des agriculteurs.

Magasin pour machines agricoles et équipements d'usinage des produits agricoles

Des équipements pour l'amélioration du cadre de vie et du cadre sanitaire

Bâtiments pour le stockage de produits agricoles

Il peut y avoir des changements ou additions pendant la phase d'APD en considérant les limites sur les coûts du projet et l'opinion de la SAED et des paysans.

Tableau 6.1: Equipements d'Appui aux Agriculteurs

Equipement	Dimensions (m)	Nbre	Surface (m <sup>2</sup> )
Maison communautaire	20 × 70	1	1,400
Magasin	15 × 50	2	1,500
Magasin pour machines agricoles	30 × 70	1	2,100
Rizerie	20 × 30	1	600
Département PR	12 × 30	1	360
Chambre concierge	6 × 10	1	60
Total		7	6,020

## 6.2 Maison Communautaire (Maison du Village)

La maison communautaire sera située dans le village de Ross-Bethio. Les autres localités de la zone du projet sont éloignées de l'endroit où vivent la plupart des paysans. Les dimensions de la maison communautaire sont de 70 m × 20 m.

Fig 6.1: Plan

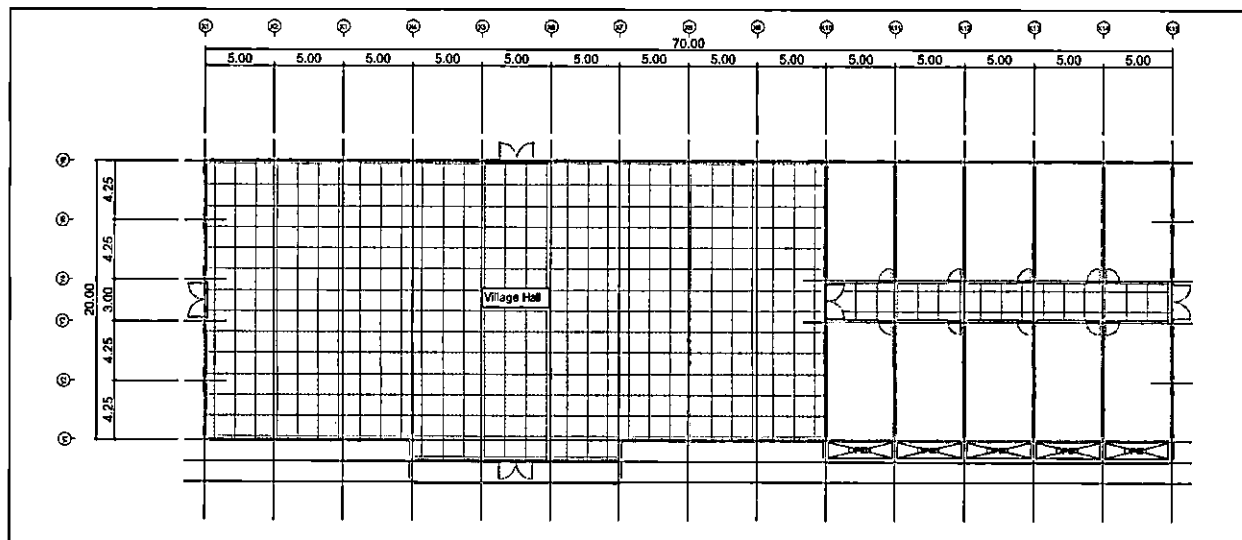


Fig 6.2: Vue Façade Principale

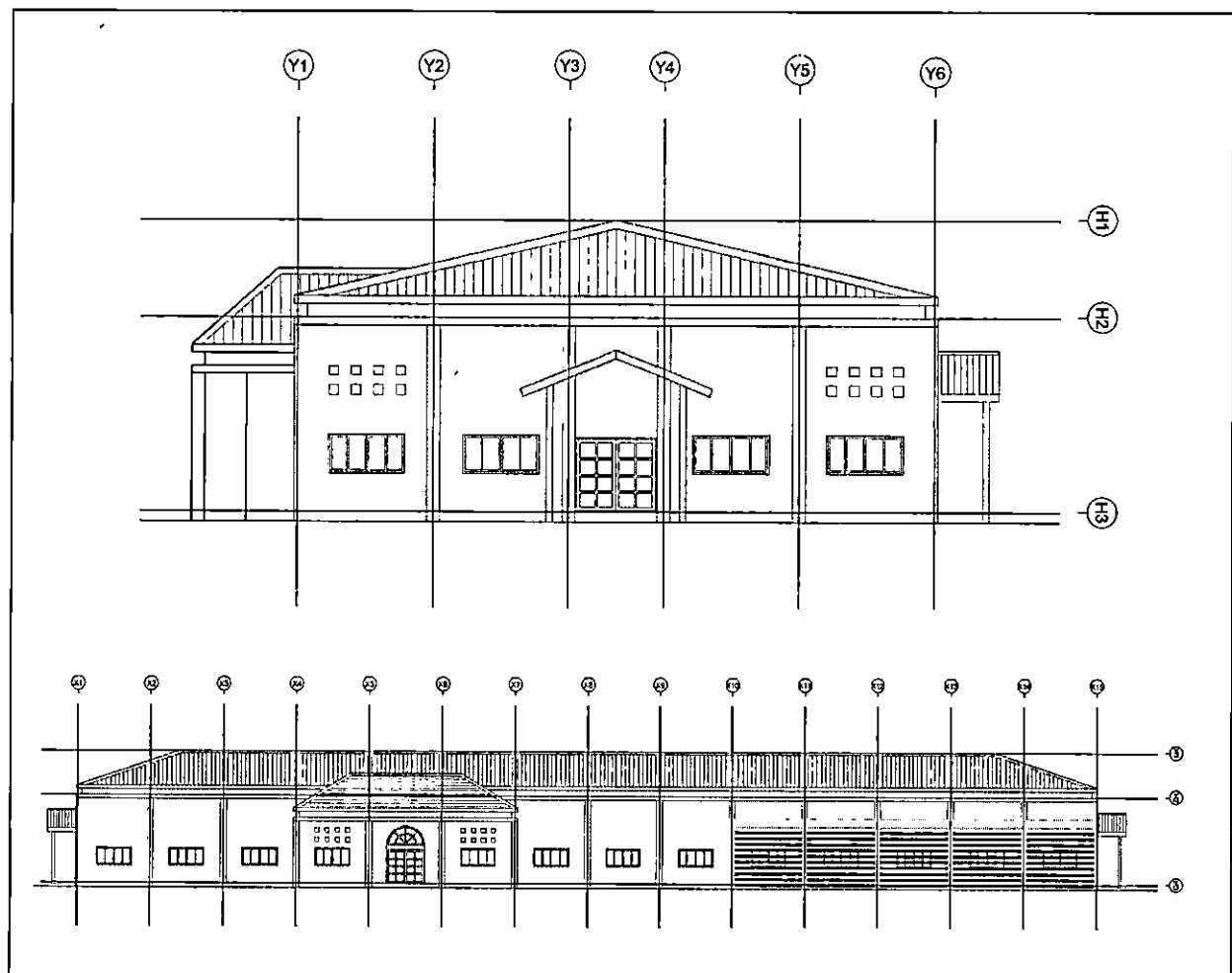
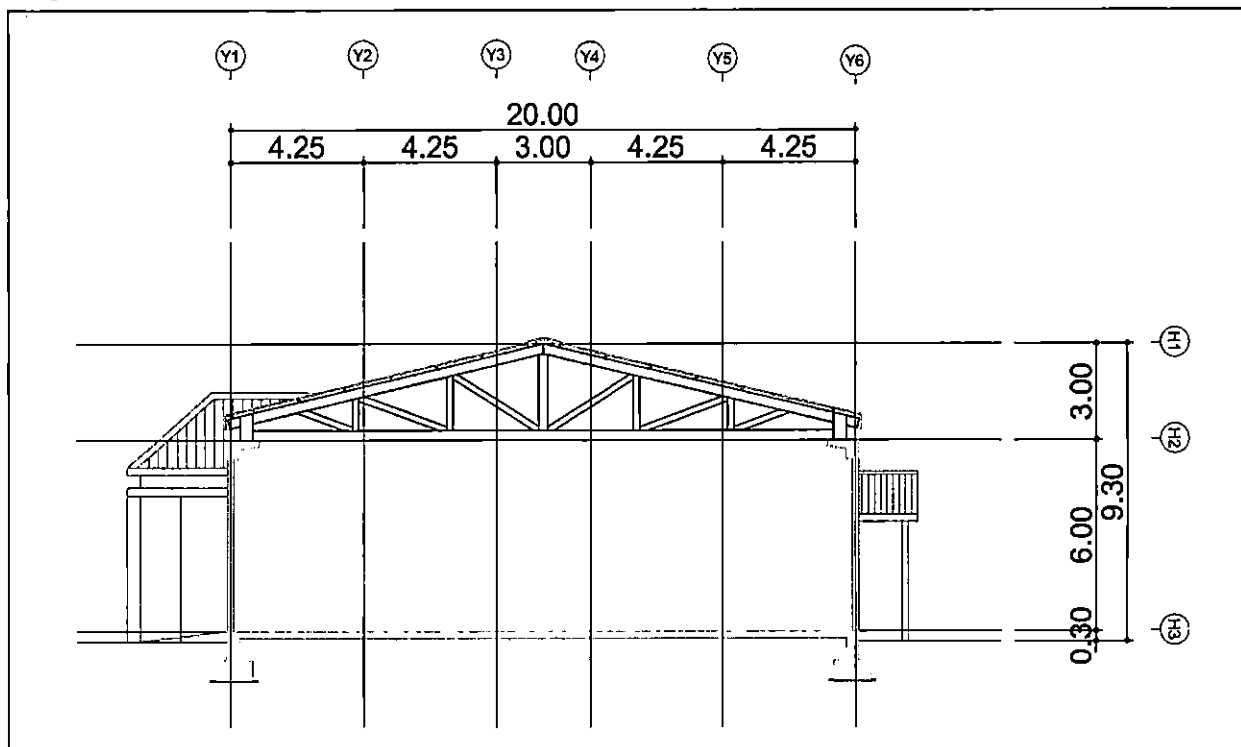


Fig 6.3: Section



### 6.3 Magasin

Le magasin sera construit pour stocker des produits agricoles. Les dimensions du magasin sont de 50 m × 15 m.

Fig. 6.4: Plan

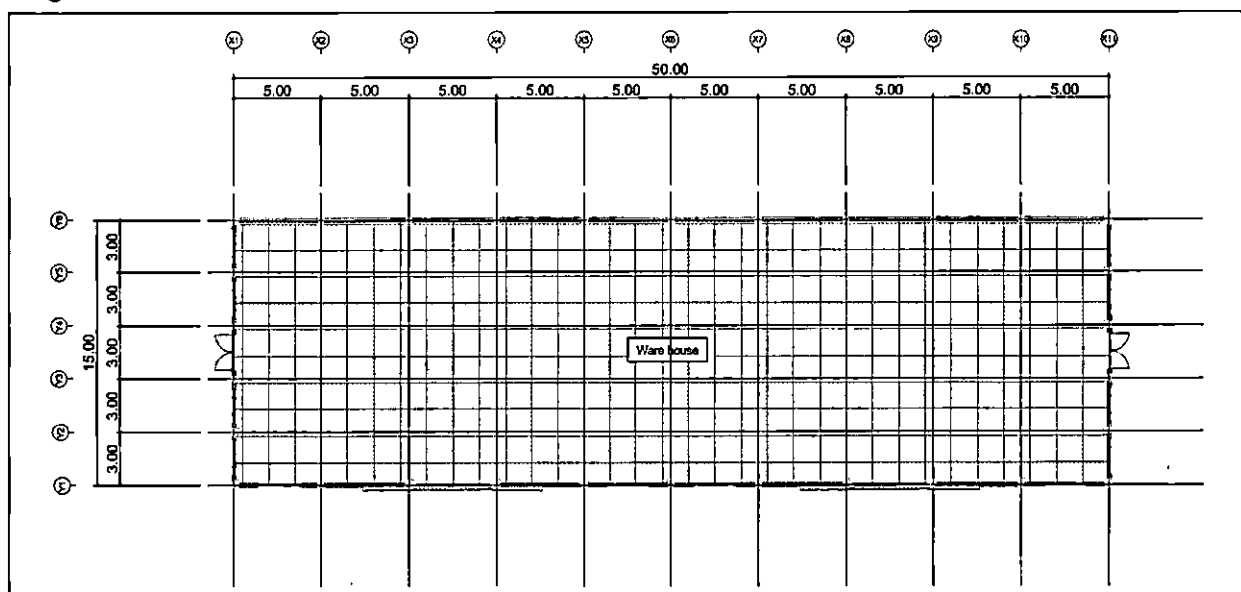


Fig 6.5: Vue Façade Principale

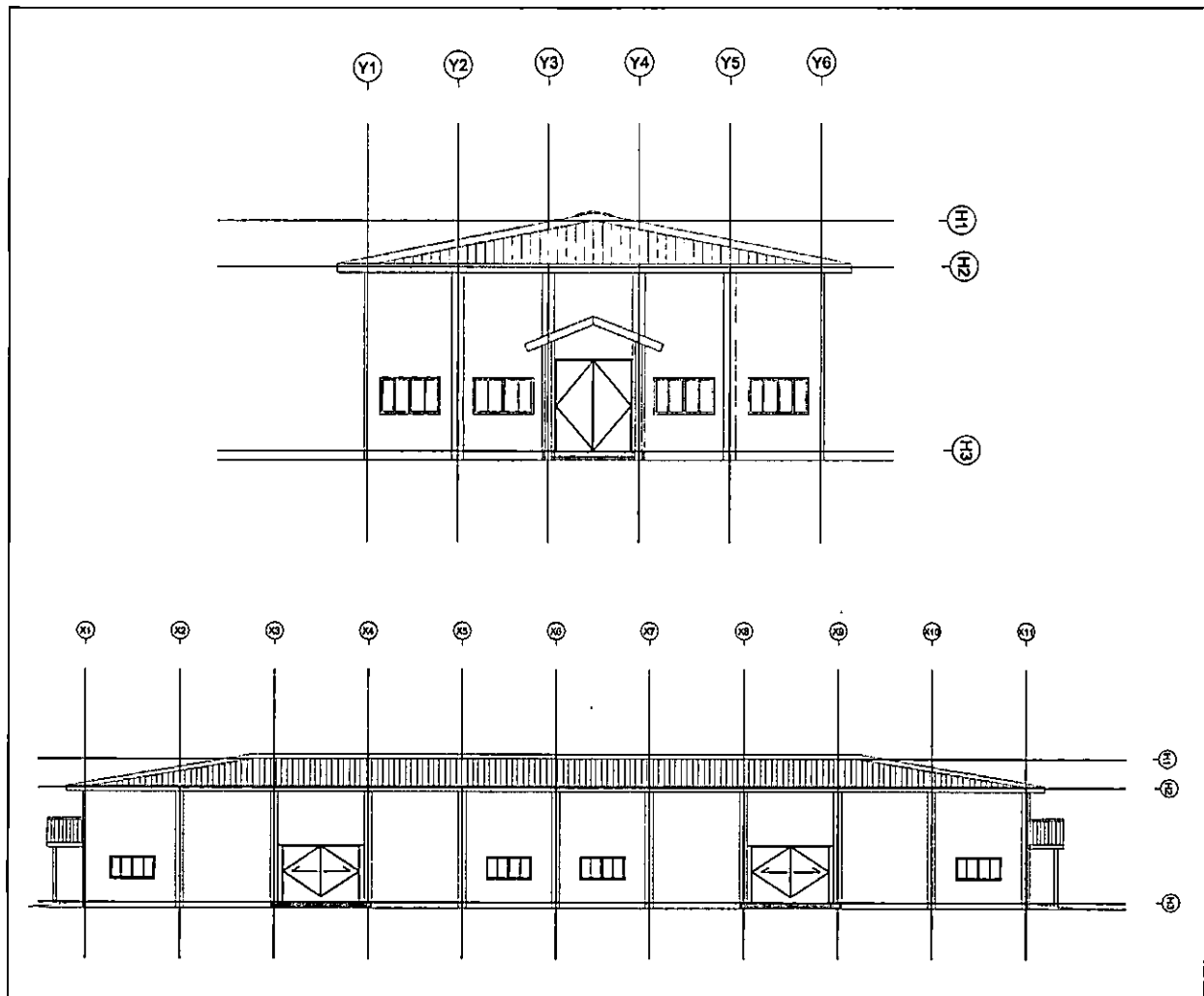
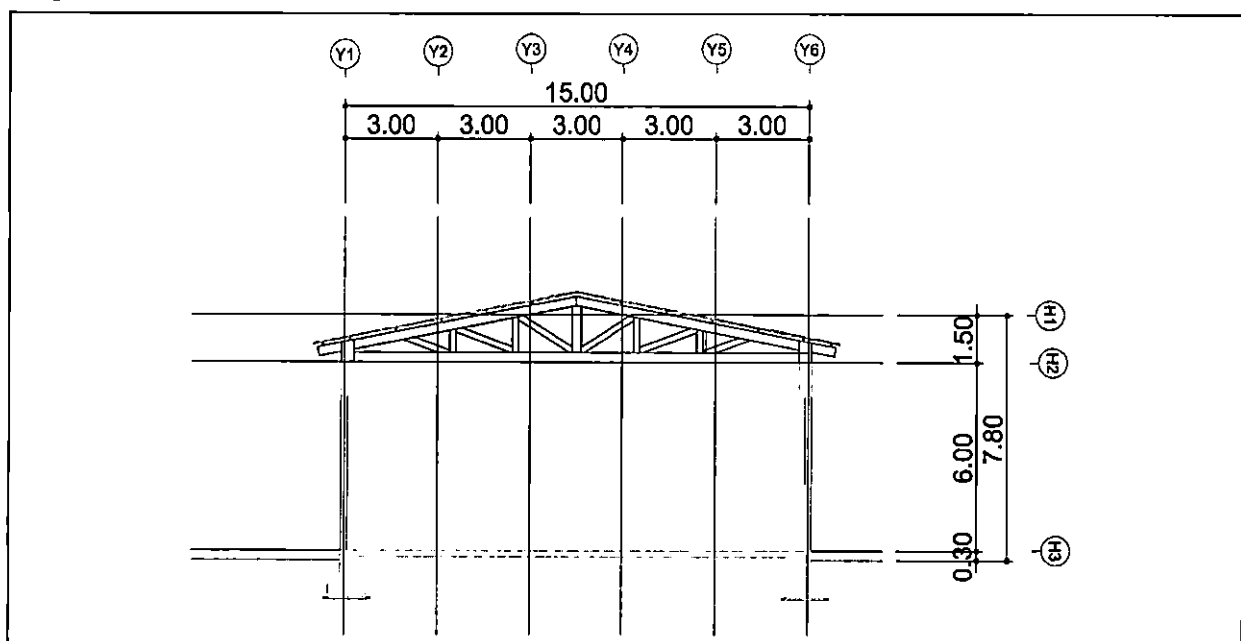


Fig 6.6: Section



## 6.4 Magasin pour Machines Agricoles

Le plan du magasin pour machines agricoles est préparé en considérant la ligne de mouvement la plus courte et l'efficience spatiale. Les dimensions du plan sont de 70 m × 30 m. Les plans de magasins locaux sont montrés dans le dessin.

