

**Rapport de l'étude du concept de base
pour
le Projet d'amélioration du réseau d'irrigation
dans le sud-ouest du Lac Alaotra
en
République de Madagascar**

Mars 2009

Agence japonaise de coopération internationale

Sanyu Consultants Inc.

Nippon Koei Co., Ltd.

RDD

JR

09-37

AVANT-PROPOS

En réponse à la requête du Gouvernement de la République de Madagascar, le Gouvernement du Japon a décidé de réaliser une étude du concept de base pour le Projet d'amélioration du réseau d'irrigation dans le sud-ouest du Lac Alaotra et a réalisé cette étude.

A partir du 13 septembre au 23 octobre 2008, l'Agence japonaise de coopération internationale (JICA) a délégué sur place une mission d'étude du concept de base.

La mission a eu un échange de vues avec les autorités concernées du Gouvernement de la République de Madagascar, et a effectué des études sur le site dans les régions concernées par l'étude. Après le retour de la mission au Japon, l'étude a été approfondie par analyse des informations. La mission a été déléguée sur place du 7 au 13 mars 2009 pour expliquer le contenu du Rapport du concept de base abrégé. Finalement le rapport ci-joint a été complété après avoir été modifié.

Je souhaite qu'il contribue à la promotion du projet et au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

En terminant, je tiens à exprimer mes remerciements sincères aux personnes concernées pour leur coopération avec la mission.

Mars 2009

Ariyuki MATSUMOTO
Vice-président
Agence japonaise de
coopération
internationale

Le mars 2009

Objet : Lettre de présentation

Nous avons le plaisir de vous soumettre le rapport définitif pour l'étude du concept de base du Projet d'amélioration du réseau d'irrigation dans le sud-ouest du Lac Alaotra en République de Madagascar qui vient de se terminer.

Nous avons réalisé cette étude en 7,5 mois, d'août 2008 à mars 2009, sur la base d'un contrat avec votre agence. Dans cette étude, nous avons pu vérifier la pertinence du projet en nous appuyant pleinement sur la situation actuelle à Madagascar, et des efforts ont été faits pour établir le projet le mieux adapté au cadre de la Coopération financière non-remboursable du Japon.

Par conséquent, nous espérons que ce rapport sera utilisé en vue de la promotion de ce projet.

Consortium

Représentant: Sanyu Consultants Inc.

Membre: Nippon Koei CO., LTD.

Takahashi Hironori

Chef des travaux

Mission d'étude du concept de base

pour le Projet d'amélioration du réseau

d'irrigation dans le sud-ouest du Lac Alaotra en

République de Madagascar

Résumé

La République de Madagascar (ci-dessous reprise "Madagascar") est un pays de 19,6 millions de populations à territoire de 587.041 km². Les principales industries du pays sont l'agriculture-élevage et la pêche, son revenu national brut (RNB) est de 5,3 milliards \$US, et son RNB par tête d'habitant de 280 \$US (Banque Mondiale, 2006). Sur le plan économique, le renforcement de la politique de libéralisation comme la privatisation des entreprises d'Etat à partir de la seconde moitié des années 1990 a permis d'atteindre une certaine croissance économique à partir de 1997, mais l'instabilité politique du premier semestre de 2002 a eu une influence désastreuse sur l'économie. Par la suite, la situation économique s'est progressivement améliorée, avec les secteurs touristiques et miniers comme principaux opérateurs, et à partir de 2002, le taux de croissance annuel moyen a atteint de 4 à 6%. Le pays compte également de nombreux obstacles au développement, tels que les mauvaises infrastructures socioéconomiques, l'organisation administrative inefficace, le non-aménagement de l'environnement d'investissement et d'affaires, etc., aussi des tendances d'amélioration nettes n'apparaissent-elles pas dans les résultats du commerce extérieur et dans les différents indices économiques. Vu cette situation, le gouvernement malgache a placé le redressement de l'économie comme problème politique de première priorité, et avec la collaboration des habitants et des bailleurs de fonds, vise la construction d'une économie pouvant supporter la concurrence internationale et assurant la réduction de la pauvreté tout en réalisant un taux de croissance proche de 10% pour 2012. Dans le secteur agricole, principale industrie du pays, l'augmentation de la production rizicole est l'objectif national pour contribuer à l'autosuffisance en riz et réaliser l'allègement de la pauvreté et l'amélioration du cadre de vie dans les zones agricoles, bases de l'augmentation du rendement agricole.

En 2006, Madagascar a défini Madagascar Action Plan: MAP (2007-2012) sur la base de la vision nationale (Madagascar Naturally, établi en 2004) et de l'Objectif du Millénaire de développement (OMD). Le MAP définit des objectifs numériques concrets comme l'augmentation du PIB de 5 à 12 milliards \$US et la diminution du taux de pauvreté de 85,1 à 50%, et "le développement des villages ruraux et la révolution verte" en tant qu'engagement public. Dans ce cadre, les objectifs précisés sont (1) la garantie de la propriété foncière, (2) l'amélioration de l'accès au crédit, (3) le démarrage de la révolution verte, (4) la promotion de l'agriculture centrée sur les marchés, (5) la diversification des activités dans les villages ruraux et (6) la création de valeur ajoutée et la promotion des affaires liées à l'agriculture.

