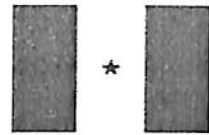


REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET
DE L'HYDRAULIQUE

SOCIETE DU DEVELOPPEMENT
AGRICOLE ET INDUSTRIEL DU
SENEGAL (SODAGRI)



RAPPORT D'AVANT PROJET DETAILLE

PROJET DE DEVELOPPEMENT HYDRO AGRICOLE DU BASSIN DE L'ANAMBE – PHASE III

AVANT PROJET DETAILLE D'AMENAGEMENT DE 820 HA
NETS

RAPPORT GENERAL

Financement : BID/ Etat du Sénégal

Version définitive
Mai 2005

GROUPEMENT



Résumé et conclusion

Le projet de développement hydro agricole du bassin de l'Anambé – Phase III, cherche à contribuer efficacement à la réalisation des objectifs du pays visant à garantir la sécurité alimentaire, améliorer le niveau de vie des paysans moyennant la valorisation des eaux de surface pour l'irrigation des cultures et l'intensification de la mise en valeur agricole de la zone sur une superficie nette de 820 ha.

En termes d'objectifs globaux, les actions conçues visent un essor socio-économique irréversible et durable. Pour atteindre ces objectifs, le projet propose les composantes suivantes :

- **Production végétale**

Le projet prévoit de mettre à la disposition des attributaires des lots de 1,30 ha de terre aménagés et équipés pour l'irrigation gravitaire. Les cultures préconisées sont de type céréalières (maïs, riz), et maraîchères (oignon, tomate et légumes) sur une superficie nette de 820 ha.

Aussi, le projet propose l'amélioration des techniques culturales moyennant un renforcement de l'encadrement des agriculteurs et leur approvisionnement en intrants, la satisfaction des besoins du projet en différents outils et matériels agricoles.

- **Production animale**

Le projet permettra de contribuer à l'amélioration du bilan fourrager de la zone.

- **Aménagement hydraulique**

Le projet propose d'équiper deux secteurs d'irrigation : secteur 5.2.2 de superficie 430 ha et secteur 5.1 de superficie 390 ha soit une superficie totale de 820 ha par un réseau d'irrigation alimenté à partir de la station de pompage existante SP5.

Le réseau d'irrigation comporte :

- une station de pompage SP5 qui a été renforcée pour porter sa capacité actuelle de 1,2 m³/s à 3,1 m³/s,
- des canaux primaires revêtus en béton et un réseau de canaux secondaires et tertiaires en terre,
- des ouvrages de prise, de régulation et de protection,
- un réseau d'assainissement et de drainage en terre
- des pistes de desserte à l'intérieur du périmètre.

Le coût total du projet d'aménagement de 820 ha nets s'élève à 3 606 millions de FCFA hors taxes, soit un coût à l'hectare de 4,4 millions de FCFA. La ventilation du coût du projet par secteur est comme suit :

- Secteur 5.1 (390 ha nets) : 1 725 845 000 FCFA,
- Secteur 5.2.2 (430 ha nets) : 1 879 902 000 FCFA.

Le montant total annuel des frais d'entretien et d'exploitation s'élève à 84,0 millions de FCFA, soit un coût à l'hectare de 102 milles FCFA. En considérant un volume d'eau annuel consommé par hectare de (18 600 m³), le coût du m³ d'eau est de 6 FCFA.

Sur le plan d'organisation et de gestion, le projet propose les améliorations suivantes:

- améliorer la gestion des différentes fonctions du périmètre à savoir les fonctions crédit, approvisionnement, production et commercialisation.
- améliorer l'encadrement des GIE dans l'entretien des infrastructures et le suivi- évaluation des actions d'accompagnement et des indicateurs de performance.

Sommaire

INTRODUCTION	1
1. MILIEU PHYSIQUE	3
1.1. SITUATION DU PROJET.....	3
1.2. CLIMATOLOGIE	4
1.2.1 <i>Température</i>	4
1.2.2 <i>Insolation</i>	4
1.2.3 <i>Humidité relative de l'air</i>	4
1.2.4 <i>Le vent</i>	4
1.2.5 <i>Evaporation - Evapotranspiration</i>	5
1.2.6 <i>Pluviométrie</i>	5
1.3 RESSOURCES HYDRAULIQUES	6
1.3.1 <i>Eaux de surface</i>	6
1.3.2 <i>Eaux souterraines</i>	7
1.4 RESSOURCES EN SOLS	7
1.5 ASPECTS SOCIAUX.....	8
1.6 DEVELOPPEMENT AGRICOLE ACTUEL.....	8
1.6.1 <i>Mise en valeur agricole</i>	8
1.6.2 <i>Etat actuel de l'élevage</i>	9
2. PROJET D'AMENAGEMENT.....	11
2.1 OBJECTIFS.....	11
2.2 OPTIONS DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE.....	11
2.2.1 <i>Exploitation type</i>	11
2.2.2 <i>Schémas de mise en valeur future</i>	11
2.2.3 <i>Choix des cultures</i>	11
2.2.4 <i>Calendrier culturel</i>	11
2.2.5 <i>Occupation future du sol</i>	11
2.2.6 <i>Besoins en eau des cultures</i>	11
2.2.7 <i>Effets escompté sur la mise en valeur</i>	11
2.3 OPTIONS DE BASE ET PARAMETRES HYDRAULIQUES.....	11
2.3.1 <i>Taille de l'exploitation type</i>	11
2.3.2 <i>Système d'irrigation</i>	11
2.3.3 <i>Dose d'irrigation</i>	11
2.3.4 <i>Durée d'irrigation</i>	11
2.3.5 <i>Main d'eau</i>	11
2.3.6 <i>Nombre d'irrigations</i>	11
2.3.7 <i>Débit d'équipement</i>	11
2.4 SCHEMA D'AMENAGEMENT	11
2.4.1 <i>Chenal d'aménée</i>	11
2.4.2 <i>Station de pompage SP5</i>	11
2.4.2 <i>Bassin de dissipation et de répartition</i>	11
2.4.3 <i>Réseau d'irrigation</i>	11
2.4.4 <i>Réseau de drainage</i>	11
2.4.5 <i>Réseau de circulation</i>	11
2.5 CARACTERISTIQUES DU RESEAU D'IRRIGATION	11
2.5.1 <i>Secteur d'irrigation 5.2.2</i>	11
2.5.2 <i>Secteur d'irrigation 5.1</i>	11
2.6 PRINCIPES DE DIMENSIONNEMENT ET DE CALAGE	11
2.7 OUVRAGES.....	11
2.8 RESEAU D'ASSAINISSEMENT ET DE PROTECTION	11
2.8.1 <i>Conception générale du réseau</i>	11
2.8.2 <i>Hypothèses du dimensionnement</i>	11
2.8.2.4 <i>Apports extérieurs</i>	11
2.9 RESEAU DE CIRCULATION	11
2.10 AMENAGEMENTS TERMINAUX.....	11

3. ORGANISATION ET GESTION DU PROJET	11
3.1 CADRE STRATEGIQUE	11
3.2 STRUCTURE ORGANISATIONNELLE.....	11
3.3 MODE D'EXECUTION DU PROJET	11
4. ESTIMATION DES COUTS D'AMENAGEMENT	11
4.1 COUT DU PROJET.....	11
4.2 VENTILATION DES COUTS.....	11
4.3 COUT DU M ³ D'EAU	11

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Température moyenne mensuelle (station de Vélingara : 1984 – 2003).....	4
Tableau 2 : Durée d'insolation.....	4
Tableau 3 : Humidité relative moyenne mensuelle (station de Vélingara : 1984 – 2003).....	4
Tableau 4 : Vitesse des vents	4
Tableau 5 : Evaporation Bac classe A à Vélingara	5
Tableau 6 : Evaporation sur surface libre au barrage de Kayanga	5
Tableau 7 : ETP Penman A à Vélingara	5
Tableau 8 : ETP Blannay & Creedle à Vélingara	5
Tableau 9 : Statistiques des précipitations annuelles (en mm).....	5
Tableau 10 : Volume écoulé en années sèches et humide.....	7
Tableau 11 : Distribution moyenne mensuelle des écoulements	7
Tableau 12: Cycles culturaux.....	11
Tableau 13: Occupation du sol en situation avec projet.....	11
Tableau 14: Besoins bruts des cultures par hectare assolé.....	11
Tableau 15: Occupation future du sol du périmètre irrigué	11
Tableau 16 : Evolution des rendements des cultures en situation avec projet	11
Tableau 17 : Débit d'équipement.....	11
Tableau 18: Caractéristiques des canaux principaux des secteurs 5.2.1 et 5.2.2	11
Tableau 19 : Caractéristiques du canal secondaire CS5.2.2.1	11
Tableau 20 : Caractéristiques du canal secondaire CS5.2.2.2.....	11
Tableau 21 : Caractéristiques des canaux tertiaires sur CS5.2.2.1	11
Tableau 22 : Caractéristiques des canaux tertiaires sur CS5.2.2.2	11
Tableau 23 : Caractéristiques du canal secondaire CS5.1.....	11
Tableau 24 : Caractéristiques du canal secondaire CS5.1 (Suite).....	11
Tableau 25 : Caractéristiques des canaux tertiaires sur CS5.1	11
Tableau 26 : Nombre des ouvrages sur CS5.2.2	11
Tableau 27 : Nombre des ouvrages sur CS5.1	11
Tableau 28: Aménagements de protection projetés	11
Tableau 29: Répartition du coût de l'aménagement hydro-agricole	11

Liste des Figures

Figure 1 : Plan de situation du bassin de l'Anambé.....	3
Figure 2: Evolution de la pluviométrie moyenne annuelle - Vélingara (1930 - 2003)	6
Figure 3: Précipitations mensuelles interannuelles - Vélingara (1930-2003)	6
Figure 4: Schémas du réseau d'irrigation	11
Figure 5: Schémas du réseau d'assainissement.....	11

Liste des Annexes

Annexe 1 : Devis estimatif
Annexe 2 : Charges de fonctionnement et d'entretien

Références bibliographiques

1. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Additif au plan directeur –BCEOM 1994.
2. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Plan d'aménagement hydro agricole –BCEOM 1994.
3. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Sociologie – Groupements exploitants–BCEOM 1994.
4. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Formation–BCEOM 1994.
5. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Note d'orientation–BCEOM 1994.
6. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Hydrologie–BCEOM 1994.
7. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Plan directeur –BCEOM 1994.
8. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Agronomie, études complémentaires–BCEOM 1994.
9. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Sociologie, gestion des terres –BCEOM 1994.
10. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Pédologie, études complémentaires–BCEOM 1994.
11. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Forêts et environnement, études complémentaires –BCEOM 1994.
12. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Impact sur l'environnement, études complémentaires –BCEOM 1994.
13. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Pêche et pisciculture, études complémentaires –BCEOM 1994.
14. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Infrastructures, études complémentaires –BCEOM 1994.
15. Etudes complémentaires et élaboration d'un plan directeur et d'aménagement hydro agricole du bassin de l'Anambé, Santé, études complémentaires –BCEOM 1994.
16. Dossiers d'appel d'offres à l'exécution de la phase II, Sous secteur 5.1-TECSULT 1994.
17. Dossiers d'appel d'offres à l'exécution de la phase II, Sous secteur 5.2.2-TECSULT 1994.
18. Dossiers d'appel d'offres à l'exécution de la phase II, Barrage Al Bassam- TECSULT 1994.
19. Rapport de comportement du barrage de Niandouba –rapport N°1-TECSULT.
20. Rapport de comportement du barrage de Niandouba –rapport N°2-TECSULT,2003
21. Dossiers d'appel d'offres à l'exécution de la phase II, CCTP, lots 1,2 et 3-TECSULT 1994.
22. Dossiers d'appel d'offres à l'exécution de la phase II, lot 2 : stations de pompage - TECSULT 1994.
23. Dossiers d'appel d'offres à l'exécution de la phase II, lot 3 : aménagement des terres - TECSULT 1994.
24. Projet d'appui au développement rural du bassin de l'Anambé, rapport d'avancement- 2003.

25. Etude de faisabilité de l'aménagement du bassin de l'Anambé, volume 1, Synthèse- ELECTROWATT 1980.
26. Etude de faisabilité de l'aménagement du bassin de l'Anambé, volume 2, Hydrologie, climatologie et pédologie- ELECTROWATT 1980.
27. Etude de faisabilité de l'aménagement du bassin de l'Anambé, volume 4, Barrages- ELECTROWATT.1980
28. Etude de faisabilité de l'aménagement du bassin de l'Anambé, volume 5, Pédologie - ELECTROWATT.1980
29. Actualisation des études hydrologiques et élaboration d'un nouveau programme d'aménagement, rapport actualisation des études hydrologiques, volume 1, synthèse- DHV consultants BV 1993
30. Actualisation des études hydrologiques et élaboration d'un nouveau programme d'aménagement, rapport actualisation des études hydrologiques, volume 2, étude hydrologique - DHV consultants BV 1993
31. Actualisation des études hydrologiques et élaboration d'un nouveau programme d'aménagement, rapport actualisation des études hydrologiques, volume 4 - DHV consultants BV 1993
32. Rapport d'identification et de préparation – FAO 2003.
- 33 Développement économique de la région de Kolda- Division de la planification- Ministère Economie et Finances 2000.
- 34 Construction du barrage de Niandouba et sa piste d'accès – Avenant au marché N° 95/002/BAN/II – Groupement FOUGEROLLE/ COMPAGNIE SAHELIENNE D'ENTREPRISE - 1999
- 35 Stations de pompage et chenaux d'amenée– Avenant au marché N° 95/003/SP/II – EQUIP-PLUS - 1999
- 36 Etude de la tarification de l'eau et de la maintenance des aménagements hydro agricoles dans le bassin de l'Anambé (Région de Kolda) AFID/CIRAD - 2004

Introduction

La Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal (SODAGRI) a pour objectif principal la promotion des produits agricoles, industriels et d'infrastructures à l'échelle du pays. Depuis 1978, la SODAGRI a piloté les études et l'exécution d'un programme d'aménagements hydro agricoles. De 1982 à 1999, les infrastructures hydro agricoles suivantes ont été réalisées :

- barrage du confluent en 1984 de capacité 59 millions de m³,
- barrage de Niandouba en 1997 de capacité 85 millions de m³,
- cinq stations de pompage : SPA, SP3, SP4, SP5 et SPG de débit unitaire variant de 600 à 1 400 l/s avec leurs chenaux d'amenée.
- des périmètres autonomes d'une superficie totale de 4 180 ha répartis sur six secteurs: 285 ha (secteur 1), 1 080 ha (secteur 2), 250 ha (secteur 3), 831 ha (secteur 4), 1 186 ha (secteur G) et 548 ha (secteur 5). L'irrigation se fait en maîtrise totale à partir des stations de pompage relevant l'eau de la retenue du barrage du confluent.
- une digue de protection du secteur 3 sur une longueur de 2,5 km et une largeur en crête de 5m, avec deux ouvrages à clapet sur le débouché des drains. Les travaux d'endiguement ont été achevés en 2000.
- des infrastructures d'accompagnement comprenant deux postes de santé, deux écoles primaires, six puits modernes, une centrale électrique, une rizerie de capacité 2 T/heure, un abattoir, une usine d'aliments de bétail, des étables, des pistes de production et de désenclavement et des bâtiments administratifs.

Par ailleurs, la SODAGRI a assuré la formation et l'appui aux producteurs en leur fournissant du matériel agricole.

Suite à la nouvelle politique agricole et de sa quatrième lettre de mission (2003 -2005), la SODAGRI s'est totalement désengagée de toutes les activités marchandes et considère que :

- i) la communauté rurale constitue l'unité de base de planification,
- ii) la professionnalisation et la responsabilisation des producteurs en vue de la gestion autonome de leurs activités productives, notamment l'exploitation des périmètres irrigués.

Dans ce contexte, et par contrat n°001/2003/ESC/PDHBA/III, le Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, à travers la Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal (SODAGRI) a confié au groupement de bureaux d'études AFID Consultance/STUDI International, l'étude, la surveillance et le contrôle du projet de développement hydro agricole du bassin de l'Anambé – Phase III, financée par la Banque Islamique de Développement (BID) et l'Etat Sénégalais.

En termes d'objectifs globaux, le projet contribuera à la réduction de la pauvreté et à une meilleure sécurité alimentaire dans le bassin de l'Anambé et ses environs par l'augmentation durable de la production et des revenus agricoles dans la zone.

La phase III du projet d'aménagement du bassin de l'Anambé consiste aux actions suivantes :

- extension de 820 ha nets des superficies aménagées afin d'atteindre l'objectif de 5 000 ha. Cette extension concerne le secteur 5 dont un périmètre de 548 ha (secteur 5.2.1) a été déjà aménagé depuis 1998,
- extension de la station de pompage SP5 pour accommoder les nouveaux aménagements;
- et la construction de digues de protection des secteurs 2 et 5.2.1.