Fig 6.7: Plan

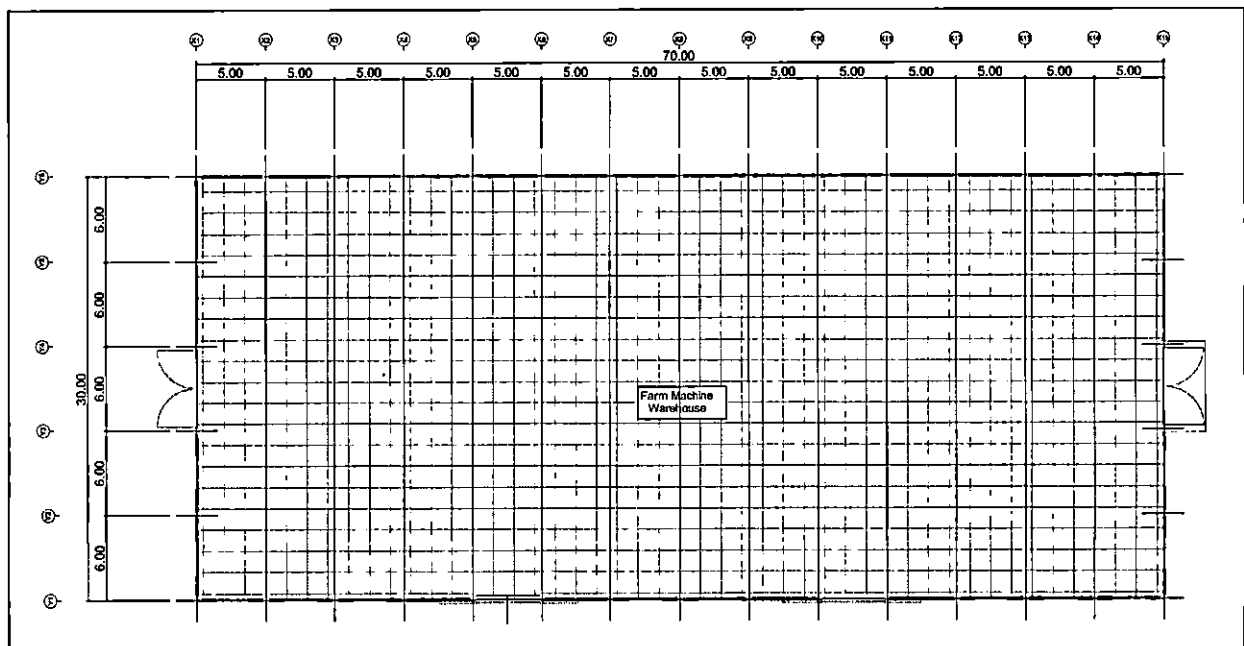
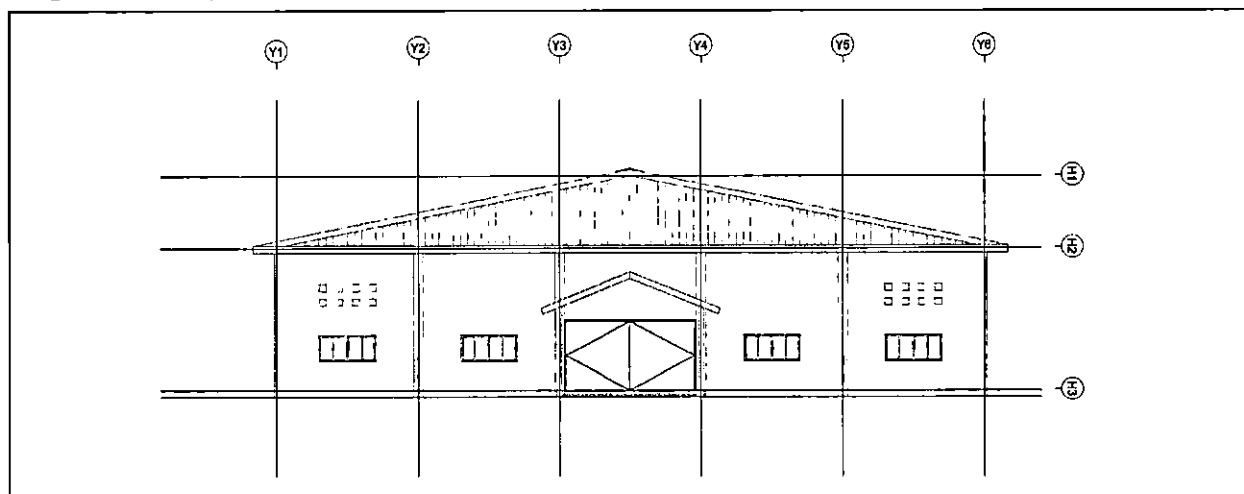


Fig 6.8: Vue Façade Principale



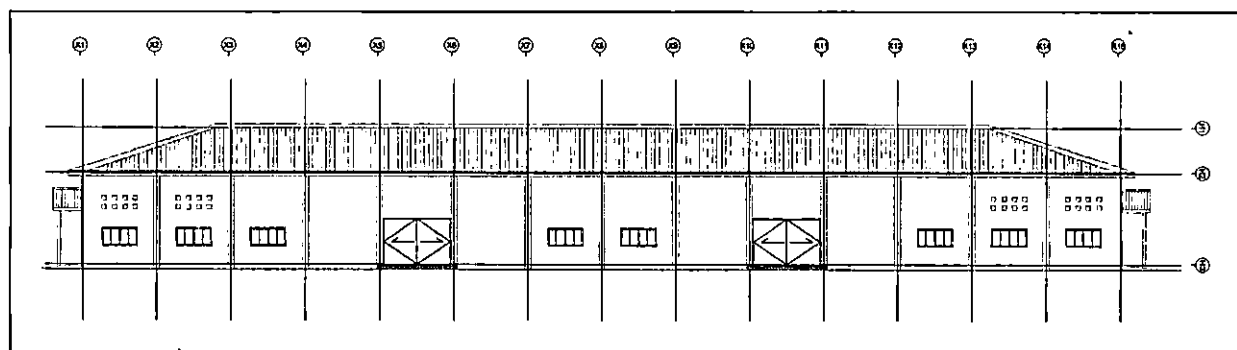
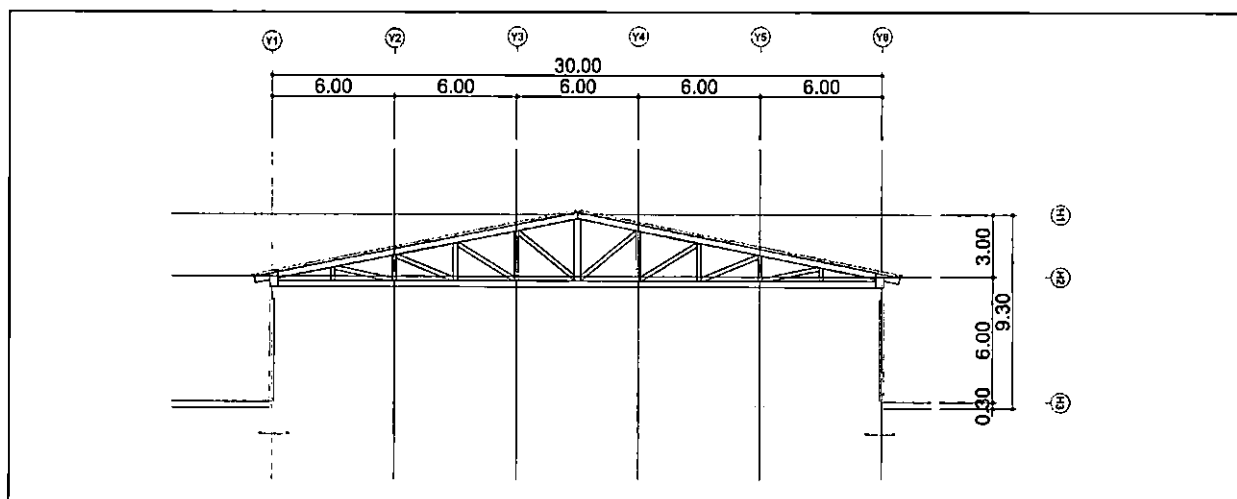


Fig 6.9: Section



## 6.5 Rizerie

Une rizerie sera fournie pour les agriculteurs riziers. Les dimensions de la rizerie sont de 30 m × 20 m.

Fig 6.10: Plan

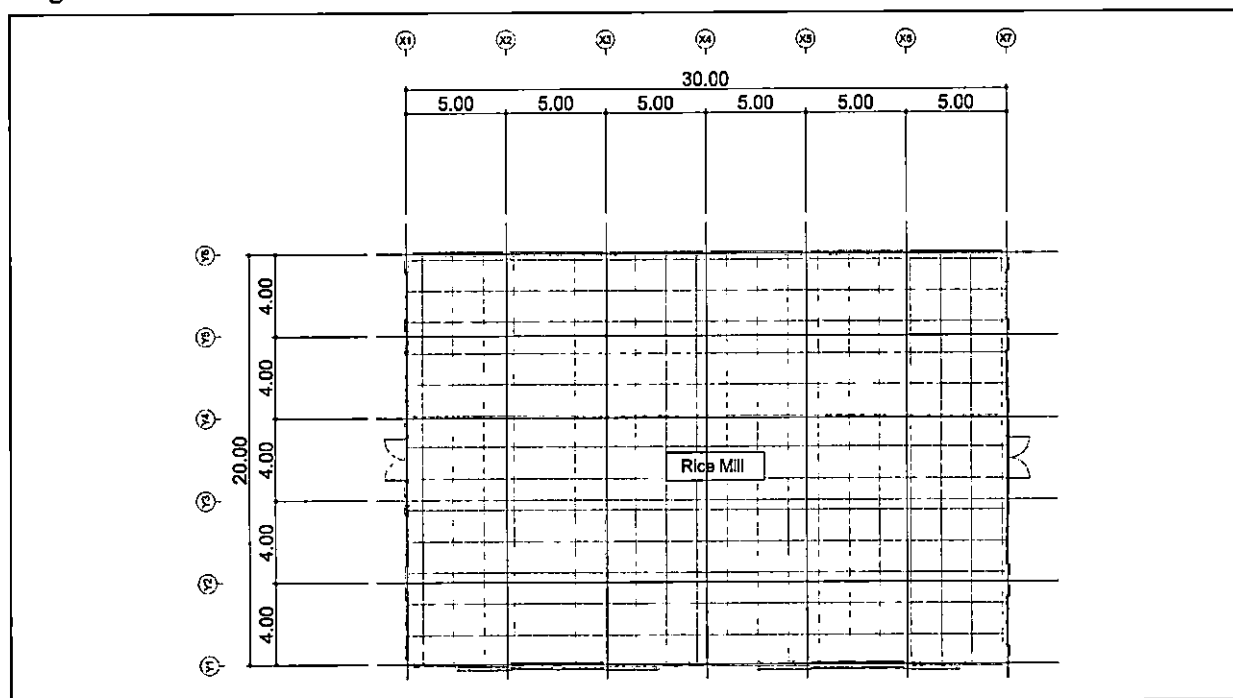


Fig 6.11: Vue Façade Principale

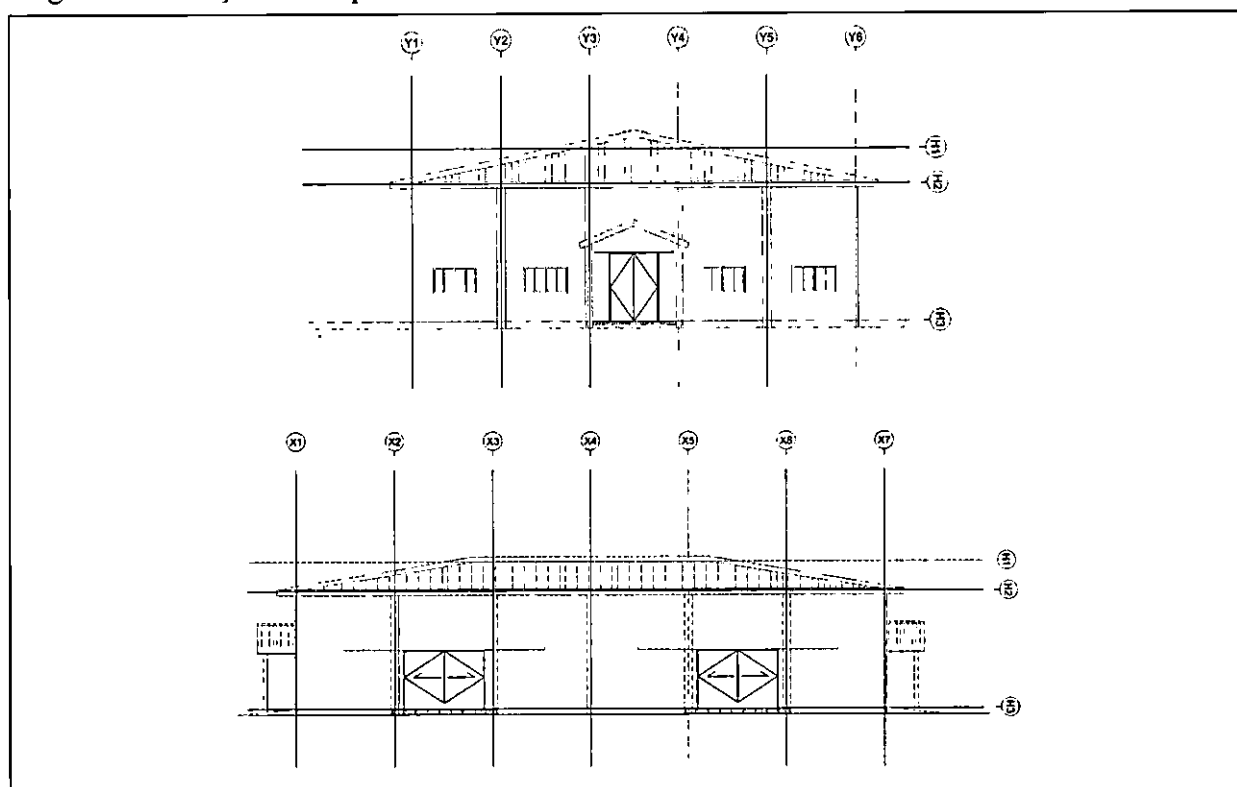
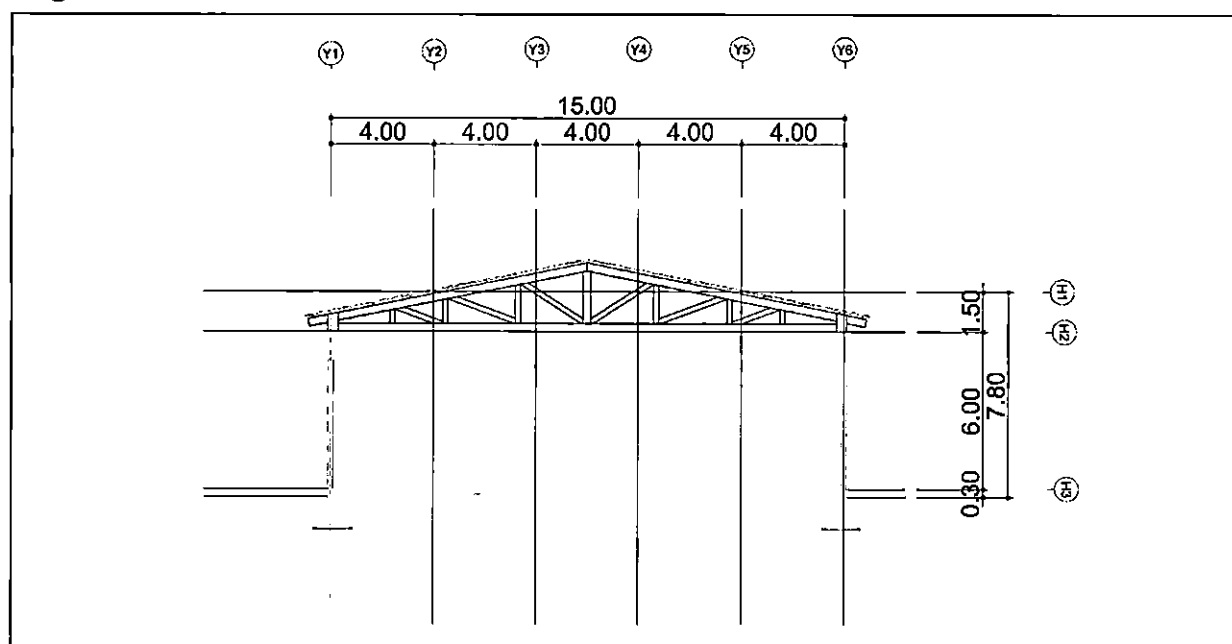




Fig 6.12: Section



## 6.6 Département PR

Le département PR sera situé à coté de la Chambre de Contrôle. Ce sera une salle d'exhibition pour la promotion des relations publiques dans le cadre du Projet. Le bâtiment du département PR sera équipé de vidéo et de documents. Les dimensions du Département PR et de la chambre de contrôle sont de 12 m × 12 m et 18 m × 12 m, respectivement.