Le Lac Alaotra (40 km de long, 10 km de large et 1-4 m de profondeur) est de par sa surface le plus grand lac de Madagascar, et ses environs constituent une zone à potentiel de riziculture extrêmement élevé. La surface de rizières est d'environ 100.000 ha, la production annuelle de 280.000 tonnes, ce qui couvre environ 10% des besoins nationaux, et en fait la première zone fournisseuse de riz du pays. Du sud à l'ouest, plusieurs rivières se jettent dans le Lac Alaotra, ce qui forme une large plaine qui est

devenue zone rizicole. A l'est se dressent des montagnes à pente raide d'environ 1000 m d'altitude. La zone en amont de ces rivières a été ravagée suite à l'abattage excessif dans les années 1950, et les affaissements de terre/sable des pentes des montagnes dues aux conditions géologiques s'y ajoutant, de grandes quantités de terre/sable s'écoulent dans les rivières pendant la saison des pluies; et des problèmes comme la baisse de fonctionnalité des canaux surviennent suite aux inondations dues à l'élévation du lit des rivières, à la pénétration de terre/sable dans les rizières, et à la pénétration et accumulation de terre/sable dans les canaux d'irrigation.

Pour améliorer cette situation, Madagascar a demandé au Japon l'établissement d'un Plan directeur pour assurer la protection de l'environnement des périmètres concernés et des activités rémunératrices durables aux habitants de la zone concernée. En réponse, la JICA a effectué une étude de développement "Etude sur le Développement Rural et l'Aménagement des bassins versants dans la Région Sud-Ouest d'Alaotra" (2003-2008) (ci-dessous reprise par "Etude de développement") et a établi un Plan directeur. Le périmètre PC23, site objet du projet, présente des difficultés pour l'approvisionnement stable en eau d'irrigation à cause de l'absence d'ouvrages de source d'eau aux rivières pour ajuster le volume d'eau d'irrigation fourni, de la dégradation des ouvrages d'irrigation et de drainage existants construits dans les années 1960-70, et du manque d'eau dû à la baisse de la capacité de passage découlant de l'accumulation de sable dans les canaux d'irrigation, ce qui rend l'amenée d'eau d'irrigation impossible sur le périmètre. Dans ce Plan directeur, le "Projet de renforcement de la capacité agricole du Périmètre Tsaratanibary PC23 dans le Sud-Ouest du Lac Alaotra", base de la requête pour ce projet, est proposé comme Plan d'action 1 du projet prioritaire.

Au cours de cette Etude de développement, la pertinence du "projet" proposant la réhabilitation des canaux de drainage secondaires, le renforcement de l'organisation des AUE, et la formation à la gestion et maintenance des ouvrages d'irrigation et de drainage a aussi été vérifiée. Par ailleurs, s'appuyant sur l'établissement du système de gestion des AUE, le gouvernement malgache a demandé au Japon la réhabilitation des ouvrages d'irrigation et de drainage, ainsi que des nouvelles constructions partielles, sur la base du Plan d'action 1, afin de résoudre le problème de manque d'eau d'irrigation dans le Sud du Périmètre PC23.

En réponse à cette requête, l'Agence japonaise de coopération internationale (ci-après reprise la "JICA") a délégué une mission d'étude du concept de base du 12 septembre au 24 octobre 2008, qui a vérifié le contenu du projet par le biais de discussions avec le gouvernement malgache, et a effectué une étude sur le terrain de l'état actuel des ouvrages d'irrigation et du système de gestion et maintenance objets de la requête. La mission a analysé les résultats de l'étude sur place, étudié la pertinence du projet et l'étendue adaptée, établi le concept et un projet de maintenance dans le cadre de la coopération, et compilé un abrégé du concept de base. La JICA a ensuite délégué à Madagascar une mission d'explication de l'abrégé du concept de base du 7 au 14 mars 2009.

L'étude a révélé que les principaux problèmes concernant l'irrigation et le drainage dans la zone concernée étaient les suivants:

- 1) Prise d'eau insuffisante des rivières
- 2) Ecoulement de terre/sable important dans les canaux d'irrigation principaux
- 3) Fonctionnalités incomplètes des ouvrages de distribution d'eau, et distribution inadaptée de l'eau
- 4) Insuffisance d'eau d'irrigation chronique dans les parties en aval
- 5) Mesures insuffisantes contre la pénétration des eaux d'inondation
- 6) Pistes rurales ravagées, et activités agricoles et maintenance des ouvrages impossibles
- 7) Gestion et maintenance inadaptées des ouvrages
- 8) L'existence de périmètres élevés où l'alimentation en eau d'irrigation est difficile

En réponse à la requête, le projet abrégé ci-dessous a été compilé sur la base des résultats de l'étude sur place, en vue de rétablir les fonctionnalités diminuées à cause de la dégradation des ouvrages, de l'accumulation de sable dû à l'écoulement de structures en terre et de la diminution des fonctionnalités due à l'érosion.

Ouvrages	Spécification
1) Réhabilitation de déversoir de sécurité	Construction de Vanne de chasse : Hauteur de porte x travée = 2,0m x 1,0 m, 1 vanne Réhabilitation de Seuil immergé L=10m (seuil fixe existant L=8,0m)
2) Réhabilitation de la structure de prise d'eau	Réhabilitation de Vanne déversoir : Hauteur de porte x travée = 1,7m x 1,0 m, 3 vannes Construction de Vanne prise d'eau Volume max. 8,0m ³ /s Largeur : 20,0m Hauteur de porte x travée = 1,5m x 1,5 m, 3 vannes
3) Installation de dessableur	Largeur, Hauteur, Longueur = 16,0 x 2,0 m (Hauteur de mur en béton : 1m), x 60,0 m
4) Réhabilitation de canaux principaux d'irrigation (P5)	Curage de sable en dépôt, mise en forme de la section des canaux: L = 6,4m Réparation d'Ouvrage et de Vanne dérivateur : Hauteur de porte x travée = 1,7m x 1,25 m, Hauteur de porte x travée = 1,05m x 1,25 m
5) Réhabilitation de canaux primaires d'irrigation	[C5.3] Curage de sable en dépôt, mise en forme de la section des canaux: L = 0,65 km [C5.5] Curage de sable en dépôt, mise en forme de la section des canaux: L = 7,9 km Réparation d'Ouvrage et de Vanne dérivateur : : ø 400mm : ø 500mm : ø 800mm : Hauteur de porte x travée = 0,40m x 0,40m [C5.6] Curage de sable en dépôt, mise en forme de la section des canaux: L = 8,9 km Réparation d'Ouvrage et de Vanne dérivateur : : ø 400mm : ø 500mm : ø 800mm : Hauteur de porte x travée = 0,40m x 0,40m