L'extension envisagée concerne le secteur 5, situé le plus au Nord des zones aménageables. Ce dernier sera subdivisé en deux sous secteurs 5.1 et 5.2, qui est également loti en deux sous-ensembles 5.2.1 et 5.2.2 séparés par un talweg qui rejoint le lit de l'Anambé.

Dans le cadre de ces travaux, seul le sous-ensemble 5.2.1 a pu être aménagé et a concerné une superficie de 548 ha.

L'extension proposée porte ainsi sur les parties 5.1 et 5.2.2 totalisant 820 ha nets ce qui porterait la superficie totale aménagée par la SODAGRI à 5 000 ha. La partie 5.2.1 aménagée est située entre les deux zones d'extension. Le sous-secteur 5.1 est situé au Sud de la partie aménagée 5.2.1 dont il constitue la séparation avec le secteur 2. Quant à la partie 5.2.2, elle constitue la limite nord des casiers composant le périmètre de l'Anambé.

Le présent document constitue l'Avant Projet Détaillé d'aménagement de 820 ha¹ nets. Il fait suite au rapport préliminaire remis en juin 2004 et discuté avec la SODAGRI en août 2004.

Le rapport d'APD de l'aménagement de 820 ha nets présente la structure suivante :

- Etude du milieu physique,
- Projet d'aménagement,
- Organisation et gestion du projet,
- Et estimation des coûts d'aménagement.

¹ L'extension de la station de pompage SP5 fait l'objet d'un rapport à part.

1. Milieu physique

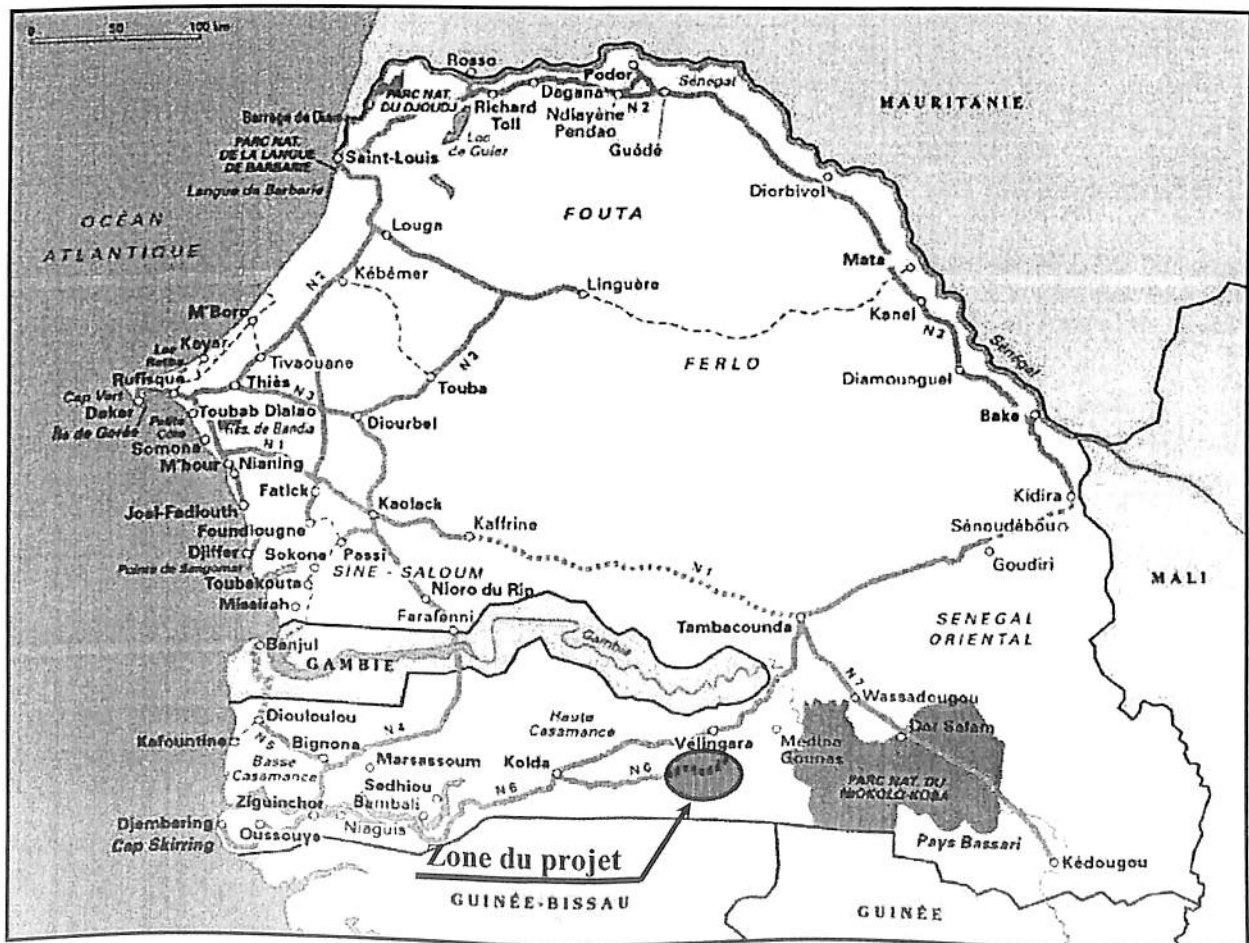
1.1. Situation du projet

La zone du projet est située dans la haute Casamance dans la région de Kolda, au sud du chef lieu du département de Vélingara et à 600 km environ de Dakar. L'accès au site du projet se fait par une route goudronnée sur la totalité du trajet, via Kaolack et Tambacounda d'où il faut emprunter la route nationale n°6 en direction de Kolda.

Le Bassin de l'Anambé est situé dans son intégralité dans la région de Kolda qui est limitée au sud par la Guinée Conakry et la Guinée Bissau, au nord par la Gambie, à l'est par la région de Tambacounda et à l'ouest par la région de Ziguinchor. Il est traversé par le treizième parallèle de l'altitude nord et couvre une superficie de 1 100 km².

Le bassin de la Kayanga est à cheval sur la Guinée, le Sénégal et la Guinée Bissau. En effet, la Kayanga prend sa source dans une zone marécageuse au pied du Fouta Djalon en Guinée à une altitude de 80 m environ. Elle coule suivant une orientation nord-ouest jusqu'à son entrée en territoire sénégalais où elle fait une boucle en prenant une direction sud-ouest pour entrer en Guinée Bissau où elle prend le nom de Rio Gêba. Au pont de Niapo, la Kayanga draine un bassin versant de 1 715 km² avec une longueur de 95 km. En territoire sénégalais, son principal affluent est l'Anambé dont l'écoulement est orienté nord-sud jusqu'à sa confluence avec la Kayanga, 10 km au sud de Kounkané.

Figure 1 : Plan de situation du bassin de l'Anambé



1.2. Climatologie

Le climat est de type soudano-guinéen chaud et humide, caractérisé par un régime de pluies relativement abondantes. Il se caractérise par une saison sèche de 7 mois et une saison pluvieuse de 5 mois. Les stations météorologiques prises en compte pour la détermination des paramètres climatiques sont celles de Vélingara et la station de Tambakounda.

1.2.1 Température

Le bassin de l'Anambé se trouve dans la zone de transition entre le climat soudanien et soudano-guinéen. La température moyenne annuelle enregistrée au niveau de la station de Vélingara est de 28,9°C. Le mois le plus froid est janvier avec 25,5°C. Le mois le plus chaud est le mois de juin avec 32,4°C. Mais les écarts thermiques sont très atténués.

Tableau 1 : Température moyenne mensuelle (station de Vélingara : 1984 – 2003)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne année
Tmin °C	16,3	17,8	20,6	-	23,0	25,1	24,5	23,2	22,5	22,1	21,9	17,9	
Tmax °C	34,7	37,5	39,2	-	40,6	39,8	36,3	32,8	31,7	32,0	34,0	35,4	
Tmoy °C	25,5	27,6	29,9	32,1	31,8	32,4	30,4	28,0	27,1	27,1	27,9	26,6	28,9

1.2.2 Insolation

Les valeurs maximales de l'insolation sont observées au mois d'avril, et la durée d'insolation descend à un minimum en Septembre. Cette diminution est liée à la nébulosité pendant l'hivernage.

Tableau 2 : Durée d'insolation

Durées d'insolation (heures/jour)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vélingara (1984-2003)	7,14	6,54	7,93	9,61	8,88	7,78	7,36	6,55	6,00	6,55	7,33	7,67
Kolda (1951 – 1976)	8,72	9,21	9,42	9,61	9,18	7,89	6,8	5,84	6,02	7,3	8,14	7,91

1.2.3 Humidité relative de l'air

La valeur moyenne mensuelle de l'humidité relative de l'air, varie, à Vélingara, de 28 à 80 %; les plus forte valeurs sont enregistrés dans la période d'hivernage (de juin à octobre), et le niveau minimum se situe généralement en janvier. L'humidité relative mensuelle moyenne enregistrée au niveau de la station de Vélingara pour la période 1984 – 2003 est donnée par le tableau suivant :

Tableau 3 : Humidité relative moyenne mensuelle (station de Vélingara : 1984 – 2003)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne année
Hmin %	18,2	16,8	18,0	-	19,1	26,3	44,2	59,9	69,3	68,7	59,7	35,7	
Hmax %	49,0	52,0	53,7	-	65,3	68,7	80,6	92,5	95,7	96,0	95,2	89,2	
Hmoy %	31,0	28,0	30,0	32,0	40,0	57,0	74,0	79,0	80,0	74,0	56,0	44,0	28,9

1.2.4 Le vent

Le vent est souvent faible avec une vitesse moyenne de l'ordre de 2 m/s et maximale de 2,6 m/s.

Tableau 4 : Vitesse des vents

Vitesse (m/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Basse	1,5	2,2	2,2	2,3	2,6	2,6	2,1	1,9	1,5	1,3	1,4	1,6

1.2.5 Evaporation - Evapotranspiration

L'évaporation dans la zone de l'Anambé se situe autour de 2440 mm par an. Les valeurs cumulées d'évaporation mensuelle Piche pour plan d'eau sont estimées, à 2306 mm pour le barrage de Kayanga. Le détail est donné dans les tableaux ci-après :

Tableau 5 : Evaporation Bac classe A à Vélingara

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Ev(mm)	167	193	257	279	285	228	214	198	192	167	138	121	2439

Source : Schéma directeur d'aménagement du bassin de l'Anambé, EWI 1980

Tableau 6 : Evaporation sur surface libre au barrage de Kayanga

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Ev(mm)	178	211	255	269	275	213	164	143	133	147	156	162	2306

Source : Actualisation des études hydrologiques, DHV, juin 1993

Suivant les méthodes d'estimation, l'évapotranspiration potentielle (ETP) varie entre 2000 et 2400 mm, les maximales sont observées en avril-mai.

Tableau 7: ETP Penman A à Vélingara

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Ev(mm)	187	222	268	283	289	224	173	151	140	155	164	170	2426

Source : Schéma directeur d'aménagement du bassin de l'Anambé, EWI 1980

Tableau 8: ETP Blanney & Creedle à Vélingara

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Ev(mm)	161	164	200	217	228	201	167	123	116	150	152	156	2035

Source : Schéma directeur d'aménagement du bassin de l'Anambé, EWI 1980

1.2.6 Pluviométrie

L'analyse pluviométrique a été effectuée à partir des données pluviométriques de la station de Vélingara (station en service depuis 1930).

La saison de pluie dure environ cinq mois de (juin à octobre) ; la durée médiane de la saison de pluie est de 143 jours à Vélingara où il tombe annuellement environ 1000 mm.

A partir de la série pluviométrique de Vélingara (série exhaustive durant la période : 1930/31-2003-2004), trois échantillons ont été analysés :

- L'échantillon complet de 74 ans (1930/31-2003/04)
- L'échantillon « excédentaire » de 38 ans (1930/31-1967/68)
- L'échantillon « déficitaire » de 36 ans (1968/69-2003/04). La reprise qui semble s'enclencher depuis 1991/92 est limitée à quelques années. Elle est assez peu significative en termes statistiques pour être traitée à part.

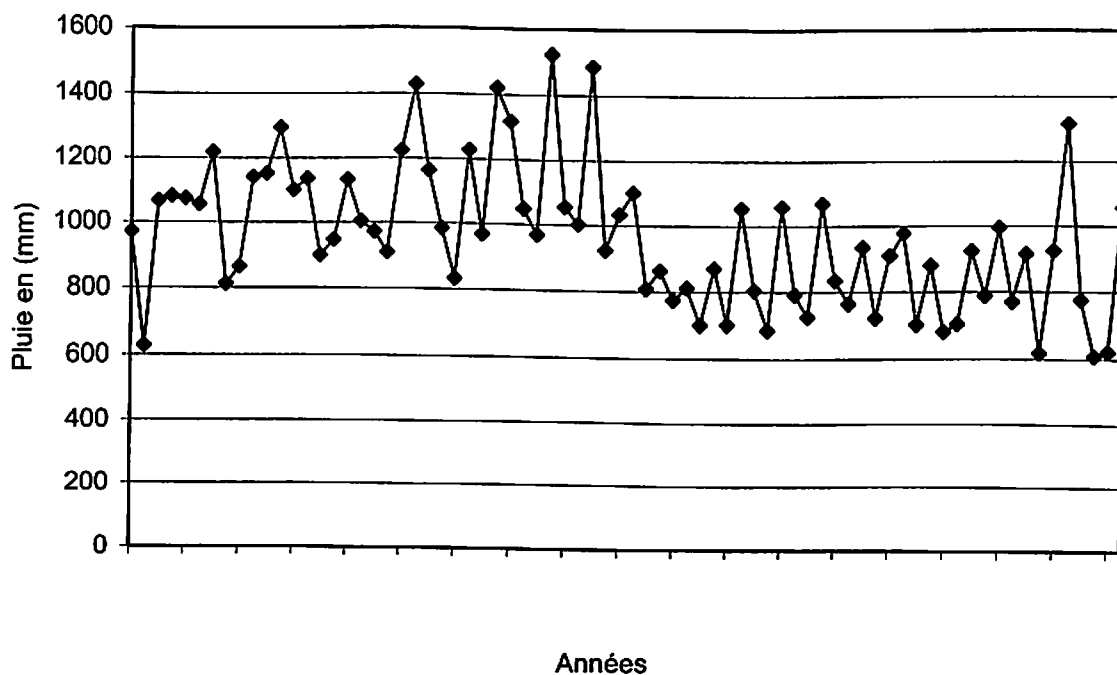
Ci-dessous, les caractéristiques statistiques centrales et de dispersion de la distribution expérimentale des différents échantillons :

Tableau 9 : Statistiques des précipitations annuelles (en mm)

	Série complète	Série excédentaire	Série déficitaire
MOYENNE	969	1112	819
ÉCART TYPE	271	278	162
COEFFICIENT DE VARIATION	0,28	0,25	0,20
MÉDIANE	943	1061	787
MAXIMUM	2305	2305	1316
MINIMUM	539	628	539

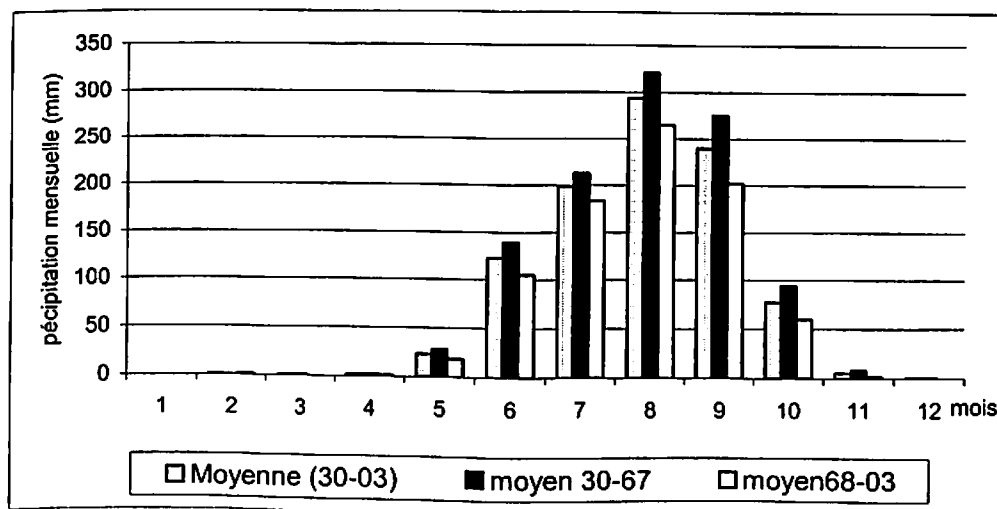
La figure ci-dessous représente l'évolution des hauteurs d'eau enregistrées au niveau de la station pluviométrique de Vélingara pour la période (1930 - 2003) :

Figure 2: Evolution de la pluviométrie moyenne annuelle - Vélingara (1930 - 2003)



La distribution mensuelle des pluies confirme l'existence d'une saison s'étalant du mois de mai jusqu'au mois de novembre avec un maximum au mois d'août, et d'une saison sèche allant de décembre à avril. Malgré la forte réduction des quantités pluviométriques, leurs répartitions temporelles n'ont pas été affectées par cette réduction, et les mois ont gardé les mêmes proportions par rapport aux totaux annuels ;

Figure 3: Précipitations mensuelles interannuelles - Vélingara (1930-2003)



1.3 Ressources hydrauliques

1.3.1 Eaux de surface

Les ressources en eau superficielle proviennent du bassin Kayanga-Anambé qui a une superficie de 2 870 km² au pont de Wassadou. Le bassin versant de la Kayanga en amont de la Confluence avec l'Anambé (pont de Niapo) est de 1 755 km². La contribution de l'Anambé dans les apports annuels au niveau du Barrage du Confluent est estimée en moyenne à 20 % des apports totaux. Les volumes écoulés en années sèches et humides sont comme suit :

Tableau 10 : Volume écoulé en années sèches et humide

	Année décennale sèche	Année sèche 1 an sur 5	Année médiane	Année décennale humide
Volume écoulé (en millions de m ³)	34	54	100	179

La distribution moyenne mensuelle des écoulements est donnée dans le tableau ci-après, en pourcentage du volume total annuellement écoulé :

Tableau 11 : Distribution moyenne mensuelle des écoulements

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Distribution (%)	3,32	2,90	2,58	2,32	2,32	3,60	7,86	8,47	25,27	28,32	8,81	4,23

1.3.2 Eaux souterraines

Le bassin de l'Anambé est constitué d'un socle de rhyolite paléozoïque recouvert d'une série sédimentaire composée d'argile fissurée au Paléocène-Eocène, de grès argileux du Continental Terminal et d'alluvions du Quaternaire et situé à une profondeur de moins de 50 m au centre du bassin. Les ressources en eau souterraine du socle liée principalement à la perméabilité secondaire de fissuration se trouvent réduites à des proportions modestes et d'un accès aléatoire.