Fig 6.13: Plan

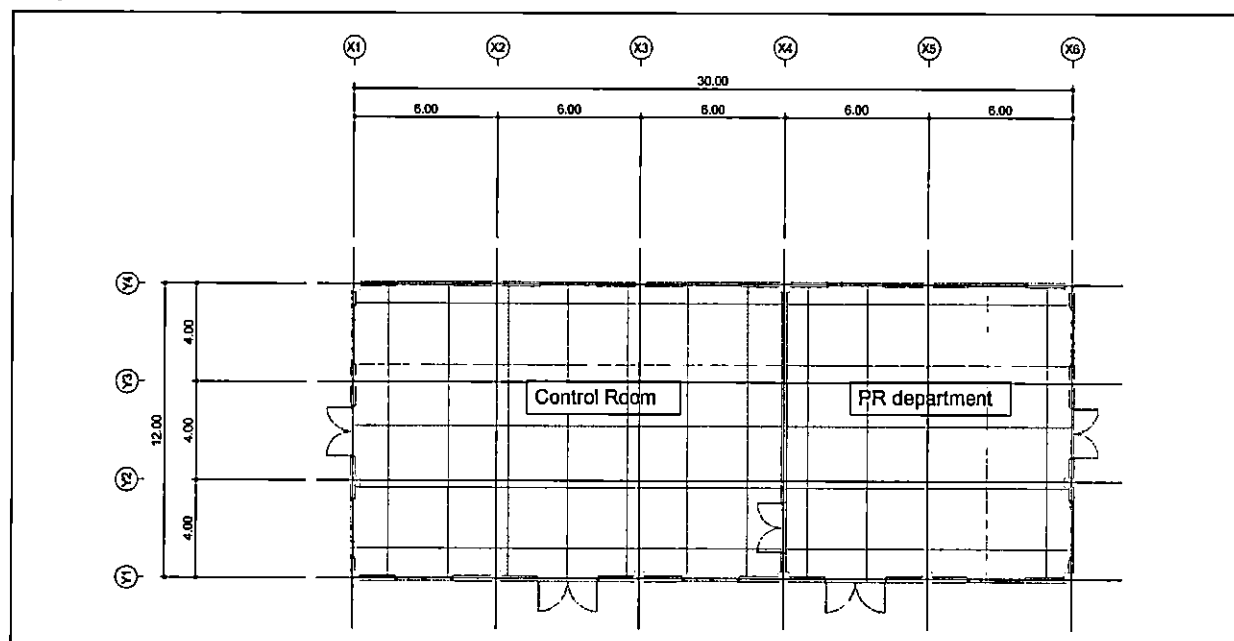


Fig 6.14: Vue Façade Principale

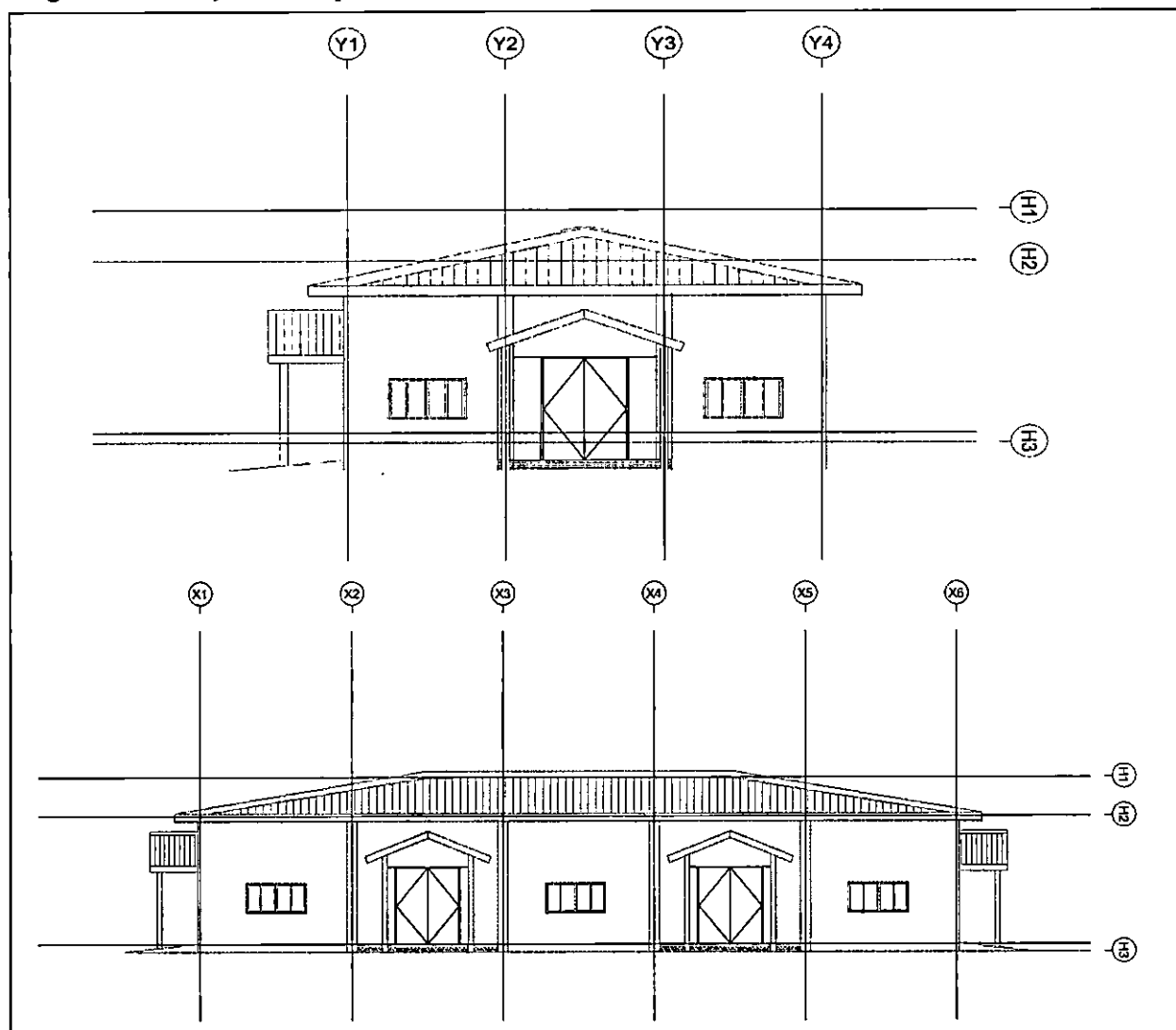
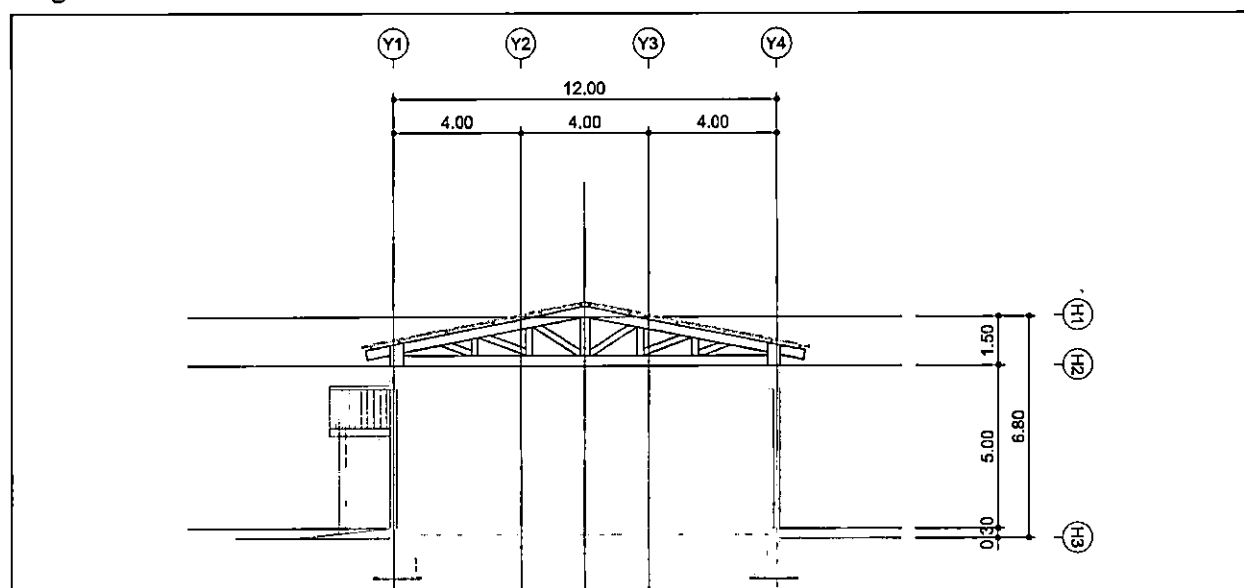


Fig 6.15: Section



## 6.7 Chambre du Concierge

La chambre du concierge sera située près de la station de pompage sur la gauche de la station de pompage existante. Cela empêchera le vol dans des équipements comme la station de pompage, les générateurs solaires, et offrir un bon cadre pour le gérant. Les dimensions de la chambre du concierge sont de 10 m x 6 m.

Fig 6.16: Plan

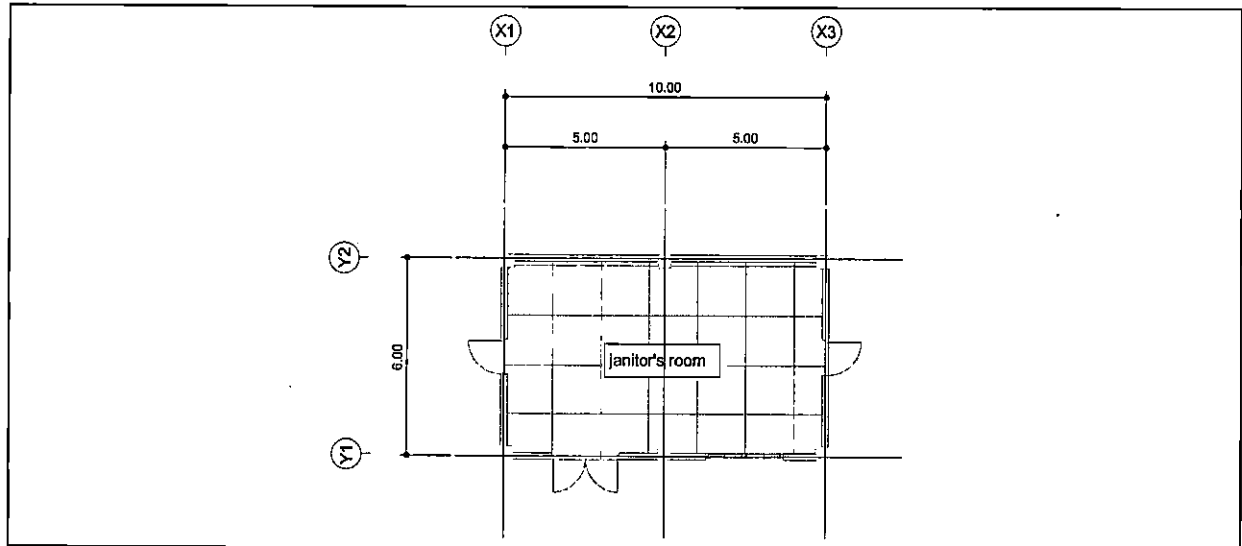
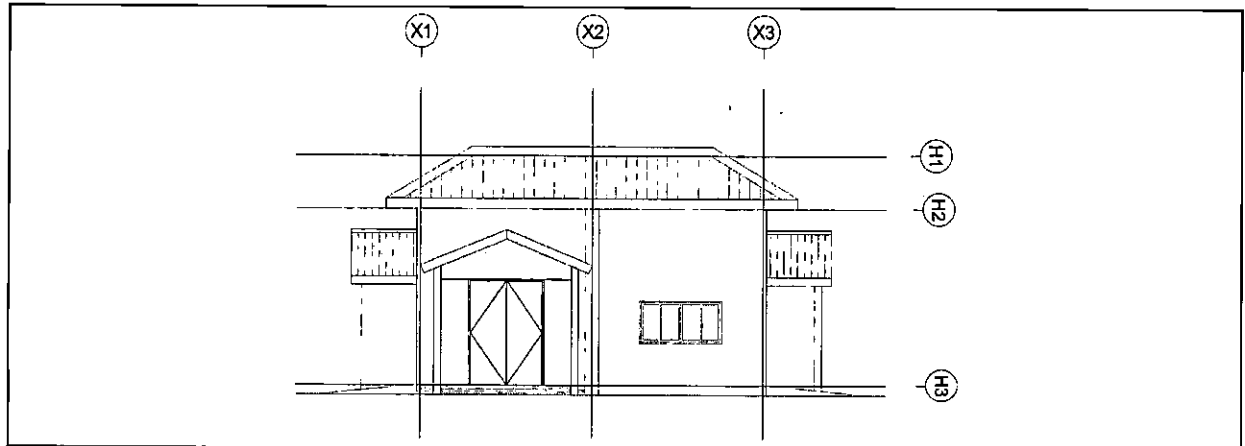


Fig 6.17: Vue Façade Principale



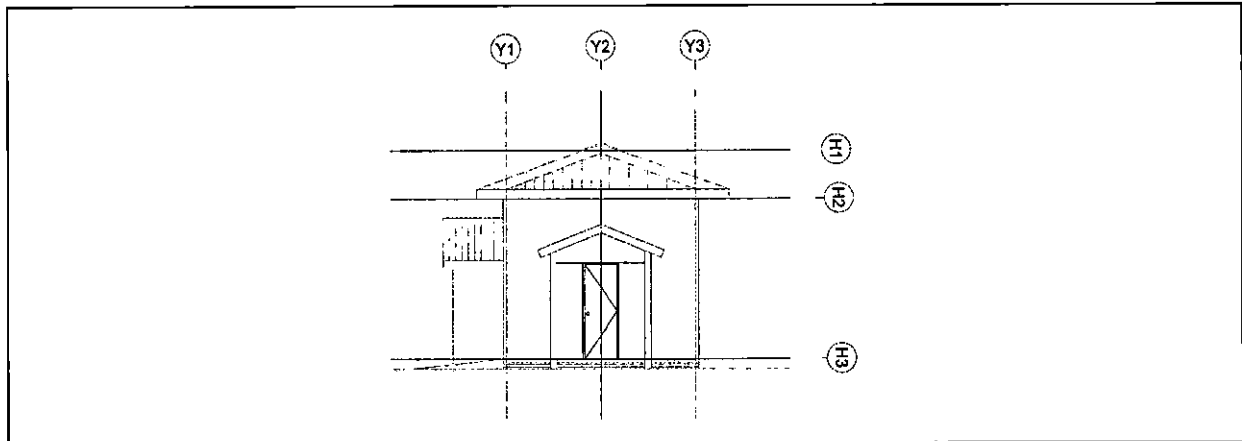
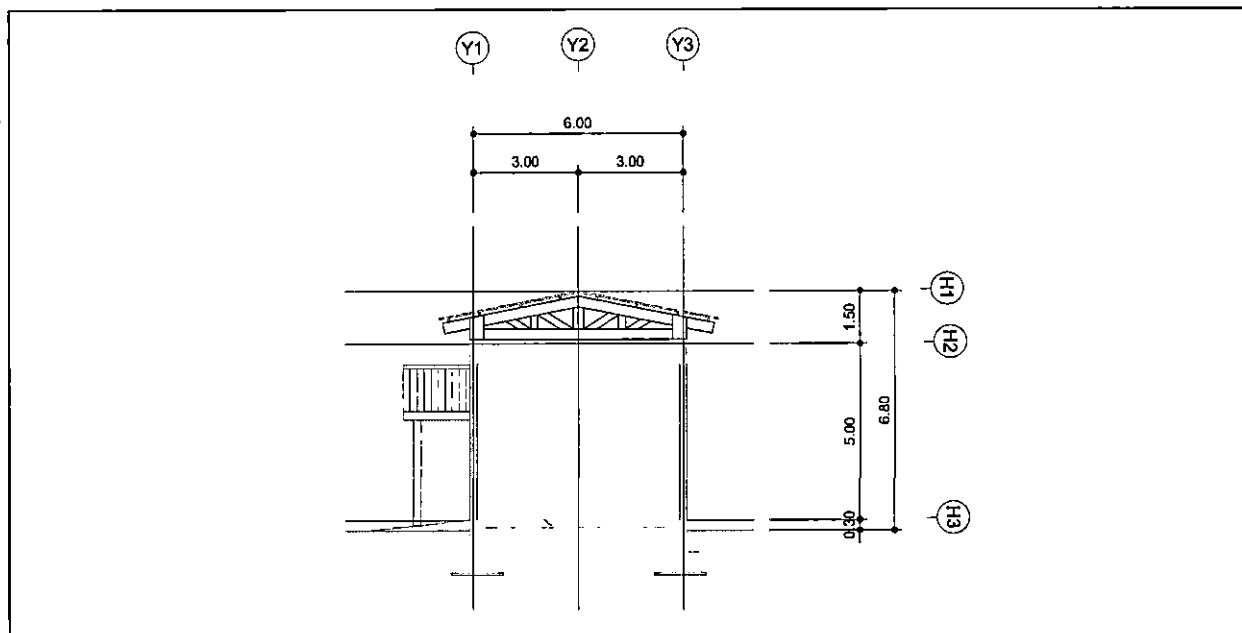