6) Réhabilitation de canaux secondaires d'irrigation	Curage de sable en dépôt, mise en forme de la section des canaux Réhabilitation d'une partie de canal pour 8,7 km (Longueur totale : 42,8 km) Réparation de Vanne dérivateur : Hauteur de porte x travée = 0,40m x 0,40m Hauteur de porte x travée = 0,50m x 0,50m
7) Réhabilitation de piste rurale	RM : Réfection de l'aspérité : L = 3,2km R1 : Réfection de l'aspérité : L = 5,1km R2 : Réfection de l'aspérité : L = 5,1km
8) Réhabilitation de canaux de drainage	Curage de sable en dépôt, mise en forme de la section des canaux: L=1,0km
9) Fourniture d'engin de curage	Chargeur excavatrice Capacité du godet : Plus de 0,35m ³
10) Réhabilitation de butée de digue de protection	Mise en forme des parties inégales du couronnement des berges L=1.5km
11) Assistance technique	Renforcement des AUE Renforcement de la maintenance et la gestion des ouvrages Etablissement des cartes d'utilisation des sols/Renforcement de monitoring de la situation d'irrigation

L'exécution du projet demandera un total de 10,5 mois, en utilisant au maximum la saison sèche pour les travaux de réhabilitation, 7,5 mois étant requis pour le concept d'exécution, l'appel d'offres et le contrat d'exécution.

Le fonds de réserve pour le frais de gestion et maintenance, et les travaux de réhabilitation a été calculé à 16,5 millions de yens par an, ce qui correspond à 3.600 yens à l'ha.

Dans ce projet, les ouvrages d'irrigation dégradés existants seront réhabilités pour assurer la distribution stable d'eau d'irrigation sur les zones agricoles irriguées par le canal d'irrigation principal P5 du périmètre PC23 dans le Sud-Ouest du Lac Alaotra, et un plan d'assistance technique (Soft Components) sera réalisé pour le soutien technique en vue de permettre la gestion et maintenance correcte des ouvrages réhabilités par le gouvernement malgache et les habitants bénéficiaires.

Les effets directs et indirects espérés sont comme suit.

Effets directs

- (1) Le volume d'eau de prise d'irrigation actuellement de 4,77 m³/sec. sera rétabli aux 8 m³/sec. de la conception initiale.
- (2) La construction de dessableurs réduira la pénétration de sable en suspension dans l'air de la rivière Sahabe.
- (3) La construction de dessableurs intensifiera les dépôts de sable, ce qui facilitera le curage par engin lourd.
- (4) La réhabilitation des canaux principaux, primaires et secondaires fera diminuer la perte en eau d'irrigation par écoulement.

- (5) Le rétablissement du volume d'eau de prise d'irrigation et la réduction de la perte par écoulement feront augmenter la surface réellement irriguée.
- (6) La réhabilitation des déversoirs de sécurité fera baisser la hauteur d'inondation des rizières proches de la rivière à 20-30 cm, et la période d'inondation ainsi que les dommages dus à l'inondation seront aussi réduits.
- (7) La réhabilitation des pistes rurales fera diminuer le temps de déplacement des agriculteurs.
- (8) L'exécution des Soft Components améliorera la capacité de gestion-maintenance de type participatif des AUE, et rendra la gestion et l'utilisation de l'eau plus efficaces.

Effets indirects

- (1) Augmentation de la production de riz dans la partie sud-ouest du périmètre bénéficiaire
- (2) Diminution des litiges entre bénéficiaires concernant la distribution de l'eau d'irrigation et l'évacuation de l'eau d'inondation par la gestion efficace de l'eau

L'exécution de la Coopération financière non-remboursable du Japon a été jugée très significative pour ce projet parce qu'elle contribuera au rétablissement/extension de la surface rizicole irriguée, et à l'augmentation de la production de riz, permettra la réduction de la pauvreté et l'amélioration du cadre de vie dans les zones rurales axé sur l'amélioration de la production agricole, et aidera à l'achèvement de l'augmentation de la production de riz pour contribuer à l'autosuffisance en riz.

Quant à la participation de Madagascar à l'exécution de ce projet, l'affectation de personnel et les mesures budgétaires ne devraient pas poser de problème. Si le suivi de la gestion et maintenance de Madagascar après l'exécution du plan d'assistance technique (Soft Components) est exécuté régulièrement et efficacement, cela contribuera certainement largement à la durabilité du projet.

**Etude du concept de base
pour
le Projet d'amélioration du réseau d'irrigation
dans le sud-ouest du Lac Alaotra
en République de Madagascar
Rapport définitif**