Les formations sédimentaires sablo-argileuses qui recouvrent le socle renferment des aquifères qui ont en général de faibles perméabilités. Ils peuvent cependant fournir des débits suffisants pour la consommation humaine et l'élevage. La grande hétérogénéité des formations et leur faible perméabilité générale ne permettent pas d'envisager une exploitation importante de l'eau souterraine pour les besoins d'une irrigation à grande échelle.

1.4 Ressources en sols

D'après l'étude pédologique menée dans le cadre de la présente étude (cf. rapport préliminaire), il ressort que :

- **La zone d'extension nord (secteur 5.2.2)** est largement dominée par des terres à textures fines avec une pédogenèse marquée par une hydromorphie temporaire. Le grand type génétique hydromorphe identifiée dans la zone et qui occupe l'essentiel des surfaces cartographiées est un sol à pseudogley d'ensemble. De ce fait, leur aptitude actuelle est moyenne. Toutefois, si cette limitation est levée, certains de ces sols se retrouveront dans la classe des sols très aptes à plusieurs cultures, à la riziculture en particulier.
Tous les sols de ce périmètre présentent une contrainte liée à la faible teneur en éléments nutritifs. Toutefois, la levée de ces contraintes peut être réalisée par l'apport d'amendements calciques ou d'amendements organiques (fumier, compost. ...).
- **La zone d'extension intercalaire (secteur 5.1)** présente des sols assez riches en argile. La pédogenèse dominante reste celle hydromorphe avec développement de deux types de sols : le pseudogley d'ensemble et le pseudogley de surface. Ces deux types occupent la majeure partie des superficies couvertes par la zone d'extension intercalaire.
Le deuxième type de pédogenèse concerne le sol peu évolué d'apport alluvial, de dimension assez modeste par rapport aux autres sols identifiés.
L'essentiel des sols de ce périmètre ne présente pas de limitations par rapport à la texture. Ils sont par conséquent, potentiellement très aptes à la riziculture.
L'aptitude actuelle de tous ces sols est cependant limitée par la faible teneur en N et P205 et par les valeurs assez basses du PH. Ces contraintes peuvent être facilement corrigées par des apports d'amendements ou d'engrais minéraux.

1.5 Aspects sociaux

Le bassin de l'Anambé est situé en haute Casamance, dans la région de Kolda, à environ 600km au sud-est de Dakar. La zone couvre sept (7) communautés rurales (CR) qui sont Mampatim, Kandia, Saré coly sallah, koukané, Ouassadou, Boconto et Sinthiang Koundara. Toutes les CR appartiennent au département de Vélingara sauf Mampatim situé dans le département de Kolda. Les sept (CR) couvre une superficie de l'ordre de 350 000 ha.

Les secteurs 1,2 et 4 sont situés dans la communauté rurale de Mampatim sous - préfecture de Dabo département de Kolda ,le secteur 5 – est situé dans la communauté rurale de Kandia , les secteurs 3 et le sous secteur G1 sont localisés dans la communauté rurale de Koukané et le sous secteur G2 dans celle de Saré coly salle

La zone du projet compte une population estimée à 115 000 habitants. La densité de la population est relativement faible (34hts/km²). La taille moyenne des villages est de 200 à 300 habitants, à l'exception de quelques grands villages de plus de 2000 habitants. La zone d'extension de 820 hectares sera répartis entre la communauté rurale de Mampatim 403 ha et la communauté rurale de Kandia- 417 ha.

D'après les enquêtes de terrain, il ressort que :

- La population de la zone du projet est relativement jeune. En effet, 56,5 % de la population sont d'un age inférieur à 15 ans,
- Le taux de la population active (15 à 59 ans) est de 44 % dont 47 % masculine et 53% féminine,
- Les chefs de ménage sont jeunes. L'âge moyen est de 54,39 ans avec un age minimum de 30 ans. Les chefs de ménage âgés de plus de 60 ans représentent moins de 10% de chefs de ménage,
- La population de la zone du projet est en majorité peulh (80%). Ce qui réduit les sources de conflits,
- L'agriculture et l'élevage représentent les principales sources de revenus avec respectivement 29 % et 45 %,
- 43 % des ménages ont un revenu inférieur à 500 000 FCFA,
- L'agriculture est encore rudimentaire avec des rendements assez faibles,
- La taille moyenne des parcelles est de 8,5 ha (15 ha au maximum), ce qui constitue une contrainte étant donné la faiblesse des sources de revenus des agriculteurs,
- Les GIE d'agriculteurs ne sont pas responsabilisées dans la gestion et la maintenance.

1.6 Développement agricole actuel

1.6.1 Mise en valeur agricole

La superficie actuellement aménagée par la SODAGRI depuis sa création est de 4180 ha. Trois types de parcelles existent présentement dans les différents secteurs des périmètres aménagés:

Secteur	1	2	3	4	5	G
S tot ha	285	1080	250	831	548	1186
S parcelle ha	0,8	1,25	1,35	1,35	1,35	1,35

Les principales cultures pratiquées dans le bassin de l'Anambé sont : le riz, le mil/sorgho, l'arachide, le coton.

Au cours de ces dernières années, Les emblavures au niveau des périmètres aménagés ont significativement régressé: le maïs, le mil/sorgho sont presque inexistantes dans ces périmètres.

Le riz constitue la principale spéculation au niveau des périmètres aménagés. Les rendements du riz sont faibles, aussi bien en hivernage qu'en contre saison (2,5 à 3 tonnes/ha). Exceptionnellement en 1999, les rendements du riz en hivernage ont été satisfaisants (5,5 T/ha) à cause d'une pluviométrie favorable.

L'exploitation du maïs dans les périmètres aménagés n'est pas importante. Les emblavures ont été de 80 ha pendant l'hivernage 1999.

Les productions sont également insignifiantes. Le tonnage le plus faible est obtenu en 1997, année à laquelle la production s'est située à environ 150 tonnes.

Les principales contraintes qui se posent au niveau des périmètres aménagés sont de plusieurs ordres:

- mauvais planage au niveau de certaines parcelles ce qui entraîne un remplissage difficile, une submersion inégalement répartie de l'eau d'irrigation.
- cassures et fuites au niveau du réseau : le réseau d'irrigation connaît quelques problèmes au niveau de certains tronçons des canaux : cassures et érosion par endroits occasionnant des pertes d'eau importantes
- mauvais fonctionnement du réseau de drainage : le réseau est envahi en certains endroits par de mauvaises herbes,
- manque de matériel agricole et d'équipements (tracteur en particulier),
- divagation des animaux en contre saison ce qui engendre des préjudices aux cultures,
- pratique d'une seule rotation riz – riz. (mono culture) ce qui peut être l'origine de problèmes phytosanitaires.

1.6.2 Etat actuel de l'élevage

Dans la zone du projet, l'élevage est une activité importante et coexiste avec les activités agricoles. Le cheptel se compose de plusieurs espèces incluant différentes races.

Les bovins prédominent et sont constitués de Ndama purs. Des métis à divers degrés se trouvent dans les zones de transition. La population ovine et caprine est formée respectivement du mouton Djallonké et de la chèvre naine.

On distingue :

- un système extensif traditionnel d'élevage caractérisé par une précarité liée au fait que l'alimentation et l'abreuvement dépendent des aléas climatiques. Il est basé sur exploitation directe des parcours naturels.
- un système extensif amélioré d'élevage qui se retrouve surtout dans les zones encadrées par des projets ; il est intégré à l'exploitation et concerne principalement les animaux de trait, le petit élevage et des fois les vaches laitières.
- un système semi-intensif à petite échelle chez les producteurs pratiquant l'embouche bovine et ovine ou exploitant des poulaillers améliorés ;
- un système intensif moderne et semi-intensif pour l'aviculture et la production laitière.

En ce qui concerne les ressources fourragères, il existe actuellement :

- les herbages naturels durant 5 à 6 mois puis insuffisants en quantité et qualité durant le reste de l'année,
- des résidus des cultures (riz, maïs, sorgho), d'une valeur alimentaire basse et qui durant 2 à 4 mois, selon les disponibilités, constituent exclusivement un fourrage de survie pour les ruminants,
- des sous produits agro-industriels: disponibilité en graines de coton. Les sous produits peuvent être valorisés par les herbivores ruminants mais aussi par la volaille principalement.

L'élevage des petits ruminants est surtout limité du point de vue productivité par la prédominance des types génétiques de petit gabarit.

L'alimentation des différentes espèces domestiques élevées dans la zone repose essentiellement sur les pâturages naturels dominés par les formations forestières. Les rizières et les champs contribuent à l'alimentation des animaux, en tant que pâturage post-récolte.

En ce qui concerne l'abreuvement du cheptel, la zone possède des puits traditionnels, quelques forages, des mares et des cours d'eau. Cependant, en saison sèche, l'approvisionnement en eau du bétail constitue un sérieux problème dans le bassin de l'Anambé. La divagation du bétail est très fréquente surtout en contre saison générant une multitude de conflits.

Il existe dans la zone un important nombre de bovins, ovins, caprins. Le bétail bovin est principalement du genre taurin. Dans l'esprit des agropasteurs, le marché de la viande n'est pas encore porteur pour investir pleinement dans cette production tant qu'une exploitation de produits de cueillette existe. Toutefois la consommation de viande de moutons est fort appréciée et la production locale ne satisfait pas la demande.

Une demande conséquente en animaux de trait existait, mais le manque de matériel agricole et la lourdeur des sols ont restreint de façon nette l'utilisation de ces animaux. Par ailleurs, il est noté que les animaux locaux sont d'un assez petit gabarit et les risques de vol sont encore élevés. De toute évidence il faudra aussi remettre en place les centres de dressage.

La production en volaille est destinée prioritairement à l'autoconsommation. Elle est tributaire des conditions climatiques et reste sensible à différentes épizooties. La demande en viande blanche est cependant assez forte et 75% de cette demande est fournie par la volaille.

Il est souhaitable que l'aviculture moderne soit revigorée avec l'existence de fabriques d'aliment sur place et les possibilités offertes par une demande intéressante dans certains marchés ouverts.

Les mouvements de transhumance sont de faible amplitude dans l'ensemble de la zone et sont dictés par l'exploitation des mares temporaires pour l'abreuvement du bétail.

Par ailleurs et afin d'éviter les conflits entre agriculteurs et éleveurs, des couloirs de passage des animaux doivent être renforcés et bien matérialisés. De plus, la création de nouveaux points d'eau permettra d'éviter la divagation des animaux dans les zones aménagées.

2. Projet d'aménagement

2.1 Objectifs

Le projet de développement hydro agricole du bassin de l'Anambé – Phase III, axé sur l'aménagement d'une nouvelle extension de 820 ha nets de périmètres à maîtrise totale ainsi que la réalisation d'infrastructures d'accompagnement, permettra un accroissement des revenus des paysans grâce à une augmentation de la production agricole.

Le projet concerne les composantes suivantes:

- aménagement de 820 ha nets de périmètres irrigués (secteurs 5.1 et 5.2.2),
- extension de la station de pompage SP5 pour accommoder les nouveaux aménagements.

Le schéma d'aménagement proposé est le même que celui des secteurs déjà aménagés :

- la taille de l'exploitation type retenue est de 1,3 ha ;
- le système cultural est basé sur le riz et le maïs en saison de pluie et le maraîchage en contre saison ;
- les besoins en eau sont déterminés sur la base d'une superficie emblavée de 100 % en saison de pluie et 60 % en contre saison.

2.2 Options de développement agricole

2.2.1 Exploitation type

La taille de l'exploitation agricole au niveau du périmètre est une fonction directe de :

- la superficie irrigable du futur périmètre,
- le nombre des ayants droit actuel des terres du futur périmètre,
- la taille du ménage moyen de la zone du projet et par conséquent le nombre d'actifs par ménage.

Compte tenu de ces facteurs ainsi que les orientations et les objectifs visés par la mise en valeur du périmètre, la taille de l'exploitation type en irriguée a été fixée à 1,3 ha.

Pour les promoteurs privés intéressés pour investir dans la zone du projet, la taille des parcelles à leur attribuer sera un multiple de 1,3 ha, soit 2,6 ha, 3,9 ha, 5,2 ha....

2.2.2 Schémas de mise en valeur future

Dans le cadre de la phase III, l'option retenue est la diversification des cultures; L'objectif initial du projet était de faire du riz à 80-90%. Les anciens aménagements n'ont pas tenu compte des besoins de diversifications des cultures.

Le schéma de mise en valeur future de la zone du projet sera basé sur les orientations de la stratégie de développement de l'agriculture sénégalaise en général et du développement des cultures vivrières et des cultures de contre saison génératrices de revenus en particulier.

Les orientations retenues dans le cadre de ce projet visent la sécurisation des ressources alimentaires et la création de source de revenus par le développement des cultures maraîchères de contre saison. Ainsi la mise en valeur en situation avec projet repose sur :

- le renforcement et l'intensification des cultures vivrières en saison pluvieuse;
- et le développement des cultures de contre saison : maraîchage ;

En outre, les propositions de mise en valeur du futur périmètre irrigué tient compte de :

- la vocation des sols des futurs périmètres et l'occupation actuelle des sols de la zone;
- l'équilibre entre les ressources et les besoins des cultures en eau ;

- les aptitudes techniques et financières des exploitants ;
- les particularités sociologiques de la population de la zone du projet.

2.2.3 Choix des cultures

L'analyse de la situation agricole actuelle dans le bassin de l'Anambé, a dégagé les principales spéculations végétales exploitées. Au niveau des parcelles aménagées, elles sont par ordre d'importance: le riz et le maïs.

Ces deux spéculations végétales constituent la base du système de culture dans le bassin de l'Anambé et elles garderont sans doute, leur importance après la mise en valeur dans le système de production.

Compte tenu de la situation actuelle et des objectifs et de l'envergure du projet, les spéculations végétales à adopter dans le cadre de la mise en valeur du futur périmètre sont les cultures vivrières (maïs et riz) qui occuperont 100 % de la superficie au cours de la saison pluviale.

Au cours de la saison sèche, l'exploitation des eaux mobilisées se fera à travers le développement des cultures maraîchères de contre saison qui occuperont 60 % de la superficie. Ces cultures sont :

- le maraîchage, traditionnellement pratiqué type tomate ou espèces prometteuses type pastèque,... etc destiné aux marchés de la zone ;
- l'oignon comme culture de rente type.

2.2.4 Calendrier cultural

Les caractéristiques climatiques et édaphiques du périmètre conditionnent le calendrier cultural et suscitent le choix des cultures et des variétés dont les cycles ne doivent pas être contraignants. Le cycle des différentes cultures est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 12: Cycles culturaux

Cultures	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Saison pluviale												
Riz												
Maïs												
Saison sèche												
Maraîchage												

2.2.5 Occupation future du sol

L'occupation du sol des exploitations types au niveau du futur aménagement en situation avec projet est consignée dans le tableau suivant.