Fig 6.18: Section



---

## Chapitre 7

## Coûts du Projet

---

## **Chapitre 7 Coûts du Projet**

### **7.1 Coûts du Projet**

#### **7.1.1 Estimation des Coûts du Projet**

##### **1) Coûts Nets de Construction**

Les coûts des investissements dans les projets agricoles, en général, ont des composantes telles que les coûts pour la construction, l'apport de matériels, l'acquisition des terres, les levés et la conception, la supervision, la gestion du projet, le ré-arrangement des terres, des articles divers, et des imprévus. Chaque composante de ces coûts financiers doit être ajusté pour l'analyse du projet en appliquant des prix fictifs.

Considérant que l'Etude est à la phase étude de faisabilité, et donc les coûts sont estimés approximativement, les composantes de coûts sont simplifiées comme dans les cinq catégories suivantes i.e. les coûts pour la construction, la gestion du projet, les levés et la conception, les imprévus pour les changements de volume, et les coûts du FSS. Chacune de ces composantes des coûts du projet est ajustée pour l'analyse économique. Les coûts d'acquisition de la terre ne sont pas inclus dans les coûts du projet puisque le Projet est considéré comme un investissement public. Toutes les terres au Sénégal, d'après la loi, appartiennent en principe à l'Etat.

Puisqu'aucun détail n'est disponible, les coûts nets agrégés de construction sont multipliés par le facteur de conversion standard.

##### **2) Coût de Gestion du Projet**

Le Coût de Gestion du Projet est multiplié par le facteur standard de conversion.

##### **3) Coûts divers**

La vie économique des principaux équipements du périmètre irrigué, tels que les pompes d'irrigation et de drainage, les moteurs immergés est fixée à 20 ans. Ils seront remplacés une fois tous les 20 ans pendant la vie du projet.

La valeur de la récupération n'est pas prise en compte dans le projet parce que la valeur des récupérations à la fin de la vie du projet n'est pas suffisamment significative pour avoir un effet sur l'analyse économique.

## 7.2 Coûts Totaux du Projet

Coûts du Projet							
Description		Coûts du Projet ('000 Fcfa)			Coûts du Projet ('000 US\$)		
		Total	Monnaie Locale	Devise	Total	Monnaie Locale	Devise
I . Coûts directs de construction		7,458,434	5,173,991	2,284,443	15,538	10,779	4,759
1. Equipem. d'irrigation		7,074,834	4,818,391	2,256,443	14,739	10,038	4,701
1) Station de pompage		1,894,767	599,309	1,295,458	3,947	1,249	2,699
- Ouvrages		292,830	243,367	49,463	610	507	103
- Machines		404,516	171,286	233,231	843	357	486
- Electricité		518,966	166,692	352,274	1,081	347	734
- Energie solaire		678,455	17,965	660,490	1,413	37	1,376
2) Canaux		5,180,067	4,219,082	960,985	10,792	8,790	2,002
- Principal d'irrigation		3,584,445	2,896,577	687,868	7,468	6,035	1,433
- Secondaire/tertiaire		740,919	606,782	134,137	1,544	1,264	279
- Canal de drainage		854,703	715,723	138,980	1,781	1,491	290
2. Magasin		383,600	355,600	28,000	799	741	58
II . Coûts annexes		2,402,358	1,262,580	1,139,778	5,005	2,630	2,375
1. Coûts Levé & Etude	4%	298,337	89,501	208,836	622	186	435
2. Coûts supervision construction	8%	596,674	59,667	537,007	1,243	124	1,119
3. Coûts administratifs	5%	372,921	372,921	0	777	777	0
Sous-total		1,267,932	522,090	745,843	2,642	1,088	1,554
4. Imprévus		1,134,426	740,491	393,935	2,363	1,543	821
1) Imprévus physiques	10%	872,636	569,608	303,028	1,818	1,187	631
2) Imprévus prix	3%	261,790	170,882	90,908	545	356	189
Total		9,860,792	6,436,571	3,424,221	20,543	13,410	7,133

### 7.3 Coûts Annuels du Projet (Données pour Analyse Economique)

Coûts Annuels du Projet						
(Unité: 1,000 Fcfa)						
Description	Total	Yearly cost				Remarques
		1ere année	2eme année	3eme année	4eme année	
1. Coûts nets de construction						
○ Coûts maind'œuvre	1,179,464	471,786	707,678			
- Qualifiée	802,283	320,913	481,370			
- Non qualifiée	377,181	150,872	226,309			
○ Matériaux	2,724,837	1,089,935	1,634,902			
- Matériaux	1,346,296	538,518	807,778			
- Carburants	1,378,541	551,416	827,125			
○ Charge pour équipements lourds	1,200,867	480,347	720,520			
○ Divers	510,513	204,205	306,308			
○ Coûts indirects maind'œuvre	176,916	70,766	106,150			
○ Assurance pour accidents industriels	119,014	47,606	71,408			
○ Taxe valeur ajoutée	918,927	367,571	551,356			
2. Matériaux fournis par les propriétaires	627,896	251,158	376,738			
○ Coût matériaux	570,814	228,326	342,488			
○ Taxe valeur ajoutée	57,082	22,833	34,249			
Coûts nets construction	7,458,434	2,983,374	4,475,060			
3. Acquisition de terres & compensation	0					
4. Levé & étude	298,337	298,337				4.0%
5. Supervision construction	596,674	238,670	358,004			8.0%
6. Gestion	372,921	186,460	186,461			5.0%
7. Intérêts sur prêt à long terme	0			0	0	
8. Coûts redécoupage	0					
9. Dépenses diverses	0	0	0	0	0	
10. Autres	0	0	0	0	0	
11. Imprévus physiques	872,636	436,318	436,318			10%
12. Imprévus sur les prix	261,790	130,895	130,895			3%
13. Intérêts pendant la période de construction	0	0	0	0	0	
Total	9,860,792	4,274,053	5,586,739			



Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
l'irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Coûts Annuels du Projet						
(Unité: 1,000USD/ 1US\$=480Fcfa)						
Description	Total	Coût annuel				Remarques
		1ere année	2eme année	3eme année	4eme année	
1. Coûts nets construction						
○ Coûts maind'oeuvre	2,457	985	1,472			
- Qualifiée	1,671	670	1,001			
- Non qualifiée	786	315	471			
○ Matériaux	5,677	2,270	3,407			
- Matériaux	2,805	1,121	1,684			
- Carburants	2,872	1,149	1,723			
○ Charge équipements lourds	2,502	1,001	1,501			
○ Divers	1,064	425	639			
○ Coûts indirects maind'oeuvre	369	147	222			
○ Assurance accidents industriels	248	99	149			
○ Taxe valeur ajoutée	1,914	766	1,148			
2. Matériaux fournis par les propriétaires	1,308	523	785			
○ Coût matériaux	1,189	475	714			
○ Taxe Valeur ajoutée	119	48	71			
Coûts nets construction	15,539	6,215	9,324			
3. Acquisition de terres & compensation						
4. Levé & etude	622	622	0			4.0%
5. Supervision construction	1,243	497	746			8.0%
6. Gestion	777	388	389			5.0%
7. Interêts sur prêt à long terme	0	0	0			
8. Coûts redécoupage	0	0	0			
9. Dépenses diverses	0	0	0			
10. Autres	0	0	0			
11. Imprévus physiques	1,817	909	908			10%
12. Imprévus sur les prix	545	273	272			3%
13. Interêts en période de construction	0	0	0			
Total	20,543	8,904	11,639	0	0	

## 7.4 Coûts Totaux de Construction

Coûts Totaux de Construction										Unité: 1,000 F cfa
Description		Total	Station de pompage	Canaux princip. d'irrigation	C.Secondaires/ Tertiaires	Canaux Drainage	Machines	Electricité	Energie Solaire	Magasin
o Salaires (1)		1,179,464	62,847	592,451	118,150	144,573	28,570	88,002	32,871	112,000
- Qualifiés		802,283	32,120	386,186	77,967	90,152	21,428	79,202	31,228	84,000
- Non qualifiés		377,181	30,727	206,265	40,183	54,421	7,142	8,800	1,643	28,000
o Matériaux (2)		2,724,837	108,584	1,346,786	275,995	317,890	267,268	296,314	0	112,000
- Matériaux		1,346,296	79,960	436,443	71,914	110,397	267,268	296,314	0	84,000
- Carburants		1,378,541	28,624	910,343	204,081	207,493	0	0	0	28,000
o Charge équipements lourds (3)		1,200,867	45,737	739,649	159,989	175,818	15,136	7,100	1,438	56,000
Total coûts nets construction (4)	Total	5,105,168	217,168	2,678,886	554,134	638,281	310,974	391,416	34,309	280,000
	Local currency	3,448,621	167,705	1,991,018	419,997	499,301	77,744	39,142	1,715	252,000
	Foreign currency	1,656,547	49,463	687,868	134,137	138,980	233,231	352,274	32,594	28,000
Matériaux fournis par les propriétaires	Foreign currency	627,896							627,896	
o Divers	(4) × 10%	510,513	21,716	267,888	55,413	63,828	31,097	39,141	3,430	28,000
o Coûts indirects maind'oeuvre	(1) × 15%	176,916	9,427	88,867	17,722	21,685	4,285	13,200	4,930	16,800
o Assurance accidents industriels	(1+3) × 5%	119,014	5,429	66,605	13,906	16,019	2,185	4,755	1,715	8,400
o Taxe valeur ajoutée	(4) × 18%	918,927	39,090	482,199	99,744	114,890	55,975	70,454	6,175	50,400
Total	Total	7,458,434	292,830	3,584,445	740,919	854,703	404,516	518,966	678,455	383,600
	Monnaie locale	5,173,991	243,367	2,896,577	606,782	715,723	171,286	166,692	17,965	355,600
	Devise	2,284,443	49,463	687,868	134,137	138,980	233,231	352,274	660,490	28,000

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

## 7.5 Coûts Construction

### 7.5.1 Coûts Construction (Analyse Economique)

Station de Pompage													Unité: 1,000 cfa	
Article	Unité	Qté	Total		Coûts maindoeuvre				Materiaux				Charge équipements lourds	
					Qualifiée		Non qualifiée		Materials		Fuels			
			Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)
Déblais	m³	9,721	1,710	16,623	239	2,327	103	997	171	1,662	684	6,649	513	4,987
Nettoyage	m²	0	300	0	42	0	18	0	30	0	120	0	90	0
Remblais (transport)	m³	0	3,780	0	529	0	227	0	378	0	1,512	0	1,134	0
Remblais (pas de transport)	m³	0	1,130	0	158	0	68	0	113	0	452	0	339	0
Revêtement Laterite	m³	0	3,414	0	478	0	205	0	341	0	1,366	0	1,024	0
Béton ordinaire	m³	47	91,700	4,310	12,838	603	5,502	259	9,170	431	36,680	1,724	27,510	1,293
Béton armé	m³	689	225,000	155,025	33,750	23,254	33,750	23,254	90,000	62,010	22,500	15,503	45,000	31,005
Béton propreté	m³	40	64,100	2,564	9,615	385	9,615	385	25,640	1,026	6,410	256	12,820	513
Enduit	m²	166	20,500	3,403	1,845	306	4,305	715	8,200	1,361	2,050	340	4,100	681
Démolition/répa ration de béton		10% du coût du béton armé		15,502		2,325		2,325		6,201		1,550		3,101
Sous-total				197,426		29,200		27,934		72,691		26,022		41,579
Autres			10%	19,742		2,920		2,793		7,269		2,602		4,158
Total				217,168		32,120		30,727		79,960		28,624		45,737

Canaux Principaux d'Irrigation													Unité: 1,000Fcfa	
Article	Unité	Qté	Total		Coûts maind'oeuvre				Materials				Heavy equipment fee	
					Qualifiée		Non qualifiée		Materials		Fuels			
			Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)
Déblais	m³	17,605	1,710	30,104	239	4,215	103	1,806	171	3,010	684	12,042	513	9,031
Nettoyage	m²	332,975	300	99,892	42	13,985	18	5,994	30	9,989	120	39,957	90	29,968
Remblais (transport)	m³	351,182	3,780	1,327,468	529	185,845	227	79,648	378	132,747	1,512	530,987	1,134	398,240
Remblais (pas de transport)	m³	14,353	1,130	16,218	158	2,271	68	973	113	1,622	452	6,487	339	4,866
Mise en place latérite	m³	142,900	3,414	487,861	478	68,300	205	29,272	341	48,786	1,366	195,144	1,024	146,358
Béton ordinaire	m³	135	91,700	12,421	12,838	1,739	5,502	745	9,170	1,242	36,680	4,968	27,510	3,726
Béton armé	m³	1,206	225,000	271,307	33,750	40,696	33,750	40,696	90,000	108,523	22,500	27,131	45,000	54,261
Béton de propreté	m³	68	64,100	4,344	9,615	652	9,615	652	25,640	1,738	6,410	434	12,820	869
Enduit	m²	3,666	20,500	75,150	1,845	6,763	4,305	15,781	8,200	30,060	2,050	7,515	4,100	15,030
Conduite en béton (D 300)	m	77	13,000	1,001	2,600	200	1,300	100	3,900	300	1,300	100	3,900	300
D 400	m	180	15,000	2,700	3,000	540	1,500	270	4,500	810	1,500	270	4,500	810
D 500	m	169	17,000	2,873	3,400	575	1,700	287	5,100	862	1,700	287	5,100	862
D 600	m	103	18,300	1,885	3,660	377	1,830	188	5,490	565	1,830	188	5,490	565
D 700	m	51	22,000	1,122	4,400	224	2,200	112	6,600	337	2,200	112	6,600	337
D 800	m	33	27,000	891	5,400	178	2,700	89	8,100	267	2,700	89	8,100	267
D 900	m	25	32,000	800	6,400	160	3,200	80	9,600	240	3,200	80	9,600	240
D 1,000	m	10	37,000	370	7,400	74	3,700	37	11,100	111	3,700	37	11,100	111

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Article	Unité	Qté	Total		Coût maind'oeuvre				Materials				Charge équipement lourd	
					Qualifiée		Non qualifiée		Materiaux		Carburants			
			Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)
Vanne (2×1)	ea	3	11,513,755	34,541	4,442,124	13,326	2,226,595	6,680	3,805,416	11,416	0	0	1,039,620	3,119
Vanne (D300)	ea	10	358,349	3,583	78,218	782	22,121	221	237,000	2,370	0	0	21,010	210
Vanne (D400)	ea	22	538,513	11,847	89,392	1,967	25,281	556	402,400	8,853	0	0	21,440	472
vanne (D500)	ea	19	793,169	15,070	134,088	2,548	37,921	720	598,000	11,362	0	0	23,160	440
Vanne (D600)	ea	6	1,033,934	6,204	175,991	1,056	49,771	299	783,400	4,700	0	0	24,773	149
Vanne(D700)	ea	6	1,309,227	7,855	243,267	1,460	68,798	413	969,800	5,819	0	0	27,362	164
Vanne(D800)	ea	4	1,536,103	6,144	279,350	1,117	79,002	316	1,147,000	4,588	0	0	30,751	123
Vanne(D900)	ea	3	1,881,378	5,644	349,188	1,048	98,753	296	1,400,000	4,200	0	0	33,438	100
Vanne(D1,000 )	ea	1	2,207,290	2,207	395,741	396	111,920	112	1,664,400	1,664	0	0	35,230	35
Enlever l'ouvrage existant	ea	117	50,000	5,850	5,000	585	10,000	1,170	5,000	585	15,000	1,755	15,000	1,755
Sous-total				2,435,354		351,079		187,514		396,767		827,585		672,409
Autres			10%	243,533		35,108		18,751		39,677		82,758		67,241
Total				2,678,887		386,186		206,265		436,443		910,343		739,649