Table des Matières

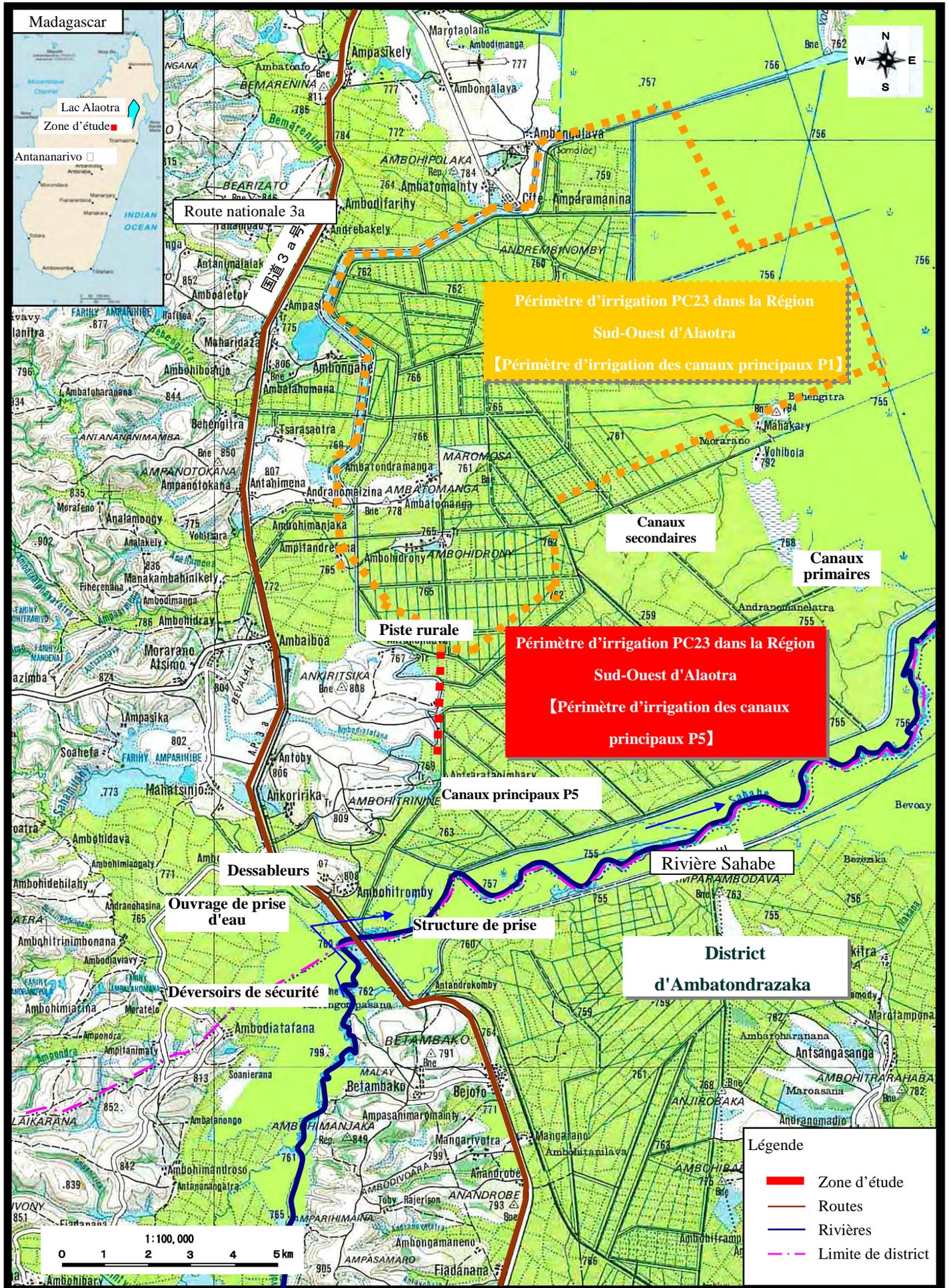
	Page
Avant-propos	
Lettre de présentation	
Table des Matières	
Carte de localisation/d'achèvement prévu	
Liste des Figures et Tableaux/Abréviation	
Signe abrégatif	
Chapitre 1	1-1
Contexte et détails du projet.....	1-1
Chapitre 2	2-1
Contenu du Projet	2-1
2-1	2-1
Description sommaire du Projet.....	2-1
2-1-1	2-1
Objectif supérieur et objectif du Projet.....	2-1
2-1-2	2-1
Abrégé du projet	2-1
2-2	2-4
Concept de base	2-4
2-2-1	2-4
Orientation de conception	2-4
2-2-1-1	2-4
Orientation générale.....	2-4
2-2-1-2	2-5
Conditions géologiques et nature du sol	2-5
2-2-1-3	2-6
Conditions d'exploitation agricole et d'irrigation	2-6
2-2-2	2-12
Concept de base	2-12
2-2-2-1	2-12
Réhabilitation des déversoirs de sécurité	2-12
2-2-2-2	2-16
Réhabilitation de la structure de prise	2-16
2-2-2-3	2-21
Mise en place du dessableur.....	2-21
2-2-2-4	2-27
Réhabilitation des canaux d'irrigation (canaux principaux, canaux primaires).....	2-27
2-2-2-5	2-32
Construction/renouvellement de vanne dérivateur des canaux d'irrigation.....	2-32
2-2-2-6	2-36
Réhabilitation des canaux de drainage (canaux primaires)	2-36
2-2-2-7	2-37
Installation/réhabilitation de vanne de régulation du niveau d'eau	2-37
2-2-2-8	2-38
Réhabilitation de la butée de rotation.....	2-38
2-2-2-9	2-39
Réhabilitation des pistes rurales (R1, R2, RM).....	2-39
2-2-2-10	2-41
Plan de base pour l'Assistance technique (Soft Components).....	2-41
2-2-2-11	2-43
Fourniture des engins de curage.....	2-43
2-2-2-12	2-45
Réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires, des canaux de drainage secondaires et des pistes rurales.....	2-45