Tableau 13: Occupation du sol en situation avec projet

Situation Future	Exploitation type en saison de pluie	Exploitation type du en contre saison
Superficie	1,3 ha	1,3 ha
Saison pluviale		
Riz	75%	
Maïs	25%	
Saison sèche		
Maraîchage		60%

2.2.6 Besoins en eau des cultures

Les besoins nets des cultures sont calculés par la formule :

$$B_{net} = Kc ETP - Pu$$

Avec B_{net} : besoin net en mm

Kc : coefficient cultural caractéristique de l'espèce et de son stade de développement végétatif

ETP : Evapotranspiration potentiel en mm/mois ;

Pu : pluie efficace en mm/mois avec $P_u = 0,8 P$ moy en mm si $P > 20$ sinon $P_u = P$;

Les coefficients culturaux retenus au niveau de l'étude sont tirés à partir du bulletin FAO n° 24 et 33 et des études similaires au niveau de la région de l'étude.

L'évapotranspiration est calculée par la version modifiée par la FAO de la méthode de Blaney Criddle :

$$ETP = A + B * I * (0,46 T + 8,13)$$

I : pourcentage journalier moyen d'heures diurnes annuelles (fonction de la latitude)

T : température moyenne mensuelle en °C ;

A et B : facteurs correctifs obtenus par régression linéaire et qui dépendent de l'humidité relative de l'air, le pourcentage d'ensoleillement et la vitesse du vent.

L'évapotranspiration potentielle annuelle est égale à 2 426 mm.

Les besoins bruts en eau des cultures sont calculés comme suit :

$$B_b = B_n / E_r$$

où B_b : volume réellement emmagasiné dans la zone racinaire (mm),

B_n : besoins nets (mm),

E_r : efficacité totale du réseau égal au produit de l'efficacité de l'irrigation à la parcelle et celle du réseau

Pour l'irrigation gravitaire, les valeurs suivantes sont retenues :

- canaux revêtus : 0,90

- canaux non revêtus : 0,80

L'efficacité à la parcelle est prise égale à 0,80, d'où l'efficacité globale du réseau sera : $E_r = 0,8 \times 0,8 \times 0,9 = 0,57$. On retient donc une efficacité globale de 0,6 (parcelle et réseau) valeur couramment admise pour une irrigation gravitaire dans des conditions similaires.

Ainsi, les besoins bruts moyens d'un hectare assolé sont estimés à 18 600 m³/ha/an, avec un besoin de pointe mensuel de 3 350 m³/ha (mars).

La répartition mensuelle des besoins des cultures est consignée dans le tableau suivant.

Tableau 14: Besoins bruts des cultures par hectare assolé

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
Pluviométrie (mm)	0,1	0,6	0,3	2,1	22,6	117,5	199,2	298,1	245,8	78,2	4,4	0,6	969
Pluie efficace (mm)	0,1	0,6	0	0	18,1	94	159,3	238,5	196,6	62,5	0	0	770
ETP (mm)	187	222	268	283	289	224	173	151	140	155	164	170	2 426
Besoins nets maïs						1524	310						1 834
Besoins nets riz						1530	1670	1660	150	1007			6 017
Besoins nets maraîchage	1869	2547	3350	2547									10 313
Besoins nets ha assolé	1 121	1 528	2 010	1 528		1 529	1 330	1 245	113	755	0	0	11 159
Besoins bruts ha assolé	1 869	2 547	3 350	2 547	0	2 548	2 217	2 075	188	1 259	0	0	18 600

NB : les besoins d'un hectare assolé sont déterminés sur la base de 75 % riz et 25 % maïs (100 % de sole en hivernage) et 60 % maraîchage de contre saison.

2.2.7 Effets escompté sur la mise en valeur

La création des périmètres irrigués induira d'importants effets sur la mise en valeur agricole en incitant les exploitants à une meilleure valorisation des ressources en eaux (amélioration de la gestion et économie d'eau) et des sols. L'amélioration des techniques culturales par l'optimisation des amendements organiques et minérales et des interventions culturales entraîneront un accroissement des rendements et par conséquent une augmentation des marges brutes des cultures.

a) Effets sur les assolements

L'occupation future du sol au niveau de la zone à aménager se présente comme suit :

Tableau 15: Occupation future du sol du périmètre irrigué

		%	Superficie (ha)
Périmètre	Superficie		820
	Nombre d'exploitants		631
	Saison humide		
	maïs	25%	205
	Riz	75%	615
	Saison sèche		
	Maraîchage	60%	492

Au niveau des futurs périmètres irrigués, on retiendra deux soles :

- une sole graminée en pluviale avec irrigation d'appoint;
- une maraîchage en irriguée pendant la saison sèche.

La rotation proposée tient compte de:

- la sensibilité spécifique et variétale des cultures maraîchères à certains problèmes phytosanitaires, surtout les nématodes et les champignons du sol ;
- la satisfaction des besoins espèces et des variétés retenues en éléments nutritifs ;
- la profondeur et le type d'enracinement des espèces.

b) Effets sur les rendements

La création du périmètre irrigué induira une intensification des différentes interventions et l'amélioration des pratiques agricoles aussi bien en saison humide qu'en saison sèche. La nette amélioration des rendements des différentes cultures découle d'une :

- meilleure satisfaction des besoins en eau des cultures ;
- meilleure satisfaction des besoins en intrants des cultures ;
- meilleure maîtrise des opérations et des interventions culturales.

Elle exprime les résultats des différentes améliorations d'apport en intrants et maîtrise des techniques culturales.

Il est à noter que les rendements des cultures proposés n'expriment pas leurs potentialités réelles dans la région d'étude. Les rendements des spéculations atteindront le niveau de croisière à partir de la troisième année qui suit l'exécution des aménagements prévus. Le tableau suivant présente l'évolution des rendements pour les différentes cultures.

Tableau 16 : Evolution des rendements des cultures en situation avec projet

	Spéculation	Rendement Actuel (Kg/ha)	Année 1 (Kg/ha)	Année 2 (Kg/ha)	Année 3 (Kg/ha)
Périmètre	Cultures en pluviale				
	Riz	2 500	3 500	4 500	5 500
	Maïs	1 000	1 500	2 500	3 000
	Cultures en irrigué				
	Maraîchage	-	15 000	25 000	35 000

2.3 Options de base et paramètres hydrauliques

2.3.1 Taille de l'exploitation type

Compte tenu de la nature du sol, des orientations et des objectifs visés par la mise en valeur des périmètres, la taille de l'exploitation type a été fixée à 1,3 ha.

2.3.2 Système d'irrigation

Compte tenu de l'occupation culturale future du sol d'une part et du niveau actuel des bénéficiaires dans le domaine de l'irrigation d'autre part, le système d'irrigation gravitaire avec prise par pompage a été adopté.

2.3.3 Dose d'irrigation

Une dose d'irrigation optimale permettrait d'assurer une gestion rationnelle de la quantité d'eau à apporter à la culture en une irrigation qui correspond à la tranche de la réserve utile du sol facilement utilisable par la culture. Pour la zone du projet, les sols dominants sont hydromorphes à pseudogley d'ensemble ou vertiques, soit une dose de 55 mm.

2.3.4 Durée d'irrigation

Bien que la pratique de l'irrigation gravitaire sur une durée importante (16 h/j à 20 h/j au cours du mois de pointe) pratiquée dans d'autres pays entraîne des économies sur les infrastructures hydrauliques, on adopte pour le présent projet pour le mois de pointe, une journée d'irrigation au maximum de 14h qui permet l'application de la dose d'irrigation et ce pour des considérations sociales. Par ailleurs, cette durée sera ajustée en fonction de la superficie irriguée (cf. 1.1 Note de calculs hydrauliques).

Durant le mois de pointe (mars), on prévoit 2 jours pour la maintenance du réseau d'irrigation.

2.3.5 Main d'eau

C'est le débit maîtrisable par l'irriguant. Il est fonction des caractéristiques pédologiques et du niveau de technicité de l'irriguant. La main d'eau retenue est de 30 l/s

Toutefois, selon la superficie des plots et afin de faciliter les conditions d'entretien d'une part et d'autre part de respecter la période d'arrosage, il sera prévu des mains d'eau de 20 l/s pour certains plots du périmètre.

2.3.6 Nombre d'irrigations

Pour un besoin net mensuel du mois de pointe de 335 mm et une dose pratique de 55 mm, il faudra alors : $335/55 = 6$ irrigations, c'est à dire une fréquence d'une séance tous les 5 jours.

2.3.7 Débit d'équipement

Pour une durée d'irrigation de 406 heures par mois (14h/j x 29 jours /mois) et en faisant intervenir l'efficacité du réseau ; le débit d'équipement à divers niveaux du réseau et pour les deux périodes d'irrigation est comme suit :

Tableau 17 : Débit d'équipement

Mois	contre saison					Hivernage						C.S	TOTAL
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		
Besoins nets (m3/ha)	1121	1528	2010	1528	0	1529	1330	1245	113	755	0	0	11159
Besoins bruts (m3/ha)	1869	2547	3350	2547	0	2548	2217	2075	188	1259	0	0	18598
Débit fc (l/s/ha)	0,75	1,02	1,34	1,02	-	1,02	0,88	0,83	0,07	0,50	-	-	1,3
Débit Equip (l/s/ha)	1,28	1,74	2,29	1,74	-	1,74	1,52	1,42	0,13	0,86	-	-	2,3
besoin secteur 5.2.1 (S=548 ha) m3/s	0,7	1,0	1,2	1,0	0,0	1,0	0,8	0,8	0,1	0,5	-	-	1,2
besoin secteur 5.2.2 (S=430 ha nets) m3/s	0,6	0,8	1,0	0,8	0,0	0,8	0,7	0,6	0,1	0,4	-	-	1,0
besoin secteur 5.1 (S=390 ha nets) m3/s	0,5	0,7	0,9	0,7	0,0	0,7	0,6	0,6	0,1	0,3	-	-	0,9
Débit station SP 5													3,1
Débit Chenal amenée CA5 m3/s													3,1

La station de pompage SP5 sera renforcée pour satisfaire un débit pendant le mois de pointe de 3,1 m³/s.

2.4 Schéma d'aménagement

Le schéma d'aménagement proposé est le même que celui des secteurs déjà aménagés. Techniquement il s'agit d'aménager des bassins rizicoles planés de 1,3 ha de superficie, séparés entre eux par des diguettes en terre compactée, dont le remplissage sera assuré par un réseau de canaux tertiaires en terre et d'ordre supérieur des canaux secondaires et primaires alimentés par la station de pompage SP5 équipée d'électropompes relevant l'eau du chenal d'amenée CA5 qui est en communication directe avec l'Anambé et par conséquent au retenue du barrage du confluent.

En association avec le réseau d'irrigation, un réseau de drainage sera aménagé ayant pour objectif la vidange des parcelles et le cas échéant le transit des eaux pluviales des bassins versants périphériques. L'ensemble est complété par un réseau de pistes d'accès, de services et d'exploitation.

2.4.1 Chenal d'amenée

Le chenal est de section trapézoïdale avec une largeur à la base de 2,5m et une pente de talus de 2/1 sur une longueur de 4,6 km. La capacité hydraulique du chenal d'amenée CA5 sera vérifiée pour un débit de 3,1 m³/s, débit alloué aux secteurs 5.1, 5.2.1 et 5.2.2. Un reprofilage du chenal est prévu dans le cadre de la présente étude.

2.4.2 Station de pompage SP5

Le dimensionnement de la station de pompage SP5 a été effectué sur la base de l'irrigation de la superficie totale en saison de pluie, soit 100 % et 60 % de la superficie en contre saison.

L'extension du périmètre nécessite un besoin en débit de 1000 l/s pour le secteur 5.2.2 et 900 l/s pour le secteur 5.1. En tenant compte du secteur 5.2.1 existant, la station de pompage sera renforcée pour répondre à un débit de 3100 l/s.

2.4.2 Bassin de dissipation et de répartition

Les eaux de la station de pompage sont refoulées directement dans un bassin de dissipation situé à proximité de la station. La capacité actuelle du bassin est d'environ 240 m³. Avec la nouvelle extension ledit bassin jouera un rôle d'une part de dissipation et d'autre part de répartition des débits entre les secteurs (5.2.1, 5.2.2) et 5.1 à travers des prises modulées. Pour ce fait, un rehaussement du bassin de 1,2 m sera prévu pour le bon fonctionnement des modules à masques. De plus, un bassin de décharge sera construit afin d'éviter tout risque de débordement en cas de fermeture de l'un des deux modules.

2.4.3 Réseau d'irrigation

Le réseau d'irrigation sera composé de l'amont vers l'aval de :

- des canaux primaires transitant le débit total alloué au secteur. Ces canaux auront une section trapézoïdale avec revêtement en béton armé sur une épaisseur de 8 cm.
- des canaux secondaires en terre, de section trapézoïdale. Ces canaux seront branchés sur le canal principal à l'amont immédiat d'un ouvrage de régulation associé à un module à masque.
- des canaux tertiaires en terre, de section trapézoïdale permettant le transit du débit d'irrigation à la parcelle.

Le schéma du réseau d'irrigation est donné à la page suivante.

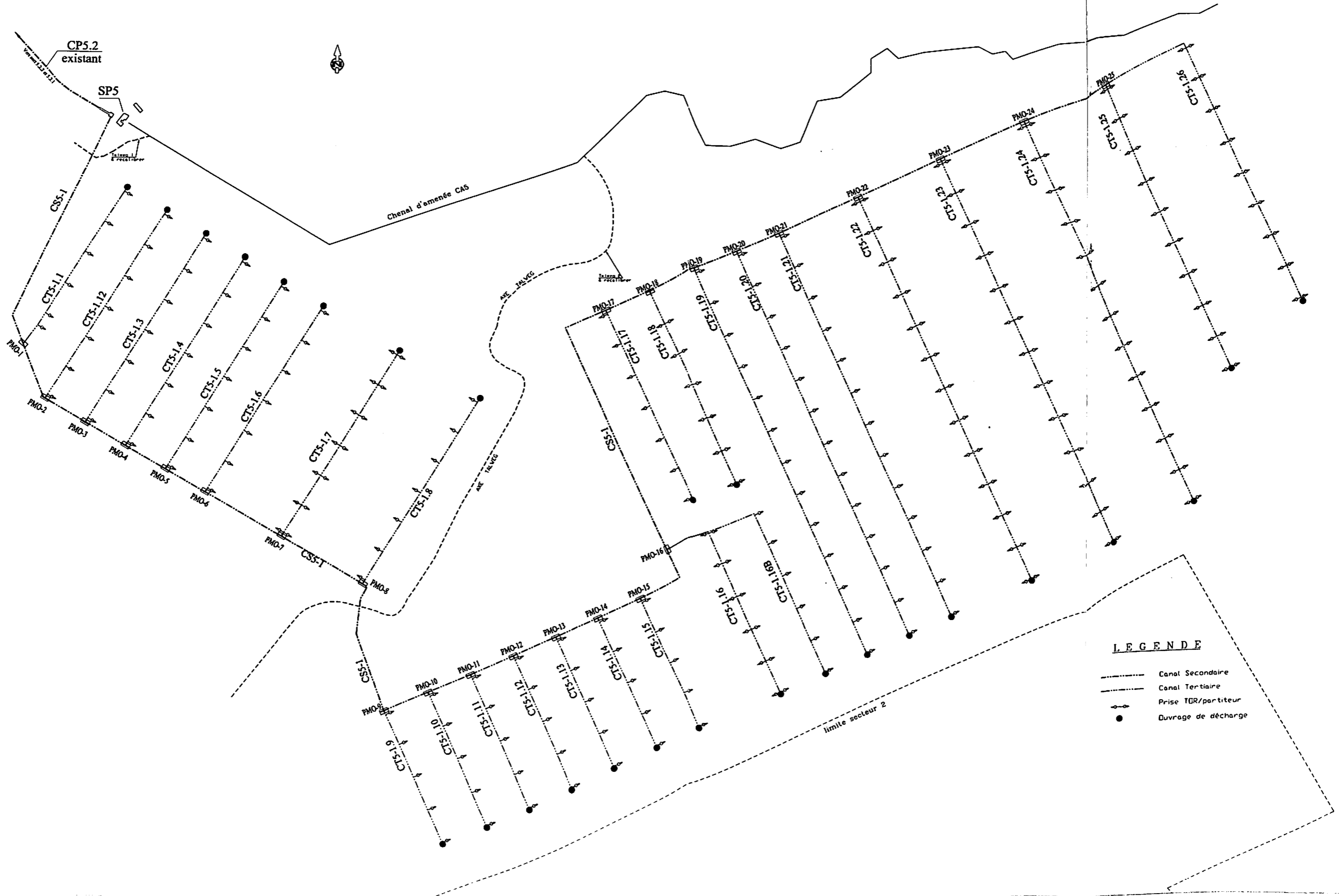
Deux variantes ont été étudiées pour le réseau primaire d'irrigation (cf. rapport préliminaire):

- réseau primaire d'irrigation totalement en terre,
- réseau primaire d'irrigation partiellement revêtu : seulement les canaux primaires seront bétonnés sur une épaisseur de 8 cm.