Canaux Secondaires/Tertiaires														단위: 천 Fcfa	
Article	Unité	Qté	Total		Coûts maind'oeuvre				Matériels				Charge équipement s lourds		
					Qualifiée		Non qualifiée		Matériaux		Carburants				
			Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût Unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	
Déblais	m³	39,964	1,710	68,338	239	9,567	103	4,100	171	6,834	684	27,335	513	20,502	
Nettoyage	m²	0	300	0	42	0	18	0	30	0	120	0	90	0	
Remblais (transport)	m³	82,303	3,780	311,105	529	43,555	227	18,666	378	31,111	1,512	124,442	1,134	93,332	
Remblais (pas de transport)	m³	62,889	1,130	71,065	158	9,949	68	4,264	113	7,106	452	28,426	339	21,319	
Mise en place laterite	m²	0	3,414	0	478	0	205	0	341	0	1,366	0	1,024	0	
Béton armé	m³	131	225,000	29,376	33,750	4,406	33,750	4,406	90,000	11,751	22,500	2,938	45,000	5,875	
Béton de propreté	m³	12	64,100	795	9,615	119	9,615	119	25,640	318	6,410	80	12,820	159	
Enduit	m²	0	20,500	0	1,845	0	4,305	0	8,200	0	2,050	0	4,100	0	
Conduites en béton (D 300)	m	750	13,000	9,750	2,600	1,950	1,300	975	3,900	2,925	1,300	975	3,900	2,925	
D 400	m	0	15,000	0	3,000	0	1,500	0	4,500	0	1,500	0	4,500	0	
D 500	m	0	17,000	0	3,400	0	1,700	0	5,100	0	1,700	0	5,100	0	
D 600	m	0	18,300	0	3,660	0	1,830	0	5,490	0	1,830	0	5,490	0	
PVC & autres	ea	1,333	10,000	13,330	1,000	1,333	3,000	3,999	4,000	5,332	1,000	1,333	1,000	1,333	
Sous-total				503,760		70,880		36,530		65,377		185,529		145,445	
Autres			10%	50,373		7,088		3,653		6,538		18,553		14,544	
Total				554,133		77,967		40,183		71,914		204,081		159,989	

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Canaux de Drainage													Unité: 1,000 Fcfa	
Article	Unité	Qté	Total		Coûts maind'oeuvre				Matériaux				Charge équipements lourds	
					Qualifiée		Non qualifiée		Matériaux		Carburants			
			Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Qualifié e	Non qualifiée	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)
Déblais	m³	91,729	1,710	156,856	239	21,960	103	9,411	171	15,686	684	62,743	513	47,057
Nettoyage	m²	0	300	0	42	0	18	0	30	0	120	0	90	0
Remblais (pas de transport)	m³	59,137	1,130	66,825	158	9,355	68	4,009	113	6,682	452	26,730	339	20,047
Laterite	m²	62,000	3,414	211,668	478	29,634	205	12,700	341	21,167	1,366	84,667	1,024	63,500
Béton armé	m³	483	225,000	108,571	33,750	16,286	33,750	16,286	90,000	43,429	22,500	10,857	45,000	21,714
Béton de propreté	m³	29	64,100	1,873	9,615	281	9,615	281	25,640	749	6,410	187	12,820	375
Enduit	m2	694	20,500	14,217	1,845	1,280	4,305	2,986	8,200	5,687	2,050	1,422	4,100	2,843
Conduite en béton (D 500)	m	0	17,000	0	3,400	0	1,700	0	5,100	0	1,700	0	5,100	0
D 600	m	572	18,300	10,468	3,660	2,094	1,830	1,047	5,490	3,140	1,830	1,047	5,490	3,140
D 700	m	11	22,000	242	4,400	48	2,200	24	6,600	73	2,200	24	6,600	73
D 800	m	12	27,000	324	5,400	65	2,700	32	8,100	97	2,700	32	8,100	97
D 900	m	0	32,000	0	6,400	0	3,200	0	9,600	0	3,200	0	9,600	0
DI,000	m	9	37,000	333	7,400	67	3,700	33	11,100	100	3,700	33	11,100	100
PVC & autres	ea	888	10,000	8,880	1,000	888	3,000	2,664	4,000	3,552	1,000	888	1,000	888
Sous-total				580,257		81,956		49,474		100,362		188,631		159,835
Autres			10%	58,024		8,196		4,947		10,036		18,863		15,984
Total				638,281		90,152		54,421		110,397		207,493		175,818

Avant-Projet Sommaire

Machines & électricité				Taux de change	W/Fcfa:	2.5	Unité: 1,000 Fcfa
Article	Total	Coûts maind'oeuvre		Matériaux		Charge équipements lourds	
		Qualifiée	Non qualifiée	Matériaux	Carburants		
1. Machines	310,974	21,428	7,142	267,268	0	15,136	
2. Electricité	391,416	79,202	8,800	296,314	0	7,100	
3. Energie solaire	662,205	31,228	1,643	627,896	0	1,438	

Machines & électricité (en Wons Coréens)				Unité: 1,000 won
Article	Total	Coûts maind'oeuvre	Matériaux	Charge équipements lourds
1. Machines	777,439	71,427	668,170	37,842
2. Electricité	2,634,062	302,187	2,310,527	21,348
A. Coûts nets construction	838,932	302,187	515,397	21,348
- Electricité/ contrôle	698,136	220,006	460,378	17,752
- Energie solaire	140,796	82,181	55,019	3,596
B. Outils pour O&M	10,089		10,089	
C. Fourniture matériaux énergie solaire	1,773,581		1,773,581	
- Electricité/ contrôle	268,948		268,948	
- Génération énergie solaire	1,514,722		1,514,722	
D. Commande extérieure Charge	11,460		11,460	
o Electricité	978,544	220,006	740,786	17,752
o Génération énergie solaire	1,655,518	82,181	1,569,741	3,596



Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Magasin & etc.												Unit: 1,000 Fcfa	
Article	Qté (m²)	Total		Coûts maindoeuvre				Matériaux				Charge équipements lourds	
				Qualifiée		Non qualifiée		Matériaux		Carburants			
		Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)
1. Maison communautaire	1,400	50,000	70,000	15,000	21,000	5,000	7,000	15,000	21,000	5,000	7,000	10,000	14,000
2. Magasin	1,500	45,000	67,500	13,500	20,250	4,500	6,750	13,500	20,250	4,500	6,750	9,000	13,500
3. Magasin pour machines agricoles	2,100	45,000	94,500	13,500	28,350	4,500	9,450	13,500	28,350	4,500	9,450	9,000	18,900
4. Rizerie	600	45,000	27,000	13,500	8,100	4,500	2,700	13,500	8,100	4,500	2,700	9,000	5,400
5. Chambre de contrôle & département PR	360	50,000	18,000	15,000	5,400	5,000	1,800	15,000	5,400	5,000	1,800	10,000	3,600
5. Chambre concierge	60	50,000	3,000	15,000	900	5,000	300	15,000	900	5,000	300	10,000	600
Total			280,000		84,000		28,000		84,000		28,000		56,000

### 7.5.2 Coûts construction (Fonds Locaux et Etrangers)

Station de Pompage							Unité: 1,000 Fcfa	
Article	Unité	Qté	Total		Monnaie locale		Devise	
			Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)
Déblais	m³	9,721	1,710	16,623	1,283	12,467	428	4,156
Nettoyage	m³	0	300	0	225	0	75	0
Remblais (transport)	m³	0	3,780	0	2,835	0	945	0
remblais (pas de transport)	m³	0	1,130	0	848	0	283	0
Laterite	m³	0	3,414	0	2,731	0	683	0
Béton ordinaire	m³	47	91,700	4,310	73,360	3,448	18,340	862
Béton armé	m³	689	225,000	155,025	180,000	124,020	45,000	31,005
Béton de propreté	m³	40	64,100	2,564	51,280	2,051	12,820	513
Enduit	m²	166	20,500	3,403	16,400	2,722	4,100	681
Démolition & réparation de béton	set	1		15,502		7,751		7,751
Sous-total				197,426		152,459		44,967
Autres			10%	19,742		15,246		4,496
Total				217,168		167,705		49,463

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
l'irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Canaux Principaux d'Irrigation							Unité: 1,000 Fcfa	
Article	Unité	Qté	Total		Monnaie locale		Devise	
			Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)
Déblais	m³	17,605	1,710	30,104	1,283	22,578	428	7,526
Nettoyage	m³	332,975	300	99,892	225	74,919	75	24,973
Remblais (transport)	m³	351,182	3,780	1,327,468	2,835	995,601	945	331,867
Remblais (pas de transport)	m³	14,353	1,130	16,218	848	12,164	283	4,055
Laterite	m³	142,900	3,414	487,861	2,731	390,288	683	97,572
Béton ordinaire	m³	135	91,700	12,421	73,360	9,937	18,340	2,484
Béton armé	m³	1,206	225,000	271,307	180,000	217,046	45,000	54,261
Béton de propreté	m³	68	64,100	4,344	51,280	3,475	12,820	869
Enduit	m²	3,666	20,500	75,150	16,400	60,120	4,100	15,030
Conduite en béton (D 300)	m	77	13,000	1,001	10,400	801	2,600	200
D 400	m	180	15,000	2,700	12,000	2,160	3,000	540
D 500	m	169	17,000	2,873	13,600	2,298	3,400	575
D 600	m	103	18,300	1,885	14,640	1,508	3,660	377
D 700	m	51	22,000	1,122	17,600	898	4,400	224
D 800	m	33	27,000	891	21,600	713	5,400	178
D 900	m	25	32,000	800	25,600	640	6,400	160
D 1,000	m	10	37,000	370	29,600	296	7,400	74
Vanne (2x1)	ea	3	11,513,755	34,541		3,454		31,087
Vanne (D300)	ea	10	358,349	3,583		358		3,225
Vanne(D400)	ea	22	538,513	11,847		1,185		10,663
Vanne(D500)	ea	19	793,169	15,070		1,507		13,563
Vanne(D600)	ea	6	1,033,934	6,204		620		5,583
Vanne(D700)	ea	6	1,309,227	7,855		786		7,070
Vanne(D800)	ea	4	1,536,103	6,144		614		5,530
Vanne(D900)	ea	3	1,881,378	5,644		564		5,080
Vanne(D1,000)	ea	1	2,207,290	2,207		221		1,987
Enlever l'ouvrage existant	ea	117	50,000	5,850		5,265		585
Sous-total				2,435,354		1,810,016		625,338
Autres			10%	243,535		181,002		62,534
Total				2,678,889		1,991,018		687,872

Canaux d'Irrigation Secondaires/Tertiaires							Unité: 1,000 Fcfa	
Article	Unité	Qté	Total		Monnaie locale		Devise	
			Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)
Déblais	m³	39,964	1,710	68,338	1,283	51,254	428	17,085
Nettoyage	m³	0	300	0	225	0	75	0
Remblais (transport)	m³	82,303	3,780	311,105	2,835	233,329	945	77,776
Remblais (pas de transport)	m³	62,889	1,130	71,065	848	53,298	283	17,766
Laterite	m³	0	3,414	0	2,731	0	683	0
Béton armé	m³	131	225,000	29,376	180,000	23,501	45,000	5,875
Béton de propreté	m³	12	64,100	795	51,280	636	12,820	159
Enduit	m²	0	20,500	0	16,400	0	4,100	0
Conduite en béton (D 300)	m	750	13,000	9,750	10,400	7,800	2,600	1,950
D 400	m	0	15,000	0	12,000	0	3,000	0
D 500	m	0	17,000	0	13,600	0	3,400	0
D 600	m	0	18,300	0	14,640	0	3,660	0
Conduite de drainage	ea	1,333	10,000	13,330	9,000	11,997	1,000	1,333
Sous-total				503,760		381,816		121,944
Autres			10%	50,376		38,182		12,194
Total				554,136		419,997		134,139

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
l'irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Canaux de Drainage							Unité : 1,000 Fcfa	
Article	Unité	Qté	Total		Monnaie locale		Devise	
			Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)	Coût unitaire	Montant (1,000 Fcfa)
Déblais	m³	91,729	1,710	156,856	1,283	117,642	428	39,214
Nettoyage	m³	0	300	0	225	0	75	0
Remblais (pas de transport)	m³	59,137	1,130	66,825	848	50,119	283	16,706
Laterite	m²	62,000	3,414	211,668	2,731	169,334	683	42,334
Béton armé	m³	483	225,000	108,571	180,000	86,857	45,000	21,714
Béton de propreté	m³	29	64,100	1,873	51,280	1,498	12,820	375
Enduit	m²	694	20,500	14,217	16,400	11,374	4,100	2,843
Conduite en béton (D 500)	m	0	17,000	0	13,600	0	3,400	0
D 600	m	572	18,300	10,468	14,640	8,374	3,660	2,094
D 700	m	11	22,000	242	17,600	194	4,400	48
D 800	m	12	27,000	324	21,600	259	5,400	65
D 900	m	0	32,000	0	25,600	0	6,400	0
D1,000	m	9	37,000	333	29,600	266	7,400	67
Conduite de drainage	ea	888	10,000	8,880	9,000	7,992	1,000	888
Sous-total				580,257		453,910		126,348
Autres			10%	58,026		45,391		12,635
Total				638,283		499,301		138,982

## 7.6 Récapitulation des Quantités de Matériaux

Article	Dimensions	Unité	Station de Pompage					Main Irrigation Canal							
			Total	Chenal d'Amenée	Aspir.	Refou.	Canal Retour/Mur	Total	Terrassem.	Vanne Contrôle	Partiteur principal	Ouvr. répart.	Dalot	Ouvr.princ de franchise.	Enduit Lining
Déblais		m³	9,721	9,721				17,605	17,605						
Nettoyage	t=0.10	m²	0					332,975	332,975						
Remblais	Transport /Compaction	m³	0					351,182	351,182						
	Compaction	m³	0					14,353	14,353						
Laterite	t=0.20	m²	0					142,900	142,900						
Béton	Plain	m³	47	47.6				135						135.45	
	Reinforced	m³	689		281.48	244.67	163.59	1,206		49.50	153.97	565.80	93.24	343.30	
	Lean	m³	40		11.16	25.24	3.91	68		1.80	18.84	0.00	10.43	36.71	
Enduit	t=0.20	m²	166	166.19				3,666		255.29	329.62	1668.35	509.57	902.99	
Conduite en béton	D 300	m	0					77				77			
	D 400	m	0					180				180			
	D 500	m	0					169				169			
	D 600	m	0					103				103			
	D 700	m	0					51				51			
	D 800	m	0					33				33			
	D 900	m	0					25				25			
	D 1,000	m	0					10				10			

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Article	Dimensions	Unité	Station de Pompage					Main Irrigation Canal							
			Total	Chenal d'Amenée	Aspir.	Refou.	Canal Retour/Mur	Total	Terrassem.	Vanne Contrôle	Partiteur principal	Ouvr. répart.	Dalot	Ouvr.princ .de franchise.	Enduit Lining
Vanne	2 × 1	ea	0					3							
	D 300	ea	0					10				10			
	D 400	ea	0					22				22			
	D 500	ea	0					19				19			
	D 600	ea	0					6				6			
	D 700	ea	0					6				6			
	D 800	ea	0					4				4			
	D 900	ea	0					3				3			
	D 1,000	ea	0					1				1			

Article	Dimensions	Unité	Canaux Secondaires & Tertiaires				Canaux de Drainage				Building		
			Total	Terrasse.	Ouv. Répart.	ConduitesPVC	Total	Terrasse.	Ouvrage	Conduite	Maison communautaire	Rizerie	Magasin
Déblais		m³	39,964	39,964			91,729	91,729					
Nettoyage	t=0.10	m²	0	0			0	0					
Remblais	Transport/Compaction	m³	82,303	82,303			0	0					
	Compaction	m³	62,889	62,890			59,137	59,137					
Laterite	t=0.20	m²	0				62,000	62,000					
Béton	Plain	m³	0				0						
	Reinforced	m³			131		483	483					
	Lean	m³			12		29	29					
Enduit	t=0.20	m²	0				694	694					
Conduite en béton	D 300	m	750		750		0						
	D 400	m	0		0		0						
	D 500	m	0		0		0						
	D 600	m	0				572	572					
	D 700	m	0				11	11					
	D 800	m	0				12	12					
	D 900	m	0				0	0					
	D 1,000	m	0				9	9					
Conduite (PVC)	D160 L=4m	Ea	1,333			1333	888			888			