2-2-3	Plan du concept de base	2-48
2-2-4	Plan d'exécution/fourniture	2-68
2-2-4-1	Orientation de l'exécution/fourniture	2-68
2-2-4-2	Points à prendre en compte pour l'exécution/fourniture.....	2-69
2-2-4-3	Partage des travaux d'exécution et de la fourniture.....	2-70
2-2-4-4	Plan de supervision de l'exécution/fourniture	2-70
2-2-4-5	Plan de contrôle de la qualité.....	2-75
2-2-4-6	Plan de fourniture des équipements et matériaux etc.....	2-75
2-2-4-7	Plan d'instructions pour l'opération initiale et le fonctionnement	2-77
2-2-4-8	Plan d'assistance technique (Soft Components)	2-77
2-2-4-9	Programme d'exécution.....	2-78
2-3	Description sommaire des travaux en charge par la partie malgache	2-81
2-3-1	Eléments à la charge pour l'exécution/la fourniture	2-81
2-3-2	Prise en charge de l'assistance technique (Soft Components)	2-82
2-3-3	Evaluation de l'impact sur l'environnement (EIE)	2-82
2-3-3-1	Etat actuel des formalités pour l'obtention de l'autorisation environnementale pour ce projet.....	2-82
2-3-3-2	Etude d'Evaluation de l'impact sur l'environnement (EEIE)	2-83
2-3-3-3	Plan de gestion de l'environnement et plan de monitoring.....	2-87
2-4	Plan d'opération et maintenance du Projet	2-90
2-4-1	Système d'opération et de maintenance du projet	2-90
2-4-2	Plan d'opération et de maintenance du projet.....	2-92
2-5	Coût approximatif du projet.....	2-93
2-5-1	Coût approximatif du projet de coopération	2-93
2-5-2	Frais d'opération et maintenance.....	2-93
2-6	Points à prendre en compte pour l'exécution du projet	2-94
Chapitre 3	Evaluation et recommandations pour le projet.....	3-1
3-1	Effets du projet.....	3-1
3-2	Questions à résoudre et propositions à recommander.....	3-4
3-3	Pertinence du Projet	3-6
3-4	Conclusion	3-7

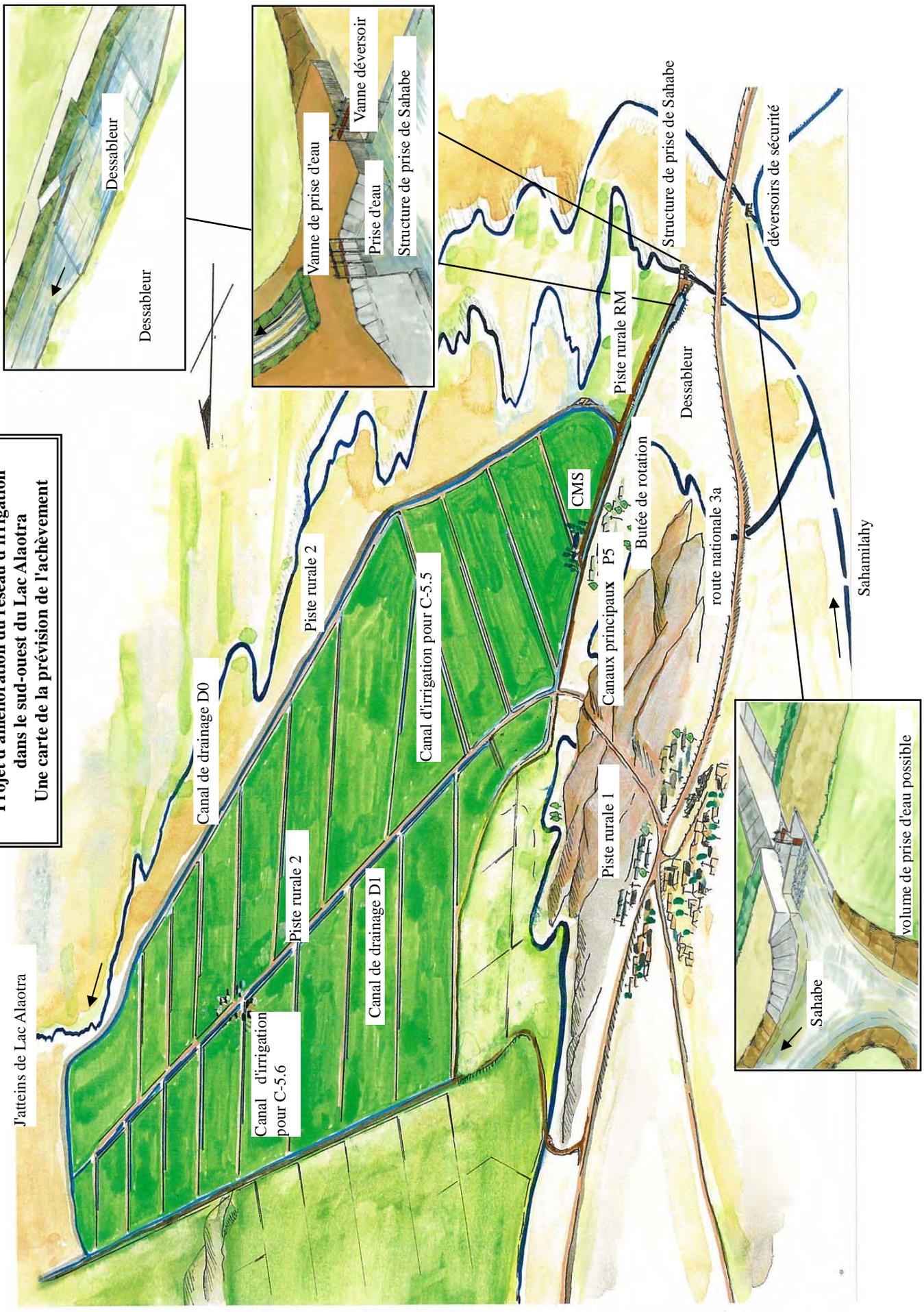
Documents en annexe

1. Liste des membres de la Mission	A1
2. Programme d'étude	A2
3. Liste des personnes rencontrées	A4
4. Procès-verbal des réunions	A5
5. Plan d'assistance technique (Soft Components)	A29
6. Documents de référence/liste des documents fournis	A52