La comparaison des coûts des deux types de canaux a été basée sur les critères suivants :

- Le coût d'investissement, qui est plus élevés pour les canaux revêtus,
- Les frais d'entretien qui sont plus importants pour les canaux en terre,
- Les pertes d'eau, plus élevées pour les canaux en terre.

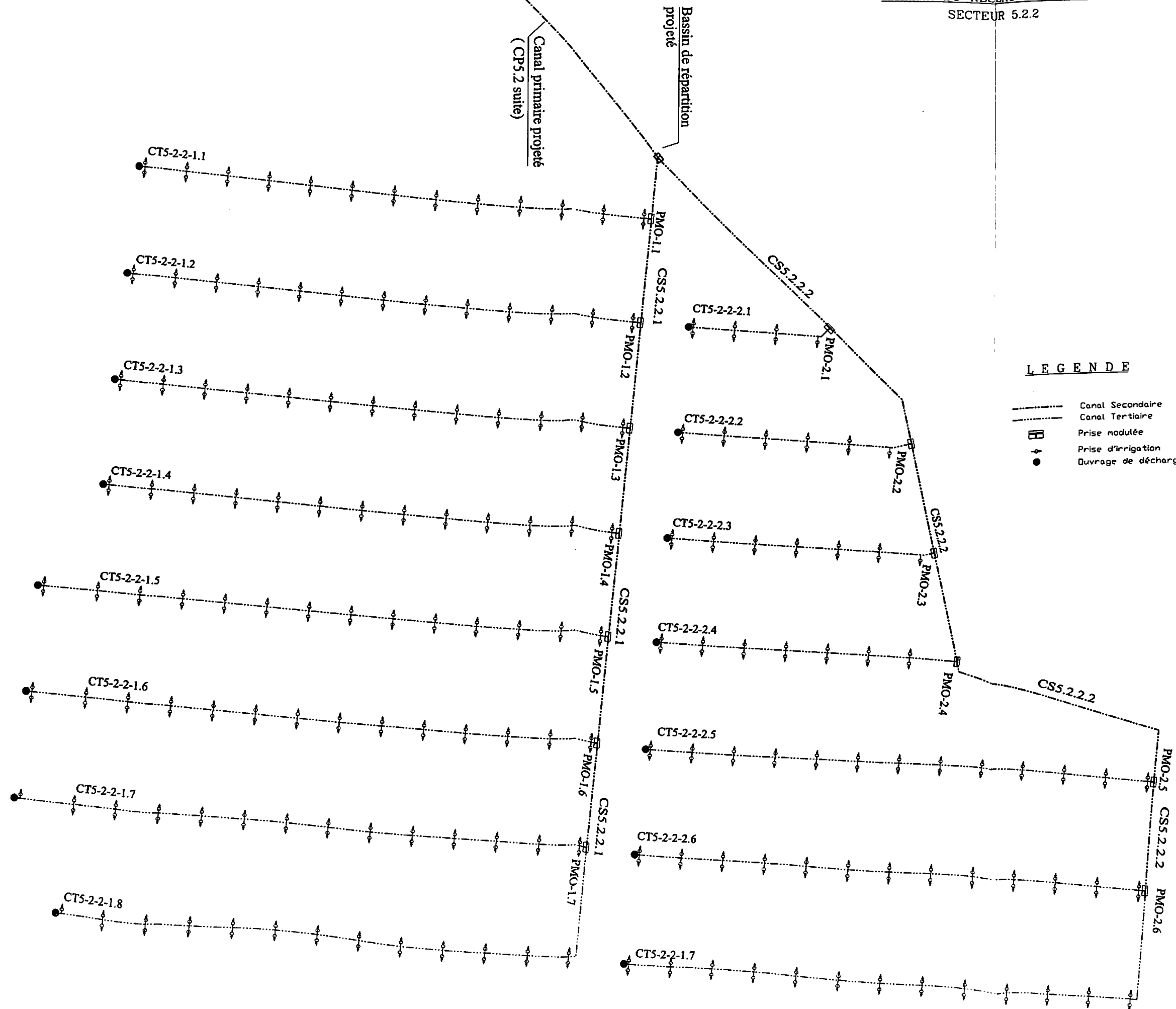
**SCHEMA DU RESEAU D'IRRIGATION
SECTEUR 5.1**



LEGENDE

- Canal Secondaire
- Canal Tertiaire
- △ Prise TGR/partiteur
- Ouvrage de décharge

SCHEMA DU RESEAU D'IRRIGATION
SECTEUR 5.2.2



LEGENDE

- Canal Secondaire
- Canal Tertiaire
- ▣ Prise modulée
- ↑ Prise d'irrigation
- Duvrage de décharge



Le revêtement des canaux primaires par du béton armé sur une épaisseur de 8 cm, bien qu'il soit plus coûteux en investissement (16% sur le coût global du projet) permettra une meilleure efficacité du réseau et par conséquent moins de pertes d'eau. De plus, les frais annuels d'entretien sont moins importants pour les canaux bétonnés (0,5 % du coût d'investissement) alors que pour les canaux en terre, les frais d'entretien représentent en moyenne 3,5 % du coût d'investissement.

En effet, à l'horizon du projet le coût d'entretien des canaux en terre dépasse le coût d'investissement. De ce fait, le revêtement des canaux primaires sera préconisé pour la présente étude.

2.4.4 Réseau de drainage

Le réseau de drainage permettant de véhiculer les eaux de drainage excédentaires et les eaux de ruissellement des bassins versant limitrophes en dehors du périmètre sans occasionner des dégâts sur les aménagements. Il est composé généralement de :

- Un fossé primaire,
- Des fossés secondaires et tertiaires,
- Des colatures de ceinture.

Dans l'objectif d'améliorer le système de drainage naturelle et la protection des périmètres contre les eaux extérieures. Le projet prévoit le recalibrage des cours d'eau ayant une influence direct sur les aménagements hydroagricole. Ainsi, des ouvrages de rejet en gabion et enrochement seront prévus aux débouchés des talwegs déversant dans le chenal d'aménagé CA 5.

2.4.5 Réseau de circulation

Le réseau de piste ou de circulation est composé de :

- Une piste principale qui longe le canal primaire,
- Des pistes secondaires qui longent les canaux secondaires.
- Des pistes tertiaires qui longent les canaux et les fossés tertiaires.
- Des ouvrages de franchissement des canaux et des fossés.

2.5 Caractéristiques du réseau d'irrigation

2.5.1 Secteur d'irrigation 5.2.2

Le fonctionnement du réseau d'irrigation est comme suit :

- Le canal principal CP 5.2 projeté transite un débit total alloué au périmètre de 1000 l/s. Ce canal est équipé d'un ouvrage de régulation du plan d'eau et un ouvrage de décharge d'extrémité afin d'éviter tout débordement suite aux fausses manœuvres ou à la fermeture des vannes au départ des canaux secondaires. Il est de section trapézoïdale variable, longeant le périmètre sur une longueur de 3390 m. Il dessert deux canaux secondaires CS5.2.2.1 et CS5.2.2.2 par des ouvrages de prises modulées installées sur un bassin de répartition.
- Système hydraulique principal : le système hydraulique principal est constitué de deux canaux secondaires en terre : CS5.2.2.1 (1910 m) et CS5.2.2.2 (2570m). La section des canaux est variable en fonction du débit véhiculé (section télescopique). La gestion et la commande sont assurées par la régulation du plan d'eau au niveau d'un ouvrage comportant un seuil de régulation. Afin de limiter tout débordement lors de fausses manœuvres, un ouvrage de sécurité est prévu à chaque fin de canal secondaire
- Système de fonctionnement hydraulique des tertiaires : le canal tertiaire reçoit une à deux mains d'eau du secondaire et la transite à l'intérieur des parcelles par un prise tout ou rien ou un prise partiteur. Chaque unité d'arrosage de 1,3 ha peut donc disposer à tour de rôle de la main d'eau pendant un temps bien déterminé. Un accent sera mis sur la gestion de l'eau au niveau des quartiers hydrauliques.

Le réseau d'irrigation comprend:

- un canal primaire
- des canaux secondaires
- des canaux tertiaires et des ouvrages de prise et de régulation.

- Le canal primaire

C'est l'extension du canal primaire existant CP5.2 qui véhicule actuellement un débit en tête de 1000 l/s. La capacité de ce dernier a été vérifiée pour transiter le débit alloué aux secteurs 5.2.1 existant et 5.2.2 projeté, soit un débit total de 2200 l/s.

Le canal d'extension sera de section trapézoïdale revêtue en béton armé de 8 cm pour le radier et les parois. La pente longitudinale de ce canal varie de 0,4‰ à 0,3‰. Le canal s'étend sur une longueur de 3390 m avec une pente de talus de 3/2. Le canal sera exécuté par plots de 3 m de long. L'étanchéité et la dilatation de ce canal sont assurées par des joints de construction tous les 3 m et des joints de dilataion tous les 9 m.

Dans le cadre du projet on prévoit aussi le revêtement en béton du tronçon existant sur une longueur de 851 m.

Le dimensionnement des canaux est calculé sur la base de la formule de Manning Strickler en supposant que le régime est uniforme par tronçon.

$$Q = K S R_H^{2/3} i^{1/2}$$

où : K : coefficient de Manning Strickler. Pour le béton K = 60.

S : section mouillée

R_H : rayon hydraulique

i : pente du canal.

Les caractéristiques dimensionnelles des deux canaux sont les suivantes :

Tableau 18: Caractéristiques des canaux principaux des secteurs 5.2.1 et 5.2.2

Caractéristiques	CP5.2 existant (état actuel)		CP5.2 existant (avec extension)	
	Tronçon 1	Tronçon 2	Tronçon 1	CP5.2 Suite
PK	0 - 851 m	851 - 1133	0 - 851m	0 - 3390 m
Longueur (m)	851	282	851	3390
nature	en terre	en terre	Bétonné	Bétonné
Débit (l/s)	1000	300	2200	1000
Largeur à la base (m)	1	1	1	0,5
Hauteur d'eau normale (m)	1	0,6	1,1	0,9
Hauteur totale (m)	1,5	1,5	1,5	1,15
Vitesse (m/s)	0,4	0,3	0,82	0,6
Pente radier (‰)	0,4	0,4	0,4	0,3
pente des talus intérieurs	1,5	1,5	1,5	1,5

- Les canaux secondaires

Les canaux secondaires seront branchés sur le canal principal à l'amont immédiat d'un bassin de répartition équipé de deux modules à masques XX2-420 et L2-650. Ils sont au nombre de deux CS5.2.2.1 (1910 m) et CS5.2.2.2 (2570m). Ces deux canaux seront équipés de modules à masques associés à des déversoirs de régulation en tête de chaque tertiaire. Les deux canaux secondaires seront en terre. Les caractéristiques dimensionnelles par section sont comme suit :

Tableau 19 : Caractéristiques du canal secondaire CS5.2.2.1

Caractéristiques	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	total
Longueur (m)	132,5	270,6	278,6	268,3	273	267	278	140,4	1908 m
Débit (l/s)	625	565	505	445	385	325	265	205	
Largeur à la base (m)	0,5								
Hauteur d'eau normale (m)	0,99	0,94	0,89	0,83	0,76	0,69	0,6	0,5	
Hauteur totale (m)	1,2		1,1		1		0,8		
Vitesse (m/s)	0,32	0,31	0,3	0,29	0,28	0,26	0,24	0,22	
Pente radier (‰)	0,3								
Pente des talus intérieurs	1,5								

Tableau 20 : Caractéristiques du canal secondaire CS5.2.2.2

Caractéristiques	S1	S2	S3	S4	S5	S6	total
Longueur (m)	693	352	288	288	674	272	2567 m
Débit (l/s)	375	355	325	295	255	195	
Largeur à la base (m)	0,5						
Hauteur d'eau normale (m)	0,79	0,77	0,74	0,7	0,65	0,56	
Hauteur totale H (m)	1			0,9			
Vitesse (m/s)	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	
Pente radier (‰)	0,3						
Pente des talus intérieurs	1,5						

Le dimensionnement des canaux est calculé sur la base de la formule de Manning Strickler avec un coefficient $K = 30$ pour des canaux en terre.

- Les canaux tertiaires

Les canaux tertiaires seront en terre, de section trapézoïdale, il a été retenu des pentes de talus intérieurs et extérieurs de 3/2. Les caractéristiques du canal (pente longitudinale, section) seront déterminées de telle sorte que l'ouvrage puisse transiter la (ou les) mains d'eau nécessaire(s) dans des conditions de vitesse admissibles. Les canaux seront réalisés en remblai, le canal lui, même étant ensuite excavé dans le remblai compacté. Les canaux tertiaires seront raccordés sur les secondaires à l'amont d'un ouvrage de régulation de niveau. Ils seront équipés de modules à masque.

La longueur totale des canaux tertiaires est de 17 200 ml. La largeur à la base est de 0,5 m avec une hauteur variable. Le nombre de canaux tertiaires est de 8 sur le CS5.2.2.1 et 7 sur le canal CS5.2.2.2. Les caractéristiques dimensionnelles par section sont comme suit

Tableau 21 : Caractéristiques du canaux tertiaires sur CS5.2.2.1

Caractéristiques	T1.1	T1.2	T 1.3	T1.4	T 1.5	T 1.6	T 1.7	T1.8
Longueur (m)	1290	1290	1290	1290	1400	1400	1400	1295
Débit (l/s)	60	60	60	60	60	60	60	60
Largeur à la base (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hauteur d'eau normale h_n (m)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Hauteur totale H (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vitesse (m/s)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Pente radier (‰)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Pente des talus intérieurs	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Tableau 22 : Caractéristiques du canaux tertiaires sur CS5.2.2.2

Caractéristiques	T2.1	T2.2	T 2.3	T2.4	T2. 5	T2.6	T 2.7
Longueur (m)	400	580	660	750	1295	1295	1565
Débit (l/s)	20	30	30	40	60	60	60
Largeur à la base (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hauteur d'eau normale h_n (m)	0,18	0,24	0,24	0,26	0,34	0,34	0,34
Hauteur totale H (m)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Vitesse (m/s)	0,16	0,17	0,17	0,18	0,21	0,21	0,21
Pente radier (%)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Pente des talus intérieurs	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

- Les ouvrages

Des ouvrages de régulation, de sécurité et de franchissement seront prévus sur le réseau d'irrigation et se présentent comme suit :

- Ouvrage de sécurité : le réseau est conçu de manière à réduire les éventuelles pertes d'eau supplémentaires due à la fermeture accidentelle des vannes ou à des fausses manœuvres. Ils déversent dans les fossés de drainage secondaires ou tertiaires.
- Ouvrage de franchissement de talweg. C'est un siphon inverse avec passage en conduite en béton.
- Prise modulés avec module à masque pour alimenter les secondaires et les tertiaires.
- Prise d'eau (Tout Ou Rien – TOR) : pour alimenter les parcelle, des prises en « tout ou rien » avec vannes cadenassées seront exécutées le long des canaux tertiaires conformément à l'aménagement du réseau d'irrigation.
- Prise simple associé à un seuil déversoir en béton : pour alimenter les parcelle, en cas où le tertiaire transite deux mains d'eau.

2.5.2 Secteur d'irrigation 5.1

Le fonctionnement du réseau d'irrigation est comme suit :

- Un canal secondaire CS5.1 jouant le rôle d'un canal d'amenée, part à partir du bassin de partition existant et transite un débit total de 900 l/s. Le canal est équipé d'un ouvrage de régulation du plan d'eau et un ouvrage de sécurité latéral afin d'éviter tout débordement suite aux fausses manœuvres ou à la fermeture des vannes au départ des canaux secondaires. Il est de type trapézoïdale de section variable, longeant le périmètre sur une longueur de 5650 m. Il dessert les tertiaires par des ouvrages de prises modulés (modules à masque) associés à des ouvrages de régulation.
- Système de fonctionnement hydraulique des tertiaires : le canal tertiaire reçoit une à deux mains d'eau du secondaire et la transite à l'intérieur des parcelles par un prise tout ou rien ou un prise simple associé à un déversoir de régulation. Chaque unité d'arrosage de 1,3 ha peut donc disposer à tour de rôle de la main d'eau pendant un temps bien déterminé. Un accent sera mis sur la gestion de l'eau au niveau des quartiers hydrauliques.

Le réseau d'irrigation comprend:

- un canal secondaire (ou primaire) CS5.1
- des canaux tertiaires et des ouvrages de prise et de régulation.

- Le canal d'amenée CS5.1

Il sera de section trapézoïdale revêtue en béton armé de 8 cm pour le radier et les parois. La pente longitudinale de ce canal est de 0,3%. Le débit véhiculé en tête est de 910l/s. Le canal s'étend sur une longueur de 5650 m avec une section variable en fonction du débit délivré. La pente des talus est de 3/2.