## 7.7 Coûts Unitaires

### 7.7.1 Coûts Unitaires (Analyse Economique)

Article	Dimensions	Unité	Total	Coûts Maind'oeuvre			Coûts Matériaux			Charge équipements	Remarques
				Sous - total	Qualifiée	Non qualifiée	Sous-total	Matériaux	Carburant		
Déblais		m³	1,710	342	239	103	855	171	684	513	
Nettoyage	t=0.10	m²	300	60	42	18	150	30	120	90	
Remblais	Transport/Compaction	m³	3,780	756	529	227	1,890	378	1,512	1,134	
	Compaction	m³	1,130	226	158	68	565	113	452	339	
Laterite	t=0.20	m²	3,414	683	478	205	1,707	341	1,366	1,024	
Béton	Plain	m³	91,700	18,340	12,838	5,502	45,850	9,170	36,680	27,510	
	Reinforced	m³	225,000	67,500	33,750	33,750	112,500	90,000	22,500	45,000	
	Lean	m³	64,100	19,230	9,615	9,615	32,050	25,640	6,410	12,820	
Enduit	t=0.20	m²	20,500	6,150	1,845	4,305	10,250	8,200	2,050	4,100	
Conduite en béton	D 300	m	13,000	3,900	2,600	1,300	5,200	3,900	1,300	3,900	
	D 400	m	15,000	4,500	3,000	1,500	6,000	4,500	1,500	4,500	
	D 500	m	17,000	5,100	3,400	1,700	6,800	5,100	1,700	5,100	
	D 600	m	18,300	5,490	3,660	1,830	7,320	5,490	1,830	5,490	
	D 700	m	22,000	6,600	4,400	2,200	8,800	6,600	2,200	6,600	
	D 800	m	27,000	8,100	5,400	2,700	10,800	8,100	2,700	8,100	
	D 900	m	32,000	9,600	6,400	3,200	12,800	9,600	3,200	9,600	
	D 1,000	m	37,000	11,100	7,400	3,700	14,800	11,100	3,700	11,100	

Avant-Projet Sommaire

Article	Dimensions	Unité	Total	Coûts Maind'oeuvre			Coûts Matériaux			Charge équipements	Remarques
				Sous - total	Qualifiée	Non qualifiée	Sous-total	Matériaux	Carburant		
Vanne circulaire	2 × 1	ea	11,513,755	6,668,719	4,442,124	2,226,595	3,805,416	3,805,416	0	1,039,620	
	D 300	ea	358,349	100,339	78,218	22,121	237,000	237,000		21,010	
	D 400	ea	538,513	114,673	89,392	25,281	402,400	402,400		21,440	
	D 500	ea	793,169	172,009	134,088	37,921	598,000	598,000		23,160	
	D 600	ea	1,033,934	225,762	175,991	49,771	783,400	783,400		24,773	
	D 700	ea	1,309,227	312,065	243,267	68,798	969,800	969,800		27,362	
	D 800	ea	1,536,103	358,352	279,350	79,002	1,147,000	1,147,000		30,751	
	D 900	ea	1,881,378	447,940	349,188	98,753	1,400,000	1,400,000		33,438	
	D 1,000	ea	2,207,290	507,660	395,741	111,920	1,664,400	1,664,400		35,230	
Alimentation en eau (PVC)	D160 L=4m	ea	10,000	4,000	1,000	3,000	5,000	4,000	1,000	1,000	

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Poids des coûts de Maind'oeuvre, des Coûts de Matériaux et des Charges sur Equipements dans les Coûts Unitaires

Article	Dimensions	Unité	Total	Coûts Maind'oeuvre			Coûts Matériaux			Charges équipements	Remarques
				Sous-total	Qualifiée	Non qualifiée	Sous-total	Matériaux	Carburants		
Déblais		m³	100%	20%	14%	6%	50%	10%	40%	30%	
Remblais	Transport/Compactage	m³	100%	20%	14%	6%	50%	10%	40%	30%	
	Compactage	m³	100%	20%	14%	6%	50%	10%	40%	30%	
Laterite	t=0.20	m²	100%	20%	14%	6%	50%	10%	40%	30%	
Béton	Ordinaire	m³	100%	30%	15%	15%	50%	40%	10%	20%	
	Armé	m³	100%	30%	9%	21%	50%	40%	10%	20%	
	De propreté	m³	100%	30%	15%	15%	50%	40%	10%	20%	
Tuyaux en béton	D 300	m	100%	30%	20%	10%	40%	30%	10%	30%	
	D 400	m	100%	30%	20%	10%	40%	30%	10%	30%	
	D 500	m	100%	30%	20%	10%	40%	30%	10%	30%	
	D 600	m	100%	30%	20%	10%	40%	30%	10%	30%	
	D 700	m	100%	30%	20%	10%	40%	30%	10%	30%	
	D 800	m	100%	30%	20%	10%	40%	30%	10%	30%	
	D 900	m	100%	30%	20%	10%	40%	30%	10%	30%	
	D 1,000	m	100%	30%	20%	10%	40%	30%	10%	30%	
Vannes		ea	100%	30%	20%	10%	40%	30%	10%	30%	
Alimentation en eau	PVC, D160 L=4m	ea	100%	40%	10%	30%	50%	40%	10%	10%	

## 7.7.2 Coûts Unitaires (Monnaie Locale et Devise)

Article	Dimensions	Unité	Total			Coûts Maind'oeuvre			Coûts matériaux			Charges Equipements		
			Total	Monnaie Locale	Devise	Sous- total	Monnaie locale	Devise	Sous- total	Monnaie locale	Devise	Sous- total	Monnaie locale	Devise
Déblais		m³	1,710	1,283	428	342	257	86	855	684	171	513	342	171
Nettoyage	t=0.10	m²	300	225	75	60	45	15	150	120	30	90	60	30
Remblais	Transport/Compactage	m³	3,780	2,835	945	756	567	189	1,890	1,512	378	1,134	756	378
	Compactage	m³	1,130	848	283	226	170	57	565	452	113	339	226	113
Laterite	t=0.20	m²	3,414	2,731	683	683	512	171	1,707	1,536	171	1,024	683	341
Béton	Ordinaire	m³	91,700	73,360	18,340	18,340	13,755	4,585	45,850	41,265	4,585	27,510	18,340	9,170
	Armé	m³	225,000	180,000	45,000	45,000	33,750	11,250	112,500	101,250	11,250	67,500	45,000	22,500
	Propreté	m³	64,100	51,280	12,820	19,230	9,615	3,205	32,050	28,845	3,205	12,820	12,820	6,410
Enduit	t=0.20	m²	20,500	16,400	4,100	6,150	3,075	1,025	10,250	9,225	1,025	4,100	4,100	2,050
Conduite en béton	D 300	m	13,000	10,400	2,600	3,900	3,250	650	5,200	4,550	650	3,900	2,600	1,300
	D 400	m	15,000	12,000	3,000	4,500	3,750	750	6,000	5,250	750	4,500	3,000	1,500
	D 500	m	17,000	13,600	3,400	5,100	4,250	850	6,800	5,950	850	5,100	3,400	1,700
	D 600	m	18,300	14,640	3,660	5,490	4,575	915	7,320	6,405	915	5,490	3,660	1,830
	D 700	m	22,000	17,600	4,400	6,600	5,500	1,100	8,800	7,700	1,100	6,600	4,400	2,200
	D 800	m	27,000	21,600	5,400	8,100	6,750	1,350	10,800	9,450	1,350	8,100	5,400	2,700
	D 900	m	32,000	25,600	6,400	9,600	8,000	1,600	12,800	11,200	1,600	9,600	6,400	3,200
	D 1,000	m	37,000	29,600	7,400	11,100	9,250	1,850	14,800	12,950	1,850	11,100	7,400	3,700

Dessins de la conception fondamentale sur la rehabilitation de  
d'Irrigation du perimetre Grand Digue Tellel, Senegal

Article	Dimensions	Unité	Total			Coûts Maind'oeuvre			Coûts matériaux			Charges Equipements		
			Total	Monnaie Locale	Devise	Sous- total	Monnaie locale	Devise	Sous- total	Monnaie locale	Devise	Sous- total	Monnaie locale	Devise
vanne	2 × 1	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D 300	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D 400	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D 500	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D 600	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D 700	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D 800	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D 900	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D 1,000	ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alimentation en eau (PVC)	D160 L=4m	ea	10,000	9,000	1,000	4,000	3,500	500	5,000	4,500	500	1,000	1,000	0

Poids des Monnaies Locales & Devises dans les Coûts Unitaires

Article	Dimensions	Unité	Total			Coûts Maind'œuvre			Coûts Matériaux			Charge Equipements		
			Total	Monnaie locale	Devise	Sous-total	Monnaie locale	Devise	Sous-total	Monnaie locale	Devise	Sous-total	Monnaie locale	Devise
Déblais		m³	100%	75%	25%	20%	15%	5%	50%	40%	10%	30%	20%	10%
Remblais	Transport/Compac	m³	100%	75%	25%	20%	15%	5%	50%	40%	10%	30%	20%	10%
	Compactage	m²	100%	75%	25%	20%	15%	5%	50%	40%	10%	30%	20%	10%
Laterite	t=0.20	m²	100%	80%	20%	20%	15%	5%	50%	45%	5%	30%	20%	10%
	Ordinaire	m³	100%	80%	20%	20%	15%	5%	50%	45%	5%	30%	20%	10%
Béton	Armé	m³	100%	80%	20%	30%	15%	5%	50%	45%	5%	20%	20%	10%
	Lean	m³	100%	80%	20%	20%	15%	5%	50%	45%	5%	30%	20%	10%
Conduite en béton	D 300.	m	100%	80%	20%	30%	25%	5%	40%	35%	5%	30%	20%	10%
	D 400	m	100%	80%	20%	30%	25%	5%	40%	35%	5%	30%	20%	10%
	D 500	m	100%	80%	20%	30%	25%	5%	40%	35%	5%	30%	20%	10%
	D 600	m	100%	80%	20%	30%	25%	5%	40%	35%	5%	30%	20%	10%
	D 700	m	100%	80%	20%	30%	25%	5%	40%	35%	5%	30%	20%	10%
	D 800	m	100%	80%	20%	30%	25%	5%	40%	35%	5%	30%	20%	10%
	D 900	m	100%	80%	20%	30%	25%	5%	40%	35%	5%	30%	20%	10%
	D 1,000	m	100%	80%	20%	30%	25%	5%	40%	35%	5%	30%	20%	10%
Alimentati on en eau	PVC, D160 L=4m	ea	100%	90%	10%	40%	35%	5%	50%	45%	5%	10%	10%	0%

### 7.7.3 Données pour Analyse des Coûts Unitaires

Données Locales pour Analyse des Coûts Unitaires									
Article	Dimensions	Unité	Co. 1	Co. 2	Co. 3	Coût unitaire moyen	Coûts unitaires dans l'Etude de Faisabilité	Coûts unitaires dans l'APS	Remarques
Déblais		m³	1,340	1,988	2,158	1,829	1,600	1,710	
Nettoyage	t=0.10	m²						300	Enlèvement de souches, enlèvement sol excédentaire,
Remblais	Transport /Compactag	m³	4,500	3,579	3,260	3,780	5,646	3,780	Inclut le transport, l'épandage, le compactage, etc.
	Compactage							1,130	Inclut l'épandage & le compactage
Laterite		m³	9,460	18,699	16,356	14,838			
	t=0.20	m²	2,176	4,301	3,762	3,413	4,860	3,414	Inclut le transport, la mise en place, le compactage,
Béton	Ordinaire	m³	105,000	89,139	86,409	93,516	90,000	91,700	Inclut l'excavation, le coffrage, les aciers, le remplissage, etc.
	Armé 350kg	m³	234,000	213,724	124,894	190,873	260,000	225,000	
	Propreté	m³						64,100	
Enduit		m²	27,900	21,911	19,363	23,058	18,000	20,500	Inclut le coffrage, le surfacage, etc.
Conduite en béton	D 300	m	15,800	28,040	13,348	19,063		13,000	Inclut le manufacturage, le transport, l'excavation, l'installation, le remplissage, le compactage, etc.
	D 400	m	16,700	28,250	14,984	19,978		15,000	
	D 500	m						17,000	
	D 600	m	18,300	35,364	19,363	24,342		18,300	
	D 700	m						22,000	
	D 800	m						27,000	
	D 900	m						32,000	
	D 1,000	m	22,300	37,000	28,040	29,113		37,000	

Article	Dimensions	Unité	Compagnie 1	Compagnie 2	Compagnie 3	Coût unitaire moyen	Coûts unitaires dans l'Etude de Faisabilité	Coûts unitaires dans l'APS	Remarques
Vanne	2 × 1	ea							Coûts unitaires Coréens convertis au taux de change (Inclut le manufacturage, le transport, l'installation, le débarquement par grue, etc.)
	D300	ea							
	D400	ea							
	D500	ea							
	D600	ea							
	D700	ea							
	D800	ea							
	D900	ea							
	D1000	ea							
Alimentation en eau	D160 L=10m			29,000	8,500	18,750			
	D160 L=4m	ea		13,340	3,910	8,625	11,400	10,000	Inclut le transport, l'installation, le

\* Calcul du coût unitaire dans l'APS

Les coûts unitaires dans l'APS ont été calculés sur la base de ce qui suit.

1. Coûts unitaires= Valeur moyenne entre le coût unitaire de l'Etude de Faisabilité et le coût unitaire moyen de 3 coûts obtenus de 3 compagnies différentes. (Pour le remblai (transport) et certains articles, utiliser le coût unitaire moyen de 3 coûts)

[Coûts unitaires dans le cas de l'Etude de Faisabilité: Coûts unitaires du Projet Dagana x Coût projet d'un projet similaire proche /Coût projet Dagana]

2. Remblais sans transport de terre= 30% du remblai avec transport de terre (inclut le compactage et l'épandage)

3. Béton de propreté= 70% du coût unitaire du béton ordinaire

4. Vanne= Le coût unitaire en Corée est converti en utilisant le taux de change du Fcfa



### 7.7.4 Coûts Projet de Projets Similaires Récents

Coûts Projet d'Aménagements Réalisés Récemment											
Aména- gement	Surface (ha)	Total		Terrassements		Vannes & ouvrages		Pompes & Electricité		Transport/Installation avec équipement	
		Coût Projet	Par ha	Coût Projet	Par ha	Coût Projet	Par ha	Coût Projet	Par ha	Coût Projet	Par ha
Kobilo	788	4,326,139	5,490	3,192,482	4,051	633,404	803	500,253	635		
Bakel	737	3,427,200	4,650	2,076,974	2,818	871,545	1,183	478,681	649	300,000	407
Ndioum	646	2,708,262	4,192	1,789,528	2,770	644,674	998	274,060	424		
Kassack	440	1,638,045	3,723	838,300	1,905	611,823	1,391	187,922	427		
Coût moyen projet par ha	2,611	12,099,646	4,634	7,897,284	3,025	2,761,446	1,058	1,440,916	552		

1) Données ci-dessus de la SAED, avec un coût moyen par ha du projet de 4,634,000 Fcfa.

2) Le coût du projet par ha pour l'Etude de Faisabilité et l'Etude d'Avant-Projet Sommaire pour la Réhabilitation de l'Aménagement de Grande Digue-Tellel (y compris les équipements de génération d'énergie solaire) est de 2,975,000 Fcfa

## 7.8 Réglage du budget de l'analyse économique

Tableau 7.1 Alt I : Coût d'investissement par année (Avec FSS)

Unité: 1.000 USD

	Financiers price1			Économique price2		
	Total	1ère année	2e année	Total	1ère année	2e année
1. Coût de la construction	14,231	5,693	8,538	12,012	4,806	7,206
o Salaires	2,457	985	1,472	2,074	831	1,243
- Main-d'œuvre qualifiée	1,671	670	1,001	1,410	565	845
- Le travail non qualifié	786	315	471	663	266	398
o Le coût des matériaux	5,677	2,270	3,407	4,791	1,916	2,875
- Matériel	2,805	1,121	1,684	2,367	946	1,421
- Carburant	2,872	1,149	1,723	2,424	970	1,454
o Location de matériel de construction	2,502	1,001	1,501	2,112	845	1,267
o Les frais accessoires	1,064	425	639	898	359	539
o Les salaires indirects	369	147	222	311	124	187
o Assurance accidents du travail	248	99	149	210	84	126
o VAT	1,914	766	1,148	1,616	647	969
2. Coûts des matières Disposition	1,308	523	785	1,104	441	663
o Matériel	1,189	475	714	1,004	401	603
o VAT	119	48	71	100	40	60
Sous-total (1 +2)	15,539	6,216	9,323	13,115	5,246	7,869
3. Achat de terrains et d'indemnisation	0	0	0	0	0	0
4. Enquête sur les coûts de conception	622	622	0	525	525	0
5. Surintendant des coûts de construction	1,243	497	746	1,049	419	630
6. Les frais de gestion	777	388	389	656	328	328
7. D'autres (FSS)	3,000	700	2,300	2,532	591	1,941
8. Réserves (augmentation de physique)	1,817	909	908	1,534	767	767
Sous-total (3 +4 +5 +6 +7 +8)	7,459	3,116	4,343	6,296	2630	3666
Grand Total	22,998	9,332	13,666	19,411	7,876	11,535

Note: 1. 1 USD = 480 FCFA

2. SCF = 0.844

Source: Enquête sur le terrain

Tableau II Alt 7.2: Cost d'investissement par an (sans FSS)