Carte de localisation de la zone d'étude



Projet d'amélioration du réseau d'irrigation dans le sud-ouest du Lac Alaotra
Une carte de la prévision de l'achèvement



J'atteins de Lac Alaotra

Canal de drainage D0

Canal d'irrigation pour C-5.6

Piste rurale 2

Canal de drainage DI

Canal d'irrigation pour C-5.5

CMS

Piste rurale 1

Canaux principaux P5

Butée de rotation

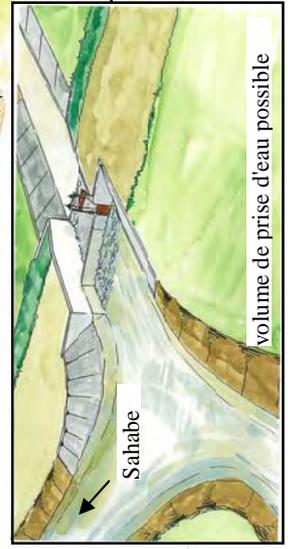
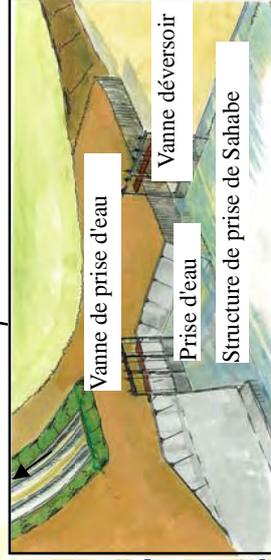
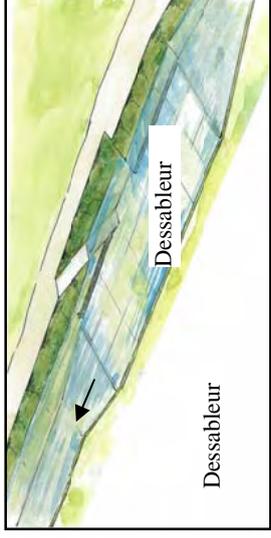
route nationale 3a

Structure de prise de Sahabe

Dessableur

déversoirs de sécurité

Sahamiliaty



Liste des Figures et Tableaux

Tableau 2-2-1-1	Programme de plantation dans les sites de projet	2-6
Tableau 2-2-2-1	Etude de l'orientation de base pour la réhabilitation de la structure de prise.....	2-16
Tableau 2-2-2-2	Calcul hydraulique de la prise d'eau	2-18
Tableau 2-2-2-3	Etude de la grosseur des grains pour la déposition et du volume annuel de la déposition.....	2-21
Tableau 2-2-2-4	Etude de l'orientation de base concernant la réhabilitation des canaux principaux.....	2-28
Tableau 2-2-2-5	Section standard du canal principal et spécifications hydrauliques.....	2-29
Tableau 2-2-2-6	Etude de l'orientation de base pour la réhabilitation des canaux primaires	2-29
Tableau 2-2-2-7	Section standard des canaux pour C-5.3 et spécifications hydrauliques.....	2-30
Tableau 2-2-2-8	Section standard des canaux pour C 5.5 et spécifications hydrauliques.....	2-30
Tableau 2-2-2-9	Section standard des canaux pour C 5.6 et spécifications hydrauliques.....	2-31
Tableau 2-2-2-10	Dimension des ouvrages de dérivation des canaux primaires	2-34
Tableau 2-2-2-11	Normes de mélange de sable et d'argile dans les matériaux de remblai des pistes.....	2-39
Tableau 2-2-2-12	Longueur par tronçon des pistes de contrôle	2-40
Tableau 2-2-2-13	Longueur des pistes pour les travaux.....	2-41
Tableau 2-2-2-14	Système actuel de soutien au périmètre PC23 de la DRDR	2-42
Tableau 2-2-2-15	Comparaison des engins de curage pour les dessableurs.....	2-43
Tableau 2-2-2-16	Fiche d'enquête des canaux d'irrigation secondaires par section.....	2-45
Tableau 2-2-4-1	Contribution à l'exécution des chantiers provisoires	2-70
Tableau 2-2-4-2	Plan d'affectation du personnel pour la conception de l'exécution du Consultant.....	2-70
Tableau 2-2-4-3	Plan d'affectation du personnel pour la conception de l'exécution du Consultant.....	2-71
Tableau 2-2-4-4	Plan de personnel local lors de la conception d'exécution du Consultant.....	2-71
Tableau 2-2-4-5	Plan de personnel du contractant	2-72
Tableau 2-2-4-6	Plan de personnel de sécurité.....	2-74
Tableau 2-2-4-7	Plan de contrôle de la qualité.....	2-75
Tableau 2-2-4-8	Partage des travaux de la fourniture des principaux équipements et matériaux.....	2-76
Tableau 2-2-4-9	Fourniture des engins pour les travaux.....	2-77
Tableau 2-2-4-10	Programmes de soutien par Soft Components (assistance technique) et leur contenu	2-77
Tableau 2-2-4-11	Facteur d'interruption des travaux.....	2-79
Tableau 2-3-3-1	Volumes d'évacuation/absorption des composés d'azote et de phosphore du périmètre PC23 avant l'exécution du projet (Saison des pluies).....	2-84
Tableau 2-3-3-2	Principaux éléments du plan de gestion de l'environnement concernant l'impact sur l'environnement	2-85
Tableau 2-3-3-3	Principaux éléments du plan de monitoring de l'environnement concernant l'impact sur l'environnement.....	2-87
Tableau 2-4-1-1	Responsables de l'opération et maintenance des ouvrages	2-90
Tableau 2-4-1-2	Principaux éléments du plan de monitoring de l'environnement concernant l'impact sur l'environnement.....	2-91
Tableau 2-4-2-1	Répartition des responsabilités entre les gestionnaires pour l'opération et la maintenance du Projet.....	2-92
Tableau 2-5-2-1	Frais annuel d'opération et maintenance de la Fédération AUE et fonds pour les activités de réfection.....	2-93
Tableau 2-6-1	Article du monitoring et partage des frais.....	2-94