Le canal sera exécuté par plots de 3 m de long. L'étanchéité et la dilatation de ce canal sont assurées par des joints de construction tous les 3 m et des joints de dilatation tous les 9 m. Les caractéristiques dimensionnelles du canal secondaires CS5.1 par section sont les suivants :

Tableau 23 : Caractéristiques du canal secondaire CS5.1

Caractéristiques	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Longueur (m)	775	318	272	272	272	912	272	272	272	272	272	272	272	272	272	381
nature	béton								béton							
Débit (l/s)	900	880	860	840	820	800	780	750	730	710	690	670	650	630	610	590
Lb (m)	0,5								0,5							
Hn (m)	0,86	0,85	0,84	0,82	0,81	0,79	0,78	0,76	0,75	0,71	0,7	0,63	0,59	0,5	0,48	0,41
Ht (m)	1,1					1			1		0,9		0,8		0,7	
V (m/s)	0,59	0,59	0,58	0,58	0,57	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53	0,5	0,5	0,48	0,5	0,42	0,39
Pente radier (%-)	0,3								0,3							
Fruit talus : m	1,5								1,5							

Tableau 24 : Caractéristiques du canal secondaire CS5.1 (Suite)

Caractéristiques	S17	S18	S19	S20	S 21	S 22	S 23	S 24	S 25	
Longueur (m)	272	272	272	272	272	272	272	381	381	
nature	béton	béton	béton	béton	béton	béton	béton	béton	béton	
Débit (l/s)	540	520	490	460	430	400	340	280	220	
Lb (m)	0,5									
Hn (m)	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62	0,59		0,54	0,48	0,42
Ht (m)	0,9					0,8		0,7		
V (m/s)	0,52	0,52	0,51	0,5	0,49	0,48		0,46	0,43	0,4
Pente radier (%-)	0,3									
Fruit talus : m	1,5									

- Les canaux tertiaires

Ces canaux auront la même conception des tertiaires du secteur 5.2.2. La longueur totale des canaux tertiaires est de 20 360 ml pour un nombre de 27 tertiaires. La largeur à la base varie de 0,3 à 0,4 m avec une hauteur variable.

Tableau 25 : Caractéristiques des canaux tertiaires sur CS5.1

Caractéristiques	CT 5.1.1	CT 5.1.2	CT 5.1.3	CT 5.1.4	CT 5.1.5	CT 5.1.6	CT 5.1.7	CT 5.1.8	CT 5.1.9
Longueur (m)	524	640	640	640	640	640	640	640	432
Débit (l/s)	20	20	20	20	20	20	30	20	20
Largeur à la base (m)	0,3								
Hauteur d'eau normale (m)	0,17						0,23	0,17	0,2
Hauteur totale (m)	0,3						0,35		0,3
Vitesse (m/s)	0,21						0,25	0,21	0,17
Pente radier (%-)	1								
Fruit talus : m	1,5								

Caractéristiques	CT 5.1.10	CT 5.1.11	CT 5.1.12	CT 5.1.13	CT 5.1.14	CT 5.1.15	CT 5.1.16	CT 5.1.16 b	CT 5.1.17
Longueur (m)	432	432	432	432	432	432	662	674	642
Débit (l/s)	20	20	20	20	20	20	30	20	20
Largeur à la base (m)	0,3								
Hauteur d'eau normale (m)	0,17						0,21	0,17	
Hauteur totale (m)	0,3								
Vitesse (m/s)	0,21						0,23	0,21	
Pente radier (%-)	1								
Fruit talus : m	1,5								

Caractéristiques	CT 5.1.18	CT 5.1.19	CT 5.1.20	CT 5.1.21	CT 5.1.22	CT 5.1.23	CT 5.1.24	CT 5.1.25	CT 5.1.26
Longueur (m)	642	1272	1272	1272	1272	1272	1272	957	1122
Débit (l/s)	30	30	30	30	60	60	60	60	40
Largeur à la base (m)	0,3				0,4				
Hauteur d'eau normale (m)	0,3		0,23		0,34		0,32		0,26
Hauteur totale (m)	0,4		0,35		0,45		0,45		0,35
Vitesse (m/s)	0,16		0,25		0,23		0,22		0,2
Pente radier (%)	0,3		1		0,5				
Fruit talus : m	1,5								

- Les ouvrages

Comme le secteur 5.2.2. Des ouvrages de régulation, de sécurité et de franchissement sont prévus sur le réseau d'irrigation. Les caractéristiques de ces ouvrages sont données ci après.

2.6 Principes de dimensionnement et de calage

La méthode de calage du réseau d'irrigation se présente comme suit :

- Cote imposée au niveau du tertiaire

Pour caler les prises tertiaires, les cotes des parcelles les plus contraignantes desservies par chaque tertiaire ont été déterminées. Ces cotes représentent les cotes imposées de calage. Le niveau minimum du plan d'eau est obtenu au droit de la prise en majorant la cote imposée de 0,20 cm (les cuvettes sont remplies à la côte TN + 0,15, auquel on ajoute une marge de sécurité de 0,05 m ce qui donne une côte de la ligne d'eau calée à TN + 0,20).

- Cote imposée au niveau du secondaire

Les ouvrages de prise permettant de délivrer une main d'eau au tertiaire sont des modules à masque La perte de charge au niveau de la prise est de 0,06 m. Ainsi, la cote imposée au niveau du secondaire est le niveau du plan d'eau dans le tertiaire auquel on ajoute 0,06 m.

- Ligne d'eau dans le canal secondaire

Dans une première étape on prélèvera au moyen des données topographiques la cote la plus haute au niveau de chaque parcelle (cote la plus contraignante) et la cote du terrain naturel au niveau de la prise de d'irrigation. Dans une deuxième étape on fait varier la pente de canal jusqu'à arriver à l'aval du canal à une cote au minimum égale à la cote la plus contraignante augmentée de 25 cm.

Afin de dominer toutes les parcelles irriguées, les hauteurs d'eau ont été calculées bief par bief, en fonction du débit et la ligne d'eau calée de manière qu'elle soit toujours située au-dessus des cotes imposées.

- Canal primaire

Le plan d'eau dans ce canal est calé dans l'hypothèse que toutes les prises des canaux secondaires sont ouvertes. Ainsi, les hauteurs d'eau sont calculées (tronçon par tronçon). Le dimensionnement du canal primaire a été fait en fonction de la superficie nette à irriguer de 432 ha pour le secteur 5.2.2 et 391 ha pour le secteur 5.1, soit un débit respectivement de 1000 l/s et 910 l/s.

2.7 Ouvrages

Les ouvrages faisant l'objet des plans types dans le dossier plans, comprennent :

- Les ouvrages de répartition (déversoir de régulation et déversoir de prise)
- Les prises TOR alimentant les parcelles,
- Les décharges de sécurité sur les canaux secondaires,

- Les décharges d'extrémité sur les tertiaires
- Les ouvrages de franchissement des canaux d'irrigation,

- Ouvrage de régulation

Les dimensions de cet ouvrage, seuil déversoir, prévu au départ des secondaires sont données par la formule suivante :

$$Q = m \times L \times (\text{Rac}(2xg)) \times h^{3/2} \text{ avec ;}$$

m : coefficient de débit égal à 0,32, h : charge d'eau sur le déversoir

g : accélération de la pesanteur, L : largeur déversante

Les déversoirs seront construits en béton. Les crêtes sont arrondies des deux coté sur 5 cm et avec enduit lisse appliqué sur sa surface. Pour la répartition du débit, une lamelle métallique sera implantée perpendiculairement sur le déversoir.

- Décharge d'extrémité

Ces ouvrages sont prévus sur le canal primaire et sur les canaux secondaires et tertiaires. Ils sont constitués par des déversoirs latéraux. Les dimensions de cet ouvrage, seuil déversoir sont données par la formule suivante :

$$Q = m \times L \times (\text{Rac}(2xg)) \times h^{3/2} \text{ avec ;}$$

m : coefficient de débit égal à 0,32

h : charge d'eau sur le déversoir

g : accélération de la pesanteur

L : largeur déversante

Les déversoirs seront construits en béton. Les crêtes sont arrondies des deux coté sur 5 cm et avec enduit lisse appliqué sur sa surface.

Le nombre des ouvrages prévus par le projet sont comme suit :

Tableau 26 : Nombre des ouvrages (secteur 5.2.2)

Canal	Ouvrages de sécurité		Régulation			Prises			Chute
	Décharge latérale	Décharge d'extrémité	Déversoir Giraudet	Déversoir oblique	Déversoir transversal	Modulé	Partiteur	TOR	
CP5.2	1 (Bassin)	1	-	-	-	3	-	-	-
CS5.2.2.1	-	1	6	-	1	7	-	-	2
CS5.2.2.2	-	1	3	1	-	6	-	-	-
Tertiaires	-	15	-	-	-	-	146	25	18

Canal	Franchissement				
	Siphon	buses 300	buses 200	buses 600	buses 800
CP5.2	1	-	-	-	-
CS5.2.2.1	-	-	-	-	1
CS5.2.2.2	-	-	-	1	-
Tertiaires	-	15	155	-	-

Tableau 27 : Nombre des ouvrages (secteur 5.1)

Canal	Ouvrages de sécurité		Régulation			Prises			Chute
	Décharge latérale	Décharge d'extrémité	Déversoir Giraudet	Déversoir oblique	Décharge latérale	Modulé	Partiteur	TOR	
CS5.1	4	1	23	1	1	25	-	-	-
Tertiaires	-	26	-	-	-	-	58	155	8

Canal	Franchissement				
	Siphon	buses 300	buses 200	buses 600	buses 800
CS5.1	3	-	-	-	-
Tertiaires	-	25	66	-	-

2.8 Réseau d'assainissement et de protection

2.8.1 Conception générale du réseau

Le réseau d'assainissement et de drainage à créer aura pour rôle :

- de protéger la zone aménagée et les ouvrages contre le ruissellement du bassin versant amont par la création des fossés de garde parallèles aux canaux principaux en courbe de niveau ;
- de permettre au ruissellement extérieur de traverser la zone aménagée sans occasionner de dégâts : recalibrage des talwegs vers le lit de l'Anambé et ouvrages de franchissement des canaux et pistes ;
- d'évacuer les eaux excédentaires de la zone irriguée (excédant de pluie mais aussi excès d'irrigation accidentels, vidange des parcelles). Création de réseau de drainage secondaire, tertiaires et collecteurs.

Le système d'évacuation retenu est constitué par des fossés à ciel ouvert en terre. Bien que ce système occupe plus d'emprise que les conduites enterrées, il a l'avantage d'être efficace, moins coûteux et plus facile à entretenir. Le réseau d'assainissement interne du périmètre comprend :

- des fossés tertiaires recevant les eaux des exutoires des pistes et des parcelles.
- des fossés secondaires qui collectent les eaux des tertiaires,
- des fossés primaires (talwegs) et des fossés de garde qui reçoivent les eaux du réseau d'assainissement amont et les eaux sauvages et les canalisent à l'extérieur du périmètre.

Le schéma du réseau d'assainissement et de drainage est donné à la page suivante.

2.8.2 Hypothèses du dimensionnement

2.8.2.1 Temps de submersion

Le temps de submersion admissible pour une surface cultivée dépend du type de cultures et du stade de développement de la plante. Les durées de submersion admissibles sans perte notable des rendements culturaux (moins de 10% de perte) sont données d'après SACAMIN (de l'Institut Agronomique Méditerranéenne de Bari) comme suit :

- Pâturage et fourrages: 3 à 5 jours
- céréales : 2 à 11 jours

Pour G.A. HEJNDRIX (III^{ème} Congrès International des Irrigations et de drainage), les temps d'évacuation admissibles sont :

- céréales : 5 jours
- Cultures industrielles : 7 jours
- cultures maraîchères : 5 jours
- prairies : 14 jours
- arbres fruitiers : 10 jours

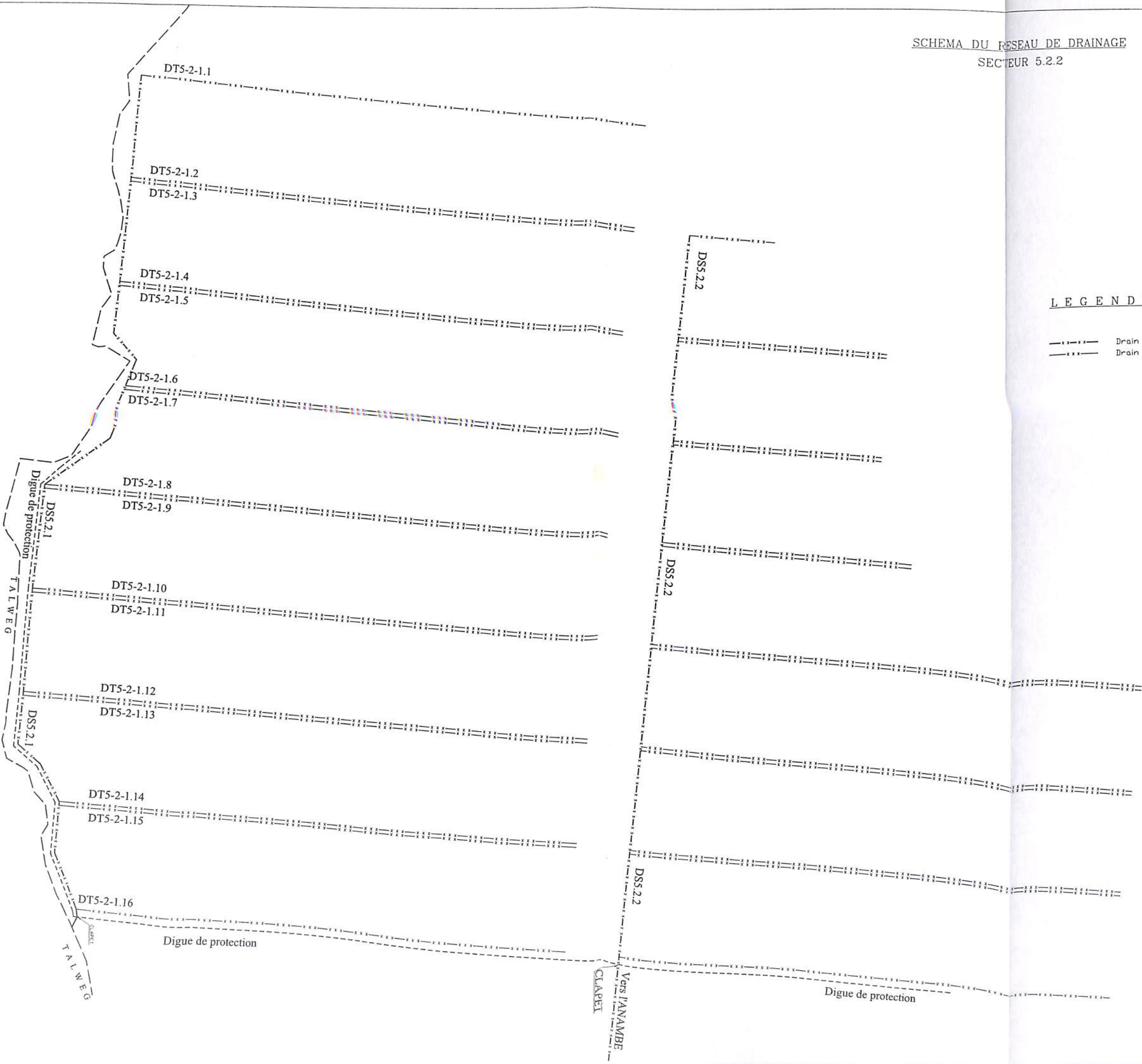
SCHEMA DU RESEAU DE DRAINAGE
SECTEUR 5.1



LEGENDE

— · — · —	Drain Secondaire
— · — · — · — · —	Drain tertiaire

SCHEMA DU RESEAU DE DRAINAGE
 SECTEUR 5.2.2



LEGENDE

- — — — — Drain Secondaire
- · — · — · — Drain tertiaire



Pour une durée de vie du projet de 30 ans, il est raisonnable de dimensionner le réseau de drainage pour la crue décennale, c'est à dire la pluviométrie qui statistiquement ne se présente qu'une fois tous les dix ans. Un dimensionnement pour une période de retour plus importante occasionnera des investissements onéreux. Ainsi la durée de submersion n'aura lieu qu'une seule fois tous les dix ans.

2.8.2.2 Débit caractéristique

Le réseau de drainage est calculé pour permettre l'évacuation de la pluie critique dont la durée est égale à la durée de submersion et dont la période moyenne de retour est égale à T. Le débit caractéristique q_c du réseau est le débit par unité de surface à évacuer de la parcelle. Ce débit est fonction de l'intensité de la pluie critique.

Pour les valeurs arrêtées, c'est à dire une durée de submersion de trois jours pour une période de retour décennale, l'émissaire devra assurer l'évacuation du débit caractéristique qui s'énonce, d'après la formule rationnelle, comme suit :

$$Q_c = c.i / 0,360$$

Avec c : coefficient de ruissellement (proportion de la pluie arrivant au drain)

i : intensité de la pluie décennale

Si on considère que l'averse a eu lieu sur un terrain saturé où les pertes par évaporation valent 25 % de la pluie tombée, et i égale à 165 mm (valeur déterminée par ajustement statistique d'une série des pluies journalières de Vélingara, le débit caractéristique est de :

$$(0,75 \times 1650) / (3,6 \times 24 \times 3) = 4,7 \text{ l/s/ha}$$

Un drain tertiaire qui dessert une parcelle de 1,3 ha aura donc à évacuer instantanément un débit de 6,0 l/s pendant une durée de submersion de 3 jours.