Unité: 1.000 USD

	Financiers price1			Économique price2		
	Total	1ère année	Total	1ère année	Total	1ère année
1. Coût de la construction	14,231	5,693	8,538	12,012	4,806	7,206
o Salaires	2,457	985	1,472	2,074	831	1,243
- Main-d'œuvre qualifiée	1,671	670	1,001	1,410	565	845
- Le travail non qualifié	786	315	471	663	266	398
o Le coût des matériaux	5,677	2,270	3,407	4,791	1,916	2,875
- Matériel	2,805	1,121	1,684	2,367	946	1,421
- Carburant	2,872	1,149	1,723	2,424	970	1,454
o Location de matériel de construction	2,502	1,001	1,501	2,112	845	1,267
o Les frais accessoires	1,064	425	639	898	359	539
o Les salaires indirects	369	147	222	311	124	187
o Assurance accidents du travail	248	99	149	210	84	126
o VAT	1,914	766	1,148	1,616	647	969
2. Coûts des matières	1,308	523	785	1,104	441	663
Disposition						
o Matériel	1,189	475	714	1,004	401	603
o VAT	119	48	71	100	40	60
Sous-total (1 +2)	15,539	6,215	9,324	13,115	5,246	7,869
3. Achat de terrains et d'indemnisation	0	0	0	0	0	0
4. Enquête sur les coûts de conception	622	622	0	525	525	0
5. Surintendant des coûts de construction	1,243	497	746	1,049	419	630
6. Les frais de gestion	777	388	389	656	328	328
7. D'autres (FSS)	0	0	0	0	0	0
8. Réserves (augmentation de physique)	1,817	909	908	1,534	767	767
Sous-total (3 +4 +5 +6 +7 +8)	4,459	2,416	2,043	3,764	2,039	1,725
Grand Total	19,998	8,631	11,367	16,879	7,285	9,594

Note: 1. 1 USD = 480 FCFA

2. SCF = 0.844

Source: Enquête sur le terrain

## 7.9 flux de budget de l'analyse économique

Tableau 7.3: Estimation des flux Coût du projet par Annuel

Unité: 1.000 USD

Annuelle	Flux des coûts du projet							
	Alt I <sup>1</sup>				Alt II <sup>2</sup>			
	Coût de la construction	Coûts O & M	Substitution Coût <sup>3</sup>	Total	Coût de la construction	Coûts O & M	Substitution Coût <sup>3</sup>	Total
1	7,876	0	0	7,876	7,285	0	0	7,285
2	11,535	0	0	11,535	9,594	0	0	9,594
3	0	151	0	151	0	151	0	151
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
21	0	151	0	151	0	151	0	151
22	0	151	433	584	0	151	433	584
23	0	151	0	151	0	151	0	151
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
42 <sup>4</sup>	0	151	0	151	0	151	0	151

Note: 1. Avec FSS

2. Sans FSS

3. Substitution de pompage et les installations de drainage tel que pompe et le moteur en 20e année..

4. Année durable des installations du projet sont pris 40 ans.

## 7.10 Analyse de l'efficacité économique

### 7.10.1 EIRR

Tableau 7.4: EIRR de I Alt

Unité: 1.000 USD

Annuelle (t)	Augmentation des prestations (A)	Coût total			Avantage net (A-B)
		Total (B)	Coût de la construction	Coûts O & M	
1	0	7,876	7,876	0	- 7,876
2	0	11,535	11,535	0	- 11,535
3	3,899	151	0	151	3,748
4	3,899	151	0	151	3,748
5	3,899	151	0	151	3,748
6	3,899	151	0	151	3,748
7	3,899	151	0	151	3,748
8	3,899	151	0	151	3,748
9	3,899	151	0	151	3,748
10	3,899	151	0	151	3,748
11	3,899	151	0	151	3,748
12	3,899	151	0	151	3,748
13	3,899	151	0	151	3,748
14	3,899	151	0	151	3,748
15	3,899	151	0	151	3,748
16	3,899	151	0	151	3,748
17	3,899	151	0	151	3,748
18	3,899	151	0	151	3,748
19	3,899	151	0	151	3,748
20	3,899	151	0	151	3,748
21	3,899	151	0	151	3,748
22	3,899	584	0	584	3,315
23	3,899	151	0	151	3,748
24	3,899	151	0	151	3,748
25	3,899	151	0	151	3,748
26	3,899	151	0	151	3,748
27	3,899	151	0	151	3,748
28	3,899	151	0	151	3,748
29	3,899	151	0	151	3,748
30	3,899	151	0	151	3,748
31	3,899	151	0	151	3,748
32	3,899	151	0	151	3,748
33	3,899	151	0	151	3,748
34	3,899	151	0	151	3,748
35	3,899	151	0	151	3,748
36	3,899	151	0	151	3,748
37	3,899	151	0	151	3,748
38	3,899	151	0	151	3,748
39	3,899	151	0	151	3,748
40	3,899	151	0	151	3,748
41	3,899	151	0	151	3,748
42	3,899	151	0	151	3,748

IRR 18.0%

Tableau 7.5: EIRR de II Alt

Annuelle (t)	Augmentation des prestations (A)	Coût total			Avantage net (A-B)
		Total (B)	Coût de la construction	Coûts O & M	
1	0	7,285	7,285	0	- 7,285
2	0	9,594	9,594	0	- 9,594
3	2,115	151	0	151	1,964
4	2,115	151	0	151	1,964
5	2,115	151	0	151	1,964
6	2,115	151	0	151	1,964
7	2,115	151	0	151	1,964
8	2,115	151	0	151	1,964
9	2,115	151	0	151	1,964
10	2,115	151	0	151	1,964
11	2,115	151	0	151	1,964
12	2,115	151	0	151	1,964
13	2,115	151	0	151	1,964
14	2,115	151	0	151	1,964
15	2,115	151	0	151	1,964
16	2,115	151	0	151	1,964
17	2,115	151	0	151	1,964
18	2,115	151	0	151	1,964
19	2,115	151	0	151	1,964
20	2,115	151	0	151	1,964
21	2,115	151	0	151	1,964
22	2,115	584	0	584	1,531
23	2,115	151	0	151	1,964
∫	∫	∫	∫	∫	∫
34	2,115	151	0	151	1,964
35	2,115	151	0	151	1,964
36	2,115	151	0	151	1,964
37	2,115	151	0	151	1,964
38	2,115	151	0	151	1,964
39	2,115	151	0	151	1,964
40	2,115	151	0	151	1,964
41	2,115	151	0	151	1,964
42	2,115	151	0	151	1,964
IRR 10.9%					

## 7.11 Ratio B / C

Tableau 7.6: Ratio B / C de I Alt

Annuelle (t)	Taux d'actualisation de 10.0%			Discount rate 15.0 %			Discount rate 20.0 %		
	Coefficient	Valeur actualisée des prestations	Valeur actualisée des coûts	Coefficient	Valeur actualisée des prestations	Valeur actualisée des coûts	Coefficient	Valeur actualisée des prestations	Valeur actualisée des coûts
1	0.909091	0	7160	0.869565	0	6849	0.833333	0	6563
2	0.826446	0	9533	0.756144	0	8722	0.694444	0	8010
3	0.751315	2929	113	0.657516	2564	99	0.578704	2256	87
4	0.683013	2663	103	0.571753	2229	86	0.482253	1880	73
5	0.620921	2421	94	0.497177	1938	75	0.401878	1567	61
6	0.564474	2201	85	0.432328	1686	65	0.334898	1306	51
7	0.513158	2001	77	0.375937	1466	57	0.279082	1088	42
8	0.466507	1819	70	0.326902	1275	49	0.232568	907	35
9	0.424098	1654	64	0.284262	1108	43	0.193807	756	29
10	0.385543	1503	58	0.247185	964	37	0.161506	630	24
11	0.350494	1367	53	0.214943	838	32	0.134588	525	20
12	0.318631	1242	48	0.186907	729	28	0.112157	437	17
13	0.289664	1129	44	0.162528	634	25	0.093464	364	14
14	0.263331	1027	40	0.141329	551	21	0.077887	304	12
15	0.239392	933	36	0.122894	479	19	0.064905	253	10
16	0.217629	849	33	0.106865	417	16	0.054088	211	8
17	0.197845	771	30	0.092926	362	14	0.045073	176	7
18	0.179859	701	27	0.080805	315	12	0.037561	146	6
19	0.163508	638	25	0.070265	274	11	0.031301	122	5
20	0.148644	580	22	0.061100	238	9	0.026084	102	4
21	0.135131	527	20	0.053131	207	8	0.021737	85	3
22	0.122846	479	72	0.046201	180	27	0.018114	71	11
23	0.111678	435	17	0.040174	157	6	0.015095	59	2
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
34	0.039143	153	6	0.008635	34	1	0.002032	8	0
35	0.035584	139	5	0.007509	29	1	0.001693	7	0
36	0.032349	126	5	0.006529	25	1	0.001411	6	0
37	0.029408	115	4	0.005678	22	1	0.001176	5	0
38	0.026735	104	4	0.004937	19	1	0.000980	4	0
39	0.024304	95	4	0.004293	17	1	0.000816	3	0
40	0.022095	86	3	0.003733	15	1	0.000680	3	0
41	0.020086	78	3	0.003246	13	0	0.000567	2	0
42	0.018260	71	3	0.002823	11	0	0.000472	2	0
total		31,511	17,966		19,581	16,347		13,529	15,104
B/C		1.75			1.20			0.90	

Tableau 7.7: Ratio B / C de I Alt

Annuelle (t)	Taux d'actualisation de 10.0%			Discount rate 15.0 %			Discount rate 20.0 %		
	Coefficient	Valeur actualisée des prestations	Valeur actualisée des coûts	Coefficient	Valeur actualisée des prestations	Valeur actualisée des coûts	Coefficient	Valeur actualisée des prestations	Valeur actualisée des coûts
1	0.909091	0	6623	0.869565	0	6335	0.833333	0	6071
2	0.826446	0	7929	0.756144	0	7254	0.694444	0	6662
3	0.751315	1589	113	0.657516	1391	99	0.578704	1224	87
4	0.683013	1445	103	0.571753	1209	86	0.482253	1020	73
5	0.620921	1313	94	0.497177	1052	75	0.401878	850	61
6	0.564474	1194	85	0.432328	914	65	0.334898	708	51
7	0.513158	1085	77	0.375937	795	57	0.279082	590	42
8	0.466507	987	70	0.326902	691	49	0.232568	492	35
9	0.424098	897	64	0.284262	601	43	0.193807	410	29
10	0.385543	815	58	0.247185	523	37	0.161506	342	24
11	0.350494	741	53	0.214943	455	32	0.134588	285	20
12	0.318631	674	48	0.186907	395	28	0.112157	237	17
13	0.289664	613	44	0.162528	344	25	0.093464	198	14
14	0.263331	557	40	0.141329	299	21	0.077887	165	12
15	0.239392	506	36	0.122894	260	19	0.064905	137	10
16	0.217629	460	33	0.106865	226	16	0.054088	114	8
17	0.197845	418	30	0.092926	197	14	0.045073	95	7
18	0.179859	380	27	0.080805	171	12	0.037561	79	6
19	0.163508	346	25	0.070265	149	11	0.031301	66	5
20	0.148644	314	22	0.061100	129	9	0.026084	55	4
21	0.135131	286	20	0.053131	112	8	0.021737	46	3
22	0.122846	260	72	0.046201	98	27	0.018114	38	11
23	0.111678	236	17	0.040174	85	6	0.015095	32	2
f	f	f	f	f	f	f	f	f	f
34	0.039143	83	6	0.008635	18	1	0.002032	4	0
35	0.035584	75	5	0.007509	16	1	0.001693	4	0
36	0.032349	68	5	0.006529	14	1	0.001411	3	0
37	0.029408	62	4	0.005678	12	1	0.001176	2	0
38	0.026735	57	4	0.004937	10	1	0.000980	2	0
39	0.024304	51	4	0.004293	9	1	0.000816	2	0
40	0.022095	47	3	0.003733	8	1	0.000680	1	0
41	0.020086	42	3	0.003246	7	0	0.000567	1	0
42	0.018260	39	3	0.002823	6	0	0.000472	1	0
total		17,093	15,825		10,622	14,365		7,339	13,264
B/C	1.08			0.74			0.55		



## 7.12 Sensible analyse

Tableau 7.8: analyse sensible de I Alt

		Origine	Prestations		Coût de la construction	
			Diminution de 5%	Diminution de 10%	Augmentation de 5%	Augmentation de 10%
IRR (%)		18.0%	17.1%	16.2%	17.1%	16.4%
B/C	i = 10.0%	1.75	1.67	1.58	1.68	1.60
	i = 15.0%	1.20	1.14	1.08	1.14	1.09
	i = 20.0%	0.90	0.85	0.81	0.85	0.82

Tableau 7.9: Analyse sensibles Alt II

		Origine	Prestations		Coût de la construction	
			Diminution de 5%	Diminution de 10%	Augmentation de 5%	Augmentation de 10%
IRR (%)		10.9%	10.3%	9.7%	10.4%	9.9%
B/C	i = 10.0%	1.08	1.03	0.97	1.03	0.99
	i = 15.0%	0.74	0.70	0.67	0.71	0.68
	i = 20.0%	0.55	0.53	0.50	0.53	0.50

## 7.13 Résumé de l'analyse économique

Tableau 7.10: Résumé de l'analyse économique par Alternatives

	EIRR	Ratio B/C			NPV (1,000USD)		
		10%	15%	20%	10%	15%	20%
Alt I	18.0%	1.75	1.20	0.90	13,525	3,234	-1,575
Alt II	10.9%	1.08	0.74	0.55	1,268	-3,743	-5,925

Tableau 7.11: Résumé de l'analyse sensible

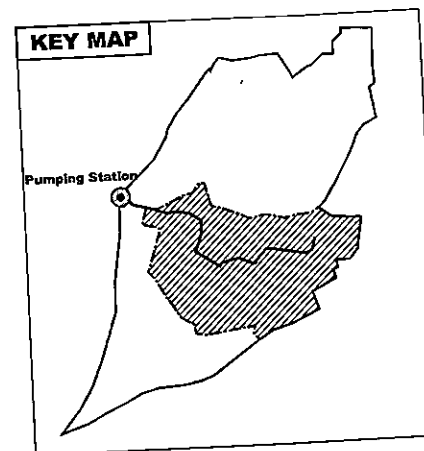
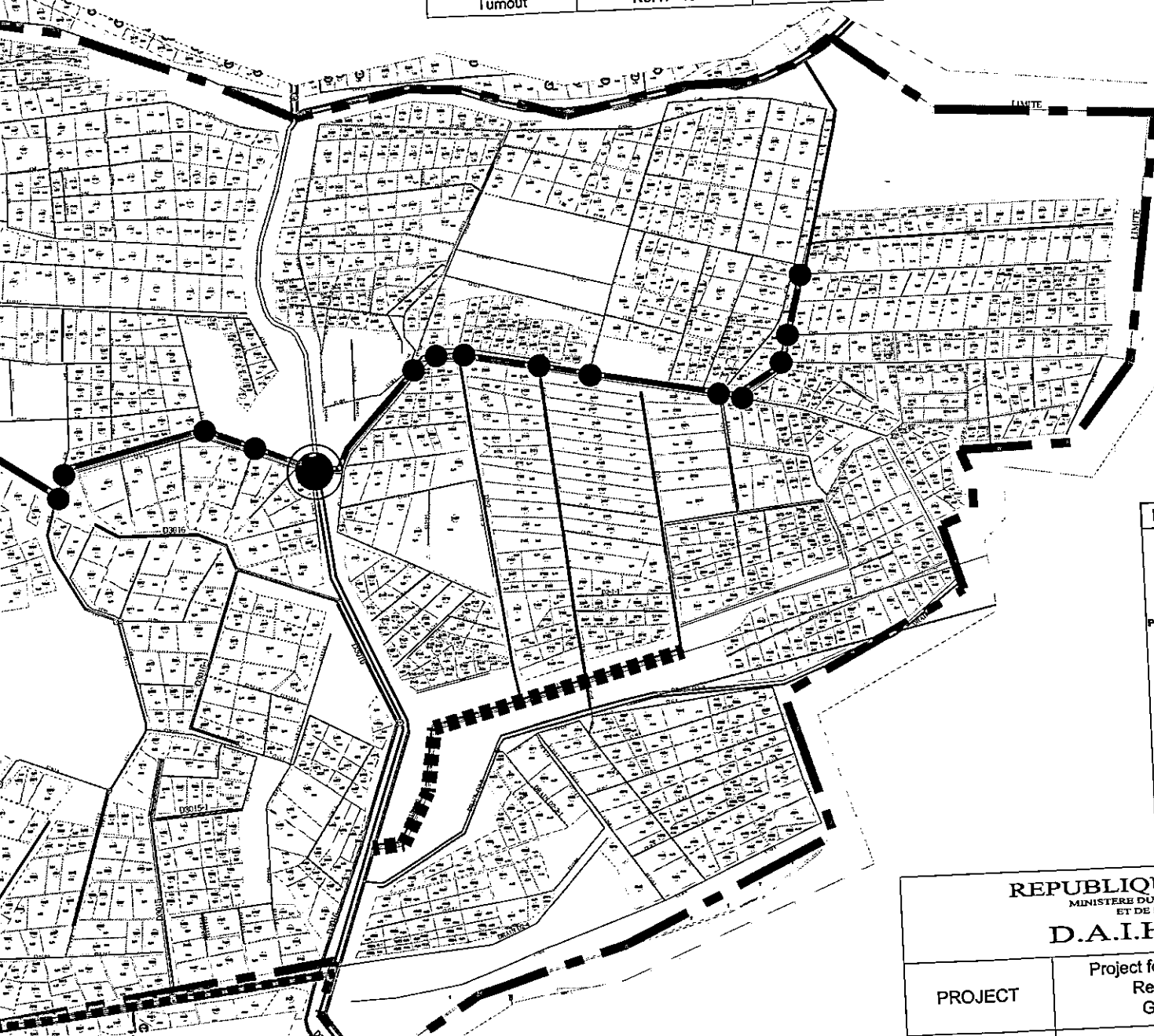
			Origine	Prestations		Coût de la construction	
				Diminution de 5%	Diminution de 10%	Augmentation de 5%	Augmentation de 10%
Alt I	IRR (%)		18.0%	17.1%	16.2%	17.1%	16.4%
	B/C	i = 10.0%	1.75	1.67	1.58	1.68	1.60
		i = 15.0%	1.20	1.14	1.08	1.14	1.09
		i = 20.0%	0.90	0.85	0.81	0.85	0.82
Alt II	IRR (%)		10.9%	10.3%	9.7%	10.4%	9.9%
	B/C	i = 10.0%	1.08	1.03	0.97	1.03	0.99
		i = 15.0%	0.74	0.70	0.67	0.71	0.68
		i = 20.0%	0.55	0.53	0.50	0.53	0.50