Figure 2-2-1-1	Programme de plantation et volume d'eau d'irrigation	2-9
Figure 2-2-1-2	Diagramme de distribution d'eau d'irrigation du projet	2-10
Figure 2-2-1-3	Capacité des ouvrages des canaux d'irrigation et de drainage	2-11
Figure 2-2-2-1	Orientation de la réhabilitation du déversoir de sécurité	2-13
Figure 2-2-2-2	Calcul de la portance du sol du déversoir de sécurité.....	2-14
Figure 2-2-2-3	Conception de la fondation en radier de prise d'eau	2-20
Figure 2-2-2-4	Forme de base du dessableur.....	2-22
Figure 2-2-2-5	Distribution des précipitations, période de manque d'eau de la rivière et ouverture/fermeture de la vanne de prise d'eau	2-23
Figure 2-2-2-6	Plan de base de profondeur de dessableur	2-25
Figure 2-2-2-7	Plan de base de la réhabilitation des ouvrages de dérivation pour les canaux principaux..	2-32
Figure 2-2-2-8	Plan de base de la réhabilitation de l'Ouvrage de dérivation vers les canaux primaires	2-33
Figure 2-2-2-9	Plan de base pour la réhabilitation des ouvrages de dérivation pour les canaux primaires et secondaires.....	2-34
Figure 2-2-2-10	Orientation de la réhabilitation des canaux de drainage D0	2-36
Figure 2-2-2-11	Orientation de la réhabilitation du canal de drainage D1	2-37
Figure 2-2-2-12	Plan de base de réhabilitation de la butée de rotation (section de renfort de la digue).	2-38
Figure 2-2-2-13	Plan de base pour la réhabilitation de la butée de rotation (couronne de la digue)	2-39
Figure 2-2-2-14	Coupe standard de la piste rurale (R1).....	2-39
Figure 2-2-2-15	Section standard de la piste rurale (R2).....	2-40
Figure 2-2-2-16	Section standard de piste de contrôle (RM).....	2-40
Figure 2-2-2-17	Section standard de piste pour les travaux.....	2-41
Figure 2-2-2-18	Plan de base de réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires (section IV) ..	2-46
Figure 2-2-2-19	Plan de base de réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires (section III)...	2-46
Figure 2-2-2-20	Plan de base de réhabilitation de l'Ouvrage de dérivation de canal d'irrigation secondaire	2-47
Figure 2-2-4-1	Procédé d'exécution des travaux	2-78
Figure 2-2-4-2	Projet d'amélioration du système d'irrigation dans le sud-ouest du lac Alaotra, programme à venir (proposition)	2-80
Figure 2-4-1-1	Système d'opération et maintenance des AUE	2-90

ADF	African Development Fund
AFD	Agence Francaise de Développement
AfDB	African Development Bank
AGEX	Agences d'Exécution
AUE	Association des Usagers de l' Eau
BNI-CA	Banque Nationale pour l'Institute-Credit Agricole
BVPI	Bassins Versants et Périmètres Irrigués
CALA	Complete Agronomique de Lac Alatora
CECAM	Caissiers d'Epargne et de Credit Agricole Mutuelles
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CIRAGRI	Circonscription de l'Agriculture
CIREEF	Circonscription de l'Environnement, des Eaux et ForetsC
CMS	Centre Multiplicateur de Semences
DAC	Development Assistance Committee
DIRDR	Direction Inter-Régionale du Développement Rural
DO	Direction des Domaines
DEE	Direction de l'Evaluation Environnementale
DRDR	Direction Regionale de Développement Rural
DREEF	Direction Régionale de l'Environnement, des Eaux et Forêts
EIA	Environmental Impact Assessment
E/N	Exchange of Notes
EU	European Union
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GDP	Gross Domestic Product
GNI	Gross National Income
HIPC	Heavily Indebted Poor Country
IEE	Initial Environmental Examination
JICA	Japan International Cooperation Agency
MAEP	Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche

MAP	Madagascar Action Plan
MECIE	Mise En Compatibilité des Investissements avec l'Environnementaux
MINENVEF	Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts
MGA	Madagascar Ariary
NGO	Non-governmental Organization
ONE	Office National pour Environment
PADR	Plan d'Action pour le Developpement Rural à Madagascar
PC	Perimetre de Colonisation
PREE	Programme d'Engagement Environnemental
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper
PSDR	Projet de Souten au Développement Rural
SOMALAC	Societe malagache d'amengagement du Lac Alaotra
UNDP	United Nations Development Program
UPDR	Unité de Politique de Développement Rural
USAID	United States Agency for International Development

Exchang Rate

1 Ariary = ¥ 0.066

1 US\$ = ¥ 107.12

1 EUR = ¥ 164.30

Chapitre 1

Chapitre 1 Contexte et détails du projet

Madagascar est une île dans l'Océan Indien, ayant un territoire de 587.040 km², une population de 18,6 millions d'habitants et un RNB (Revenu National Brut) par tête d'habitant (2006) de 290 \$ US. L'agriculture, qui compte pour 29% du PIB, est un secteur clé occupant 73% de la population active. Les principaux produits sont des produits alimentaires; la riziculture correspond à 50% de la surface cultivée, mais sa production faible fait problème.