2.8.2.3 Dimensionnement du réseau d'assainissement

La formule utilisée pour le dimensionnement des canaux est de Manning Strickler avec un coefficient de rugosité $K = 30$. La vitesse d'écoulement maximale est limitée pour les fossés en terre à 0,5 m/s. Les caractéristiques et les dimensions des drains au niveau des deux secteurs d'irrigation sont les suivants :

□ Secteur d'irrigation 5.2.2

- Les fossés tertiaires, au nombre de 30, ont une section trapézoïdale avec un fruit de talus de 2/1, section assurant une bonne stabilité. La largeur au plafond varie de 0,4 m à 1 m et de profondeur variable. La longueur totale du réseau de drainage tertiaire est d'environ 35 600 ml.
- Un fossé secondaire DS 5.2.2 recueille les eaux de drainage des tertiaires du sous secteur nord. La section de ce fossé est trapézoïdale avec un fruit de talus de 2/1 et une largeur à la base de 0,5 à 1 m et une hauteur variable. La longueur totale est de 2 160 m jusqu'au lit de l'Anambé.
- Un fossé secondaire DS5.2.1 recueille une partie des eaux de drainage des tertiaires du sous secteur sud alors que l'autre partie est déversée directement dans le talweg. La section du fossé DS5.2.1 est trapézoïdale avec un fruit de talus de 2/1 et une largeur à la base de 0,5 m et une longueur de 1 100 m.

□ Secteur d'irrigation 5.1

- Les fossés tertiaires, au nombre de 33, ont une section trapézoïdale avec un fruit de talus de 2/1, section assurant une bonne stabilité. La largeur au plafond varie de 0,4 m à 1 m et de profondeur variable. La longueur totale du réseau de drainage tertiaire est d'environ 28 000 ml.

- Des fossés secondaires recueillent les eaux de drainage des tertiaires. La section de ces fossés est trapézoïdale avec un fruit de talus de 2/1. Les dimensions sont comme suit :
 - o DS5.1.1 : il draine 24 tertiaires de la partie est du secteur. La longueur totale est d'environ 3 200 m avec une largeur à la base variant de 0,4 à 1,5 m et une hauteur variable. Ce fossé déverse directement dans le lac.
 - o DS5.1.2 : il draine 9 tertiaires de la partie ouest du secteur. La longueur totale est d'environ 1 180 m avec une largeur à la base variant de 0,4 à 0,5 m et une hauteur variable. Ce fossé déverse directement dans le talweg séparant les deux sous secteurs est et ouest.

2.8.2.4 Apports extérieurs

Le ruissellement provenant des zones hautes hors périmètre doit être canalisé à travers le réseau de drainage du périmètre afin de ne pas causer l'inondation du périmètre. De ce fait, les drains naturels (talwegs) à l'intérieur des futurs périmètres seront creusés à une profondeur et à une section permettant l'écoulement des eaux de drainage sans débordement.

Deux micros bassins versants ont des apports de crues qui menacent les futurs périmètres:

- BV1 - 5.1 : dans les apports de crues traversent le secteur 5.1 et le subdivise en deux sous secteurs.
- BV2 - 5.1 : dans les apports de crues traversent la piste longeant le canal CS5.1 à 150 m environ de la SP5.

L'estimation des débits de crues de ces micros bassins versants est déterminée à l'aide des formules suivantes :

1. Méthode ORSTOM (1992)

Le débit de pointe correspondant au ruissellement superficiel de la crue décennale est défini par la relation :

$$Q_{\max_{10}} = m \times A \times \alpha \times P_{10} \times Kr_{10} \times S / T_b,$$

avec :

$Q_{\max_{10}}$: débit en m^3/s

m : coefficient d'écoulement prenant en compte le débit d'écoulement retardé estimé entre 1,03 et 1,06 en fonction de la perméabilité des bassins dans la zone ; ce coefficient prend en compte l'état d'humectation du sol.

A : coefficient d'abattement,

α : coefficient de pointe ,

P_{10} : précipitation décennale ponctuelle (24 h) en mm

Kr_{10} : coefficient de ruissellement décennal,

S : superficie du bassin versant en km^2

T_b : temps de base en secondes

2. Méthode CIEH-Améliorée (1994)

Le débit de pointe de la crue décennale est estimé par la méthode statistique (corrélation linéaire entre les différents paramètres) du CIEH, sur la base d'une meilleure estimation pour le Niger (coefficient de corrélation = 0,87) intégrant les paramètres S , Kr_{10} et I_g à savoir :

$$Q_{10} = a \times S^{0,643} \times I_g^{0,399} \times Kr_{10}^{1,019}$$

Q_{10} : débit de crue de fréquence décennale en m^3/s

où S = est la superficie du BV en km^2 ,

I_g = l'indice global de pente

Kr_{10} = le coefficient de ruissellement décennal.

a = constante égale à 0,0912

L'application des différents paramètres pour les bassins de la zone du projet donne les débits de crues de fréquence décennale indiqués par le tableau ci-après

Tableau 28: Débits de crues de fréquence décennale

Bassin versant ²	Superficie km ²	Méthode ORSTOM	Méthode CIEH (1994)	Q ₂ retenu m ³ /s	Q ₁₀ retenu m ³ /s
BV1 - 5.1	8	10	13	5	13
BV2 - 5.1	5	7	11	6	11

La méthode ORSTOM (1992) et CIEH-Améliorée (1994), basées sur une méthodologie rigoureuse et homogène a connu une révision et une réactualisation des paramètres caractéristiques des crues de fréquence décennale sur des bassins représentatifs. Ceci a permis de disposer d'une base plus rigoureuse pour la transposition des résultats à des bassins non observés.

Il est adopté dans le cadre de la présente étude, comme valeurs de projet la moyenne obtenue à l'aide des méthodes CIEH-Améliorée et ORSTOM pour tous les bassins versants.

Pour les passages inférieurs (ouvrages de traversée), le dimensionnement est établi pour la fréquence vingtennale. Dans ce cas, la formule devient $Q_{20} = 1,21 Q_{10}$ ³

Pour le recalibrage des talweg, la capacité théorique des talweg sera déterminées en fonction du débit biennal (T = 2 ans)

La délimitation des BV extérieurs ainsi que les notes de calculs hydrologiques et hydrauliques du réseau d'assainissement sont données en annexe 4 de la note de calcul hydraulique.

2.8.2.5 Dignes de protection

> Situation de drainage des secteurs d'extension

Pour la zone d'extension de 820 ha qui porte sur les secteurs 5.1 et 5.2.1, la situation est comme suit :

- Secteur 5.1 : toute la zone à irriguer par le secondaire CS 5.1 en aval du 9^{ème} tertiaire. Cette zone d'une superficie de 250 ha est située à une cote inférieure à 23,0 IGN.
- Secteur 5.2.2 : toute la zone à alimenter par le secondaire CS 5.2.2.1 en aval du 4^{ème} tertiaire est située à une cote inférieure à 23,0 IGN.

Le projet prévoit un endiguement sur une longueur de 3640 m pour le secteur 5.1 et 3330 m pour le secteur 5.2.2. La cote de calage de la crête de la digue est prévue à 23,20 (en supposant une revanche de 0,2m). La digue aura une pente de talus amont et aval de 2/1, une largeur en crête de 3 m (afin de permettre la circulation des engins).

Les digues de protection sont munies de clapets anti-retour au niveau des débouchés, comme le montre le tableau suivant :

² Les débits de crues ont été estimés à l'entrée des périmètres

³ formule SOGREAH, établie pour des bassins versants inférieurs à 120 km².

Tableau 29: Aménagements de protection projetés

Secteurs	Longueur digue (m)	Surface drainée (ha)	Débit unitaire (l/s/ha)	Débit total (l/s)	Ø calculé (m)	Ø clapet (mm)	Position
5.1	3640	310	4,7	1457	0,787	800	sur DS 5.1
5.2.2	3330	164	4,7	770,8	0,572	600	sur DS 5.2.2
		170	4,7	799	0,582	600	sur DS 5.2.1

De plus, le projet prévoit la réalisation d'un collecteur de ceinture pour chaque sous secteur afin de canaliser les eaux de drainage collectées vers les clapets projetés. Ces fossés seront de section trapézoïdale avec une largeur à la base de 1 m, une pente de talus de 2/1 et une hauteur variable.

Par ailleurs on prévoit 3 groupes motopompes mobile (autant que le nombre de clapets) afin de permettre l'évacuation des eaux de drainage dans le cas où le niveau d'eau dans le lac est supérieur à celui dans la plaine. Les pompes seront de débit 50l/s et une HMT de 5m.

Les pompes ont été dimensionnées sur la base d'une pluie journalière décennale à évacuer sans engendrer des stagnations d'eau prolongées dans le périmètre et éviter ainsi des chutes de rendements importants. Il est à noter que la période de pompage correspond au temps nécessaire pour que le niveau d'eau dans le lac soit inférieur à celui du périmètre.

Les durées de pompage calculées, sont des durées maximales 35 jours (secteur 5.1) et ce en supposant qu'on procèdera à un pompage en continu dans le temps pour évacuer la totalité du volume d'eau au cas où le niveau d'eau dans le lac reste supérieur à celui du périmètre pendant la période d'hivernage.

Le pompage des eaux de drainage qui s'effectuera sur une durée maximale de 35 jours n'aura pas d'effet notable sur le coût du m³ d'eau (moins de 1 FCFA/m³).

Par ailleurs, des calculs ont été effectués en vue de ressortir l'importance de la protection des zones basses (endiguement) et éventuellement du pompage en cas de nécessité (solution de sécurité). D'après ces calculs, il ressort que la mise en valeur de 860 ha de la zone inondable en saison pluvieuse, engendrera une marge nette de 2,97 milliards de FCFA sur 15 ans (durée de vie des équipements). Ceci dépasse de loin les frais d'investissement, d'entretien et de fonctionnement : 807 millions de FCFA sur 15 ans.

2.9 Réseau de circulation

Afin de permettre la circulation, l'approvisionnement et l'écoulement de produits, les deux secteurs d'irrigation seront dotés d'un réseau de pistes permettant l'accès facile à toutes les exploitations. Le réseau de circulation est constitué de pistes revêtues par une couche latéritiques.

- Pistes principales

Ces pistes longent les canaux principaux d'irrigation. La largeur adoptée est de 4 m. La couche latéritique est de 0,15 m. La longueur totale des pistes principales est de :

- o 5650 ml pour le secteur 5.1,
- o 3400 ml pour le secteur 5.2.2.

- Pistes secondaires et tertiaires

Les pistes secondaires longent les canaux secondaires ainsi que les fossés de drainage. La largeur est de 3 m avec une couche latéritique de 0,15 m. Les pistes tertiaires permettront aux exploitants d'accéder à leurs parcelles. Elles auront les mêmes dimensions que les secondaires. La longueur totale des pistes secondaires et tertiaires est de :

- o 28 000 ml pour le secteur 5.1,
- o 39 500 ml pour le secteur 5.2.2.

2.10 Aménagements terminaux

Ces aménagements concernent le défrichage, le sous-solage, le comblement des dépressions marquées, l'implantation du projet sur le terrain, le planage des zones rizicoles, le nivellement des zones maraîchères afin d'assurer une irrigation à la raie, la confection des diguettes maîtresses de séparation des parcelles et le labour.

3. Organisation et gestion du projet

3.1 Cadre stratégique

Pour assurer le développement institutionnel en tant qu'impératif de la stratégie de mise en valeur et de développement durable, une attention particulière sera accordée aux aspects organisationnels et de gestion. A cet égard, un effort sera déployé dans le cadre du projet pour le montage d'une structure organisationnelle cohérente et efficiente. Ceci se traduira par :

- La mise en place de nouvelles institutions efficaces ;
- Le renforcement des institutions existantes ;
- La mise en place d'un partenariat entre les différents intervenants (Administration, coopératives et population cible) stipulant des rapports faciles et clairs et une aptitude de souplesse requise par le développement communautaire et l'approche participative.

3.2 Structure organisationnelle

La structure organisationnelle du projet comprendra quatre niveaux auxquels correspond une répartition des tâches et des responsabilités :

- i.* le niveau de concertation central, représenté par la cellule de suivi du projet au sein de la Direction centrale de la SODAGRI. Cette cellule est chargée de la supervision nationale du projet et devra permettre une concertation régulière entre les différentes Directions générales du Ministère de l'Agriculture et l'Hydraulique et les principaux ministères et institutions publiques impliqués dans la mise en œuvre du projet,
- ii.* le niveau de concertation régional, constitué d'un Comité régional de coordination de la SODAGRI. Ce comité sera mis en place pour faciliter la mise en œuvre du projet et l'insérer dans une logique de complémentarité tout en évitant toute duplication des actions entre les différents projets et programmes en cours. En outre, ce comité devrait constituer un cadre de dialogue et de partenariat entre l'ensemble des intervenants pour le développement agricole et rural au niveau de la zone.
- iii.* le niveau de coordination, et de gestion du projet, constitué par l'Unité de Gestion du Projet,
- iv.* le niveau d'exécution proprement dit des activités
- v.* et les autres intervenants qui seront concertés au cours de l'étude à savoir : population cible, GIE, unions d'agriculteurs ...etc.

3.3 Mode d'exécution du projet

L'exécution du projet sera placée sous la tutelle du Ministère l'Agriculture et de l'Hydraulique, représenté par la SODAGRI. Les activités du projet seront mises en étroite concertation avec les institutions locales et l'ensemble des intervenants.

La SODAGRI sera maître d'œuvre et maître d'ouvrage de la réalisation des aménagements hydro-agricoles.

L'exécution des travaux sera confiée à des entreprises privées choisies après consultation.

Après la construction et l'équipement des ouvrages, un contrat de gérance sera établi entre la SODAGRI et les associations d'usagers et qui définit les responsabilités des deux partenaires. Ainsi, les associations d'usagers seront responsables pour le fonctionnement et les petites réparations. Pour les grandes réparations et le renouvellement des ouvrages et de l'équipement hydro-agricoles, les associations d'usagers feront des contrats de maintenance avec des entreprises privées, sous le contrôle de la SODAGRI.

4. Estimation des coûts d'aménagement

4.1 Coût du projet

Sur la base des derniers marchés des travaux réalisés par la SODAGRI, le coût du projet d'aménagement de 820 ha nets, sans tenir compte du coût de l'extension de la station de pompage SP5 s'élève à 3 606 millions de FCFA hors taxes, soit un coût à l'hectare de 4,4 millions de FCFA, répartis comme suit :

- Secteur 5.1 (390 ha nets) : 1 725 845 000 FCFA,
- Secteur 5.2.2 (430 ha nets) : 1 879 902 000 FCFA.

Les devis estimatifs de chaque composante sont présentés en annexe 1.

4.2 Ventilation des coûts

La répartition par volet du montant total est donnée par le tableau suivant :

Tableau 30: Répartition du coût de l'aménagement hydro-agricole

Actions	Pourcentage	Montant FCFA
Canaux bétonnés et ouvrages	12,7%	458 822 500
Canaux secondaires et ouvrages	21,7%	782 355 000
Canaux tertiaires et ouvrages	13,0%	470 545 000
Réseau d'assainissement et de drainage et ouvrages	5,0%	180 705 000
Digues de protection et ouvrages	6,5%	233 040 000
Pistes	11,1%	400 480 000
Aménagement parcellaire	21,6%	779 799 500
Frais d'installation et services	8,3%	300 000 000
TOTAL	100%	3 605 747 000
COÛT A L'HECTARE		4 397 252

4.3 Coût du m³ d'eau

Le coût du m³ d'eau est composé des frais d'entretien et des frais d'exploitation (cf. annexe 2) :

a) Frais d'entretien

Ces frais sont calculés sur la base du taux d'entretien généralement appliqué dans des projets similaires. Les frais annuels d'entretien sont estimés à 44,4 millions de FCFA.

b) Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont estimés à 39,5 millions de FCFA / an.

Ainsi, le montant total annuel des frais d'entretien et d'exploitation s'élève à 84,0 millions de FCFA, soit un coût à l'hectare de 102 milles FCFA.

En considérant un volume d'eau annuel consommé par hectare de (18600 m³), le coût du m³ d'eau est de 6 FCFA.