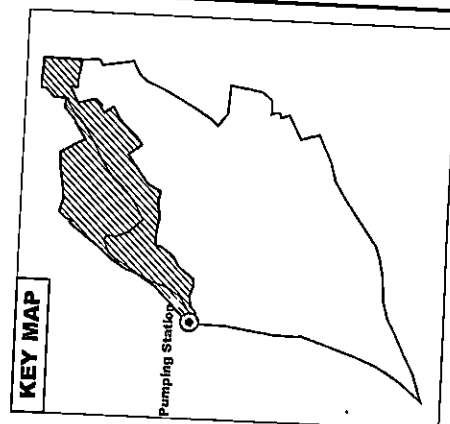
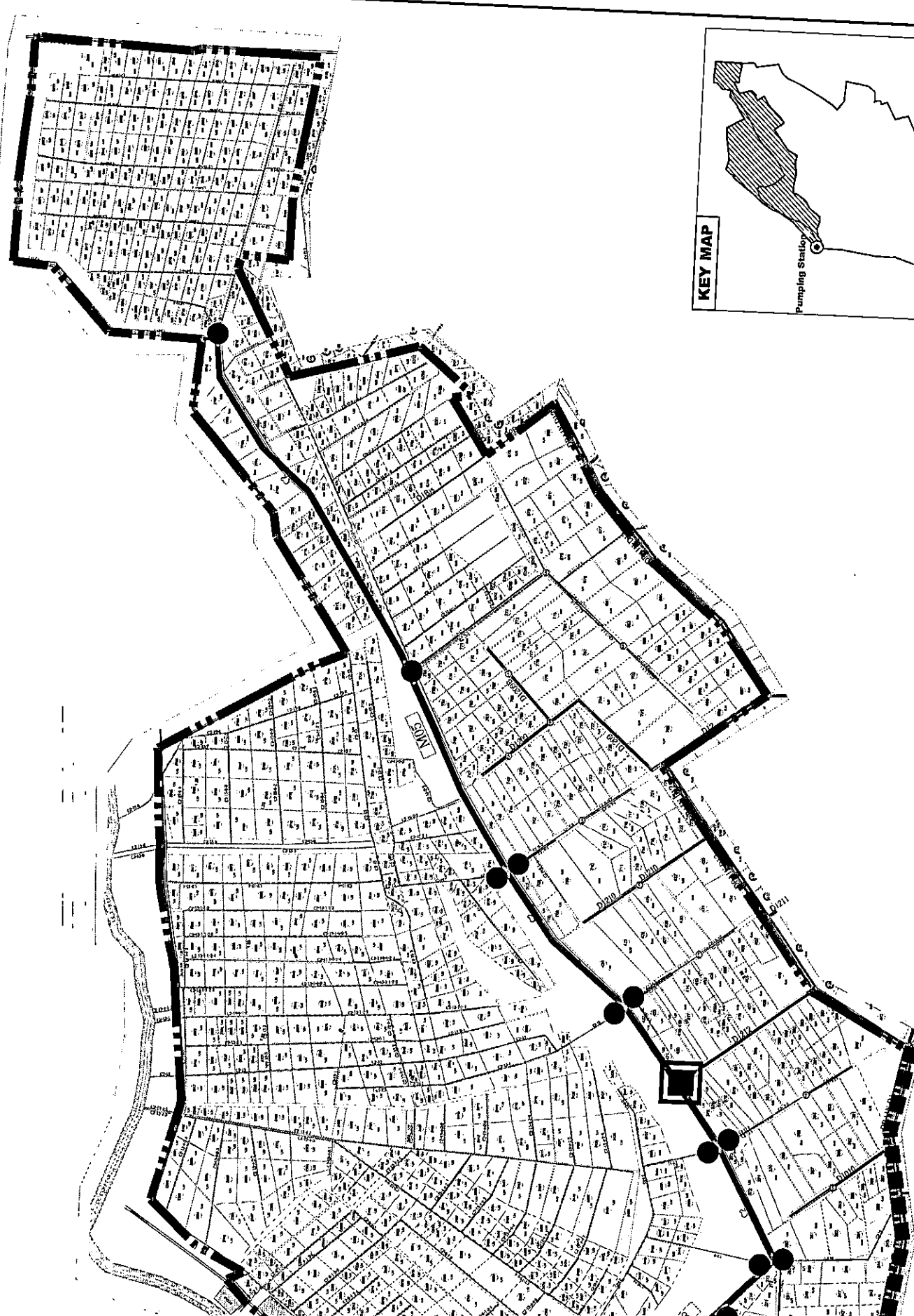
<b>REPUBLIQUE DU SENEGAL</b> MINISTRE DU DEVELOPPEMENT RURAL ET DE L'AGRICULTURE <b>D.A.I.H. / S.A.E.D.</b>	
<b>PROJECT</b>	Project for Feasibility Study and Basic Design on Rehabilitation of Irrigation Facilities in Grande Digue-Tellé Area, Senegal
<b>TITLE</b>	<b>Area Plan</b>



Structure	Location	Structure	Location	Structure	Location
Flume	No.0-No.0+30	Turnout	No.60+40	Turnout	No.102+10
Transition	No.0+45	Culvert	No.60+45-No.61	Turnout	No.104
Check Gate	No.3+2-No.3+6	Turnout	No.69+20	Turnout	No.105+40
Wallow	No.13-No.14	Turnout	No.74+45	Turnout	No.111
Culvert	No.18+46-No.19	Turnout	No.76+15	Turnout	No.114+15
Turnout	No.20+15	Turnout	No.86+10	Turnout	No.123+5
Turnout	No.24+44	Turnout	No.89+25	Turnout	No.124
Turnout	No.31+40	Transition	No.93+25	Turnout	No.128
Turnout	No.45+35	Flume	No.93+30-No.94+10	Turnout	No.129+35
Turnout	No.47+10	Transition	94+15	Turnout	No.134



<b>REPUBLIQUE DU SENEGAL</b> MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL ET DE L'AGRICULTURE <b>D.A.I.H. / S.A.E.D.</b>	
PROJECT	Project for Feasibility Study and Basic Design on Rehabilitation of Irrigation Facilities in Grande Digue-Telliel Area, Senegal



REPUBLIQUE DU SENEGAL  
MINISTRE DU DEVELOPPEMENT RURAL  
ET DE L'AGRICULTURE

D.A.I.H. / S.A.E.D.

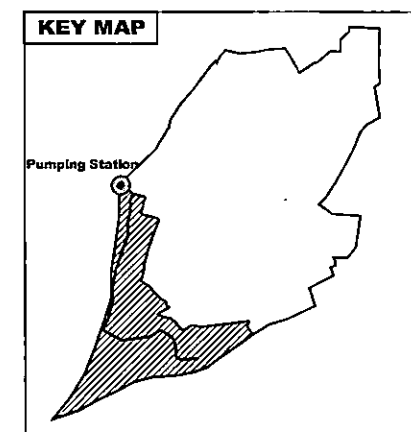
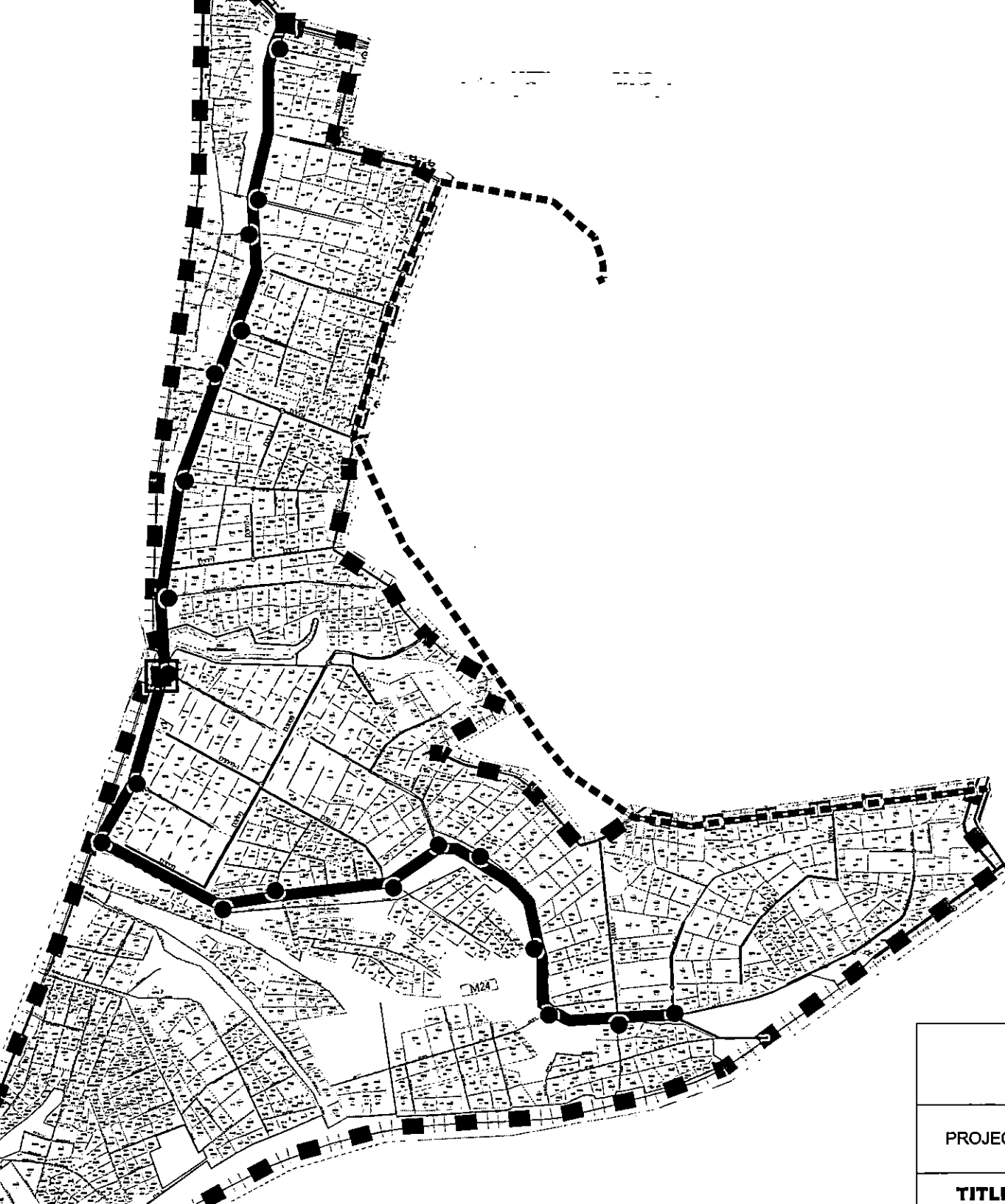
Project for Feasibility Study and Basic Design on  
Rehabilitation of Irrigation

PROJECT

**No.2 Main Irr. Canal Area**

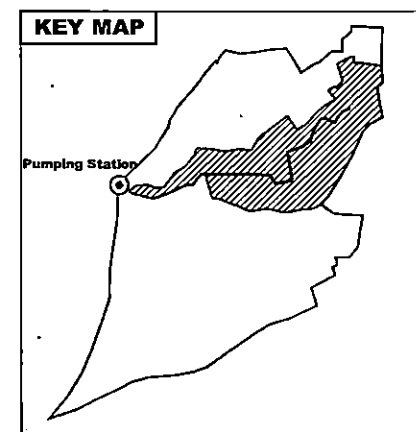
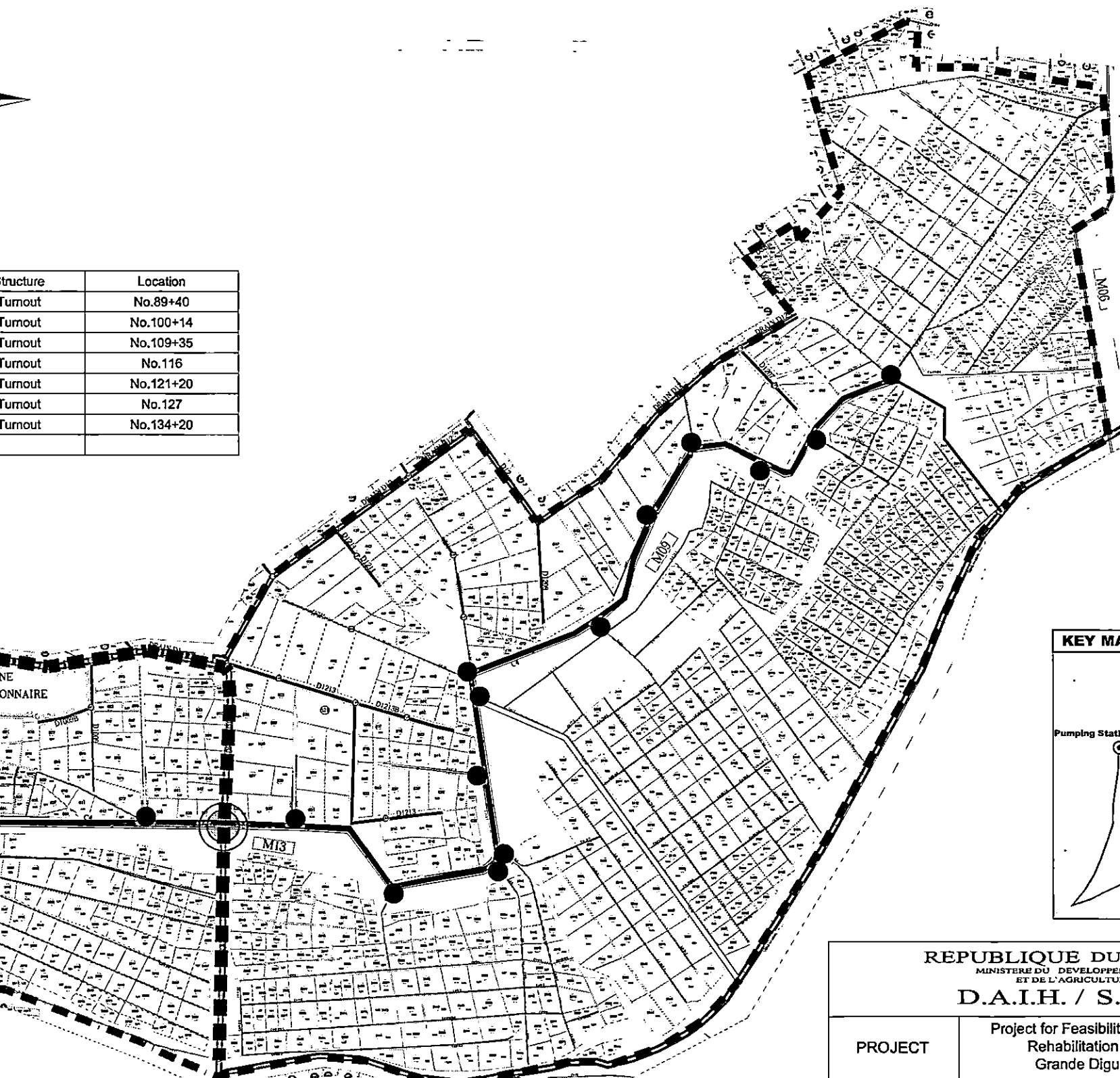
**No.2 Main Irr. Canal**

**No.1 Main Drainage Canal**



<p>REPUBLIQUE DU SENEGAL          MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL          ET DE L'AGRICULTURE  <b>D.A.I.H. / S.A.E.D.</b></p>	
PROJECT	Project for Feasibility Study and Basic Design on Rehabilitation of Irrigation Facilities in Grande Digue-Tellé Area, Senegal
TITLE	<b>No.3 Main Irr. Canal Line Map</b>

Structure	Location
Turnout	No.89+40
Turnout	No.100+14
Turnout	No.109+35
Turnout	No.116
Turnout	No.121+20
Turnout	No.127
Turnout	No.134+20



REPUBLIQUE DU SENEGAL  
MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL  
ET DE L'AGRICULTURE  
D.A.I.H. / S.A.E.D.

PROJECT

Project for Feasibility Study and Basic Design on  
Rehabilitation of Irrigation Facilities in  
Grande Digue-Telliel Area, Senegal