Les environs du lac Alaotra (longueur de 40 km, largeur de 10 km, profondeur d'eau de 1 à 4 m), le plus grand de Madagascar, ont un potentiel de riziculture extrêmement élevé. Les rizières d'environ 100.000 ha produisent 280.000 tonnes de riz par an, ce qui correspond à environ 10% de la demande nationale, et en fait la première zone d'approvisionnement en riz du pays. Du Sud à l'ouest du Lac Alaotra, plusieurs rivières viennent se jeter dans le lac, ce qui élargit la plaine fluviale et forme une zone de rizières; mais à l'Est, se trouvent des montagnes à pente raide d'environ 1000 m d'altitude. La zone amont de ces rivières a été dévastée par la déforestation excessive dans les années 1950, et le phénomène d'effondrement de terre-sable des pentes des montagnes dû aux conditions géologiques s'y ajoutant, de grandes quantités de terre-sable s'écoulent dans les rivières à la saison des pluies, ce qui provoque des problèmes d'inondation par élévation du lit des rivières, de pénétration de terre-sable dans les rizières, de baisse de fonctionnalité des canaux d'irrigation à cause de la pénétration-accumulation de terre-sable dans les canaux d'irrigation.

Pour améliorer cette situation, Madagascar a demandé au Japon l'établissement d'un plan directeur en vue de la protection de l'environnement dans cette zone et l'assurance des activités génératrices du revenu durables des populations. En réponse, la JICA a réalisé une Etude sur le Développement Rural et l'Aménagement des bassins versants dans la Région Sud-Ouest d'Alaotra (2003-2008) (ci-dessous reprise "Etude de développement") pour établir un Plan directeur. Dans le périmètre PC23, site du projet, l'approvisionnement stable en eau d'irrigation est difficile à cause du manque d'ouvrages de dérivation d'eau irriguée dans les cours d'eau, et la dégradation des ouvrages d'irrigation et de drainage existants construits dans les années 1960-70, ainsi que le manque d'eau suite à la baisse des fonctions d'écoulement d'eau à cause du sable accumulé dans les canaux, constituent des obstacles. Par conséquent, le Projet de renforcement de la capacité agricole du Périmètre Tsaratanibary PC23 dans le Sud-Ouest du Lac Alaotra, qui est un avant-projet du présent Projet, a été prioritairement proposé comme Plan d'action 1 dans le cadre du Plan directeur du projet prioritaire.

Au cours de cette Etude de développement, un projet pilote a aussi été réalisé dans le système d'irrigation opéré par AUE dans le périmètre PC23, et la réhabilitation de canaux de drainage secondaires, le renforcement de l'organisation des AUE, la formation à l'opération et maintenance des ouvrages d'irrigation et de drainage ont été exécutés. Le système de maintenance des AUE ayant été établi dans ce projet pilote, le gouvernement malgache a demandé au Japon la réhabilitation d'ouvrages

d'irrigation et de drainage, ainsi que de nouvelles constructions sur la base du Plan d'action 1 afin de résoudre le problème de manque d'eau d'irrigation dans le Sud du périmètre PC23.

La partie malgache ayant prévu initialement une surface bénéficiaire de 1.500 ha, la requête a porté principalement sur la réhabilitation d'ouvrages existants, les nouvelles constructions étant des vannes de prise d'eau, des dessableurs et des bâtiments. Lors de l'étude préliminaire, il a été jugé que la réhabilitation de canaux d'irrigation, canaux de drainage et pistes rurales sur une surface bénéficiaire de 4.570 ha était pertinente. Après classement des résultats de l'étude préliminaire et de l'étude du concept de base, le contenu de la requête avec ordre de priorité (niveau de priorité A : nécessaire, niveau de priorité B : plutôt nécessaire, et niveau de priorité C: peu nécessaire) ci-dessous a été défini.

Ordre de priorité A

Articles	Requête initiale	Requête amendée	
	Qté	Points modifiés	Qté
1) Réhabilitation des déversoirs de sécurité	1	Modification par ajout de vanne	1
2) Réhabilitation des structures de prise (incluant l'installation d'une vanne de prise)	1	Pas de modification	1
3) Construction de dessableurs	1	Pas de modification	1
4) Réhabilitation de canaux d'irrigation principaux (ouvrages de dérivation y compris)	6,4km	Pas de modification	6,4km
5) Réhabilitation de canaux d'irrigation primaires (ouvrages de dérivation y compris)	7,9km	Allongement	17,45km
6) Réhabilitation de canaux de drainage primaires (vannes de régulation du niveau d'eau y compris)	22,9km	Pas de modification	22,9km
7) Réhabilitation de butée de rotation	1,5km	Pas de modification	1,5km
8) Réhabilitation de piste rurale (piste rurale 1, piste rurale 2, piste de contrôle)	30,5km	Réhabilitation partielle de la piste de contrôle	30,5km
9) Soft Components	Néant	Addition	1 jeu
10) Fourniture d'engins de curage	Néant	Addition	1

Ordre de priorité B

Articles	Requête initiale	Requête amendée	
	Qté	Points modifiés	Qté
1) Réhabilitation de canaux d'irrigation secondaires	15,9km	Allongement, réhabilitation partielle	42,8km
2) Réhabilitation de canaux de drainage secondaires	22,4km	Allongement, réhabilitation partielle	63,4km
3) Réhabilitation de la piste rurale 3	15,4km	Allongement, réhabilitation partielle	42,8km

Ordre de priorité C

Articles	Requête initiale	Requête amendée	
	Qté	Points modifiés	Qté
1) Construction de bâtiments de gardiennage	2	Hors du projet	2
2) Construction de bâtiments bureau	1	Hors du projet	1

Chapitre 2

Chapitre 2 Contenu du Projet

2-1 Description sommaire du Projet

2-1-1 Objectif supérieur et objectif du Projet

"L'augmentation du rendement du riz de Madagascar" est indiquée comme objectif supérieur dans les Caractéristiques spéciales du Projet et le "Contenu de la requête" du Projet.

L'objectif supérieur est l'effet de développement espéré en tant que résultats d'achèvement des objectifs du