ANNEXES

ANNEXE 1
DEVIS ESTIMATIF

DETAIL ESTIMATIF DU SECTEUR D'IRRIGATION 5.2.2 (S.nette 430 ha)

Désignation	Unité	Quantité	PU FCFA	Montant FCFA
1. REVETEMENT DU CANAL PRIMAIRE CP 5.2 EXISTANT ET REHABILITATION DU BASSIN DE DISSIPATION EN TETE DE SP5				
1.1 REVETEMENT DU CANAL				
<i>A - Génie civil</i>				
Béton de propreté sur 5 cm dosé à 150 kg/m3	m3	55	60 000	3 300 000
Revêtement canal sur 8 cm en BA dosé à 350 kg/m3	m3	445	135 000	60 075 000
Joint de dilatation tous les 9 m	ml	615	3 300	2 029 500
Joint de construction tous les 3 m	ml	1 235	2 300	2 840 500
1.2 REHABILITATION DU BASSIN DE DISSIPATION ET DE REPARTITION EN TETE DE SP5				
<i>A - Terrassement</i>				
Déblai pour ouvrage de décharge	m3	15	1 500	22 500
Remblai compacté pour ouvrage de décharge et bassin de dissipation	m3	70	2 500	175 000
<i>B - Génie civil</i>				
Béton de propreté pour ouvrage de décharge sur 5 cm dosé à 150 kg/m3	m3	1	60 000	60 000
Béton armé dosé à 350 kg/m3 pour la construction de décharge et réhaussement du bassin	m3	20	135 000	2 700 000
<i>B - Equipement</i>				
Module à double masque C1-2200 au départ du canal CP5.2	U	1	15 000 000	15 000 000
Module à double masque L2-900 au départ du canal CS5.1	U	1	9 000 000	9 000 000
Passage busé en béton armé DN 1000 pour ouvrage de décharge	ml	20	120 000	2 400 000
Vanette à tige DN 1000 pour ouvrage de décharge	U	1	80 000	80 000
TOTAL 1 REHABILITATION DU CANAL PRIMAIRE CP5.2 EXISTANT				97 682 500
2. EXTENSION DU CANAL PRIMAIRE CP5.2 (Suite)				
<i>A - Terrassement</i>				
Débroussaillage et décapage de l'emprise du canal	m2	40 000	200	8 000 000
Déblai pour canal	m3	500	1 500	750 000
Remblai compacté pour canal	m3	46 500	2 500	116 250 000
<i>B - Génie civil</i>				
Béton de propreté sur 5 cm dosé à 150 kg/m3	m3	95	60 000	5 700 000
Revêtement canal sur 8 cm en BA dosé à 350 kg/m3	m3	1 200	135 000	162 000 000
Joint de dilatation tous les 9 m	ml	1 700	3 300	5 610 000
Joint de construction tous les 3 m	ml	3 350	2 300	7 705 000
<i>C - Ouvrages</i>				
Siphon de passage sous Talweg avec conduite Ø 1000	U	1	3 500 000	3 500 000
<i>D - Equipement</i>				
Module à double masque L2 - 1000 en tête de CP 5.2 (Suite)	U	1	11 000 000	11 000 000
Module à double masque L2 - 650 en tête de CS 5.2.2.1	U	1	6 000 000	6 000 000
Module à double masque XX2 - 420 en tête de CS 5.2.2.2	U	1	3 500 000	3 500 000
TOTAL 2 EXTENSION DU CANAL PRIMAIRE CP5.2 (Suite)				330 015 000
3. CANAUX SECONDAIRES				
<i>A - Terrassement</i>				
Débroussaillage et décapage de l'emprise des canaux	m2	48 600	200	9 720 000
Déblai pour canaux	m3	500	1 500	750 000
Remblai pour canaux	m3	58 000	2 500	145 000 000
<i>B - Ouvrages</i>				
Déversoir de décharge latéral	U	1	500 000	500 000
Ouvrage de prise associé à un seuil de régulation	U	15	200 000	3 000 000
Ouvrages de chute	U	2	150 000	300 000
Dalot (1mx1m) traversée piste tertiaire	ml	40	250 000	10 000 000
Dalot (0,8mx0,8m) traversée piste tertiaire	ml	30	225 000	6 750 000
<i>C - Equipement</i>				
Module à masque X1-30	U	3	450 000	1 350 000
Module à masque XX2-60	U	10	600 000	6 000 000
TOTAL 3 CANAUX SECONDAIRES				183 370 000
4. CANAUX TERTIAIRES				
<i>A - Terrassement</i>				
Débroussaillage et décapage de l'emprise des canaux	m2	110 000	200	22 000 000
Déblai pour canaux	m3	1 000	1 500	1 500 000
Remblai pour canaux	m3	71 400	2 500	178 500 000
<i>B - Ouvrages</i>				
Déversoir de décharge d'extrémité	U	15	300 000	4 500 000
Ouvrage de prise partieur	U	146	250 000	36 500 000
Prise TOR	U	25	200 000	5 000 000
Ouvrages de chute	U	18	120 000	2 160 000
<i>C - Equipement</i>				
Buse Ø 200 en PVC (passage sous piste tertiaire pour irrigateur 5m)	ml	1 050	26 000	27 300 000
Buse Ø 300 en PVC (passage canal tertiaire sous piste secondaires 6m)	ml	35	30 000	1 050 000
TOTAL 4 CANAUX TERTIAIRES				278 510 000

Désignation	Unité	Quantité	PU FCFA	Montant FCFA
5. RESEAU D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE				
A - Fossés				
Deblai fossés secondaires DS 5.2.2 et DS 5.2.1	m ³	18 500	1 500	27 750 000
Deblai fossés tertiaires	m ³	30 250	1 500	45 375 000
Deblai pour fossés des décharges d'extrémité des canaux tertiaires	m ³	1 500	1 500	2 250 000
B - Ouvrage				
Daot (1m x 1m) traversée DS 5.2.2 piste tertiaire	ml	42	250 000	10 500 000
Daïete de traversée sur drainage tertiaire (2 m x 2 m x 0.2 m)	U	91	110 000	10 010 000
Renforcement du passage busé de l'ouvrage de traverse du talweg par la piste existante (2 x Ø 500) y compris ouvrage de tête	ml	12	70 000	840 000
TOTAL 5 RESEAU D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE				96 725 000
6 - DIGUE DE PROTECTION : L = 3,33 km				
A Terrassement				
Debroussaillage et décapage de l'emprise sur 0,10 m	m ²	25 000	200	5 000 000
Deblai pour ancrage de la digue	m ³	3 400	1 500	5 100 000
Remblai pour digue et rampe d'ancrage	m ³	21 600	2 500	54 000 000
Revêtement latéritique sur 0,15 m	m ³	2 700	4 000	10 800 000
Deblai pour fossé de protection de la digue et de collecte des eaux de l'impiuvium du secteur 5.2.2	m ³	16 000	1 500	24 000 000
B Equipements				
Passage busé en béton armé DN 600 y compris ouvrage de tête	ml	24	80 000	1 920 000
Clapet anti-retour DN 600	U	2	3 000 000	6 000 000
groupe motopompe mobile (Q=50 l/s, HMT = 5 m)	U	2	4 500 000	9 000 000
TOTAL 6 DIGUE DE PROTECTION DU SECTEUR 5.2.2				115 820 000
7. PISTES DE DESSERTE				
Piste primaire de 4 m revêtue de latérite sur 15 cm	ml	3 400	6 700	22 780 000
Piste secondaire et tertiaire de 3,0 m revêtue de latérite sur 15 cm	ml	39 500	5 000	197 500 000
TOTAL 7 PISTES DE DESSERTE				220 280 000
8. AMENAGEMENT PARCELLAIRE				
Défrichement, débroussaillage et essouchement sur toute la superficie des parcelles	ha	430	225 000	96 750 000
Sous solage, enlèvement des racines sur 0,7 m et pulvérisage sur toute la superficie des parcelles incluant les canaux	ha	430	210 000	90 300 000
Nivellement des parcelles de 1,3 ha		430	300 000	129 000 000
Pulvérisage de sol par deux passages croisés sur la superficie nivelée		430	155 000	66 650 000
Construction de diguettes en périphérie des parcelles	ml	55 110	450	24 799 500
TOTAL 8 AMENAGEMENT PARCELLAIRE				407 499 500
9. INSTALLATION ET SERVICES				
9.1 Mobilisation				
Installation et services y compris la réhabilitation de la piste d'accès aux nouveaux périmètres, reliant la SP5 à Kéréouane sur une longueur d'environ 12,5 km	FF			90 000 000
9.2 Démobilisation				
Repiement des installations et du matériel de chantier	FF			60 000 000
TOTAL 9 INSTALLATION ET SERVICES				150 000 000
TOTAL GENERAL				1 879 902 000
COUT A L'HECTARE				4 371 865

DETAIL ESTIMATIF DU SECTEUR D'IRRIGATION 5.1 (S. nete 390 ha)

Désignation	Unité	Quantité	PU FCFA	Montant FCFA
1. RECALIBRAGE DES TALWEG ET CURAGE DU CHENAL D'AMENE				
Curage du chenal d'amenée des eaux alimentant la station de pompage SP5	m3	5 250	1 500	7 875 000
Recalibrage du talweg 1 sur une longueur de 300 m	m3	2 000	1 500	3 000 000
Recalibrage du talweg 2 sur une longueur de 2000 m	m3	13 500	1 500	20 250 000
TOTAL 1 CURAGE DU CHENAL D'AMENEE				31 125 000
2. CANAL SECONDAIRE CS5.1				
A - Terrassement				
Débroussaillage et décapage de l'emprise du canal	m2	77 000	200	15 400 000
Déblai pour canal	m3	1 000	1 500	1 500 000
Remblai compacté pour canal	m3	105 000	2 500	262 500 000
B - Génie civil				
Béton de propreté sur 5 cm dosé à 150 kg/m3	m3	177	60 000	10 620 000
Revêtement canal sur 8 cm en BA dosé à 350 kg/m3	m3	1 950	135 000	263 250 000
Joint de dilatation tous les 9 m	ml	2 700	3 300	8 910 000
Joint de construction tous les 3 m	ml	5 350	2 300	12 305 000
C - Ouvrages				
Déversoir de décharge latéral	U	4	500 000	2 000 000
Siphon de passage sous Talweg 1 avec conduite Ø 1000	U	1	2 500 000	2 500 000
Siphon de passage sous Talweg 2 avec conduite Ø 800	U	1	3 000 000	3 000 000
Ouvrage de prise associé à un seuil de régulation	U	25	200 000	5 000 000
D - Equipement				
Module à masque X1-30	U	20	450 000	9 000 000
Module à masque XX2-60	U	5	600 000	3 000 000
TOTAL 2 CANAL SECONDAIRE CS5.1				598 985 000
3. CANAUX TERTIAIRES				
A - Terrassement				
Débroussaillage et décapage de l'emprise des canaux	m2	99 500	200	19 900 000
Déblai pour canaux	m3	500	1 500	750 000
Remblai pour canaux	m3	39 250	2 500	98 125 000
B - Ouvrages				
Déversoir de décharge d'extrémité	U	26	300 000	7 800 000
Ouvrage de prise partieur	U	58	250 000	14 500 000
Prise TOR	U	155	200 000	31 000 000
Ouvrages de chute	U	8	120 000	960 000
C - Equipement				
Buse Ø 200 en PVC (passage sous piste tertiaire pour irrigation : 6m)	ml	500	26 000	13 000 000
Buse Ø 300 en PVC (passage canal tertiaire sous piste secondaire : 6m)	ml	200	30 000	6 000 000
TOTAL 3 CANAUX TERTIAIRES				192 035 000
4. RESEAU D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE				
A - Fossés				
Déblai fossés secondaires DS 5.1, DS 5.2	m3	16 000	1 500	24 000 000
Déblai fossés tertiaires	m3	24 000	1 500	36 000 000
Déblai pour fossés des décharges d'extrémité des canaux tertiaires	m3	800	1 500	1 200 000
B - Ouvrages				
Dallete de traversée sur drain tertiaire (2 m x 2m x 0,2 m)	U	146	110 000	16 060 000
Renforcement du passage busé de l'ouvrage de traversé du talweg1 par la piste existante et le canal CS5.1 (1 x Ø 500) y compris ouvrage de tête	ml	34	70 000	2 380 000
Renforcement du passage busé de l'ouvrage de traversé du talweg2 par la piste existante (2 x Ø 500) y compris ouvrage de tête	ml	12	70 000	840 000
Ouvrage de rejet du talweg1 dans le chenal d'amené CA5	U	1	1 500 000	1 500 000
Ouvrage de rejet sur le talweg 2 dans le chenal d'amené CA5	U	1	2 000 000	2 000 000
TOTAL 4 RESEAU D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE				83 980 000
5 - DIGUE DE PROTECTION : L = 3,64 km				
A - Terrassement				
Débroussaillage et décapage de l'emprise sur 0,10 m	m2	28 700	200	5 740 000
Déblai pour ancrage de la digue	m3	3 700	1 500	5 550 000
Remblai pour digue et tranchée d'ancrage	m3	26 000	2 500	65 000 000
Revêtement latéritique sur 0,15 m	m3	2 900	4 000	11 600 000
Déblai pour fossé de protection de la digue et de collecte des eaux de l'impluvium du secteur	m3	13 500	1 500	20 250 000
B - Equipements				
Passage busé en béton armé DN 800 y compris ouvrage de tête	ml	12	90 000	1 080 000
Clapet anti-retour DN 800	U	1	3 500 000	3 500 000
groupe motopompe (Q=50 l/s, HMT = 5 m)	U	1	4 500 000	4 500 000
TOTAL 5 DIGUE DE PROTECTION				117 220 000

Désignation	Unité	Quantité	PU FCFA	Montant FCFA
6. PISTES DE DESSERTE				
Piste primaire de 4 m revêtement de latérite sur 15 cm		6 000	6 700	40 200 000
Pistes tertiaires de 3,0 m revêtement de latérite 15 cm	ml	28 000	5 000	140 000 000
TOTAL 6 PISTES DE DESSERTE				180 200 000
7. AMENAGEMENT PARCELLAIRE				
Défrichage, débroussaillage et assouchement sur toute la superficie des parcelles	ha	390	225 000	87 750 000
Sous solage, enlèvement des racines sur 0,7 m et pulvérisage sur toute la superficie des parcelles incluant les canaux	ha	390	210 000	81 900 000
Nivellement des parcelles de 3 ha		390	300 000	117 000 000
Pulvérisage de sol par deux passages croisés sur la superficie nivelée		390	155 000	60 450 000
Construction de diguettes en périphérie des parcelles	ml	56 000	450	25 200 000
TOTAL 7 AMENAGEMENT PARCELLAIRE				372 300 000
8. INSTALLATION ET SERVICES				
8.1 Mobilisation				
Installation et services y compris la réhabilitation de la piste d'accès aux nouveaux périmètres, reliant la SP5 à Kérékouane sur une longueur d'environ 12,5 km	FF			90 000 000
8.2 Démobilisation				
Repliement des installations et du matériel de chantier	FF			60 000 000
TOTAL 8 INSTALLATION ET SERVICES				150 000 000
TOTAL GENERAL				1 725 845 000
COUT A L'HECTARE				4 425 244

Actions	Pourcentage	Montant FCFA
Canaux bétonnés et ouvrages	12,7%	458 822 500
Canaux secondaires et ouvrages	21,7%	782 355 000
Canaux tertiaires et ouvrages	13,0%	470 545 000
Réseau d'assainissement et de drainage et ouvrages	5,0%	180 705 000
Digues de protection et ouvrages	6,5%	233 040 000
Pistes	11,1%	400 480 000
Amenagement parcellaire	21,6%	779 799 500
Frais d'installation et services	8,3%	300 000 000
TOTAL	100%	3 605 747 000
COUT A L'HECTARE		4 397 252

ANNEXE 2
CHARGES DE FONCTIONNEMENT ET
D'ENTRETIEN

CHARGES DES AMENAGEMENTS HYDROAGRIQUES DES SECTEURS 5.1 ET 5.2.2

FRAIS D'ENTRETIEN

ACTIONS	Coûts FCFA	Durée vie ans	% entretien	Frais d'entretien FCFA
Réseau d'irrigation				
Génie civil. canaux bétonnés	967 702 500	30	0,5	4 838 513
Equipement sur canaux bétonnés	47 980 000	10	2,5	1 199 500
Génie civil pour canaux en terre	599 215 000	30	3,5	20 972 525
Equipements sur canaux en terres	54 700 000	10	2,5	1 367 500
Assainissement et drainage				
Réseau de drainage	167 700 000	30	3,5	5 869 500
Ouvrages de franchissement	44 130 000	30	0,5	220 650
Equipements sur réseau drainage		10	2,5	
Digue de protection				
Génie civil	207 040 000	30	3,5	7 246 400
Equipements	26 000 000	10	2,5	650 000
Pistes				
Pistes y compris ouvrages de franchissement	400 480 000	30	0,5	2 002 400
Aménagement parcelaires	779 799 500	0	0	0
Acquisition de vélos (08)	1 200 000	3	5	60 000
TOTAL				44 426 988

FRAIS DE MAIN D'ŒUVRE	MONTANT FCFA
Salaire des aiguadiers	2 880 000
TOTAL	2 880 000

FRAIS D'ENERGIE	MONTANT FCFA
Frais annuels d'énergie	36 695 784
TOTAL	36 695 784

Coût global d'entretien et de fonctionnement	84 002 772
Coût global à l'ha	102 442
Coût m3 d'eau (fonctionnement et entretien)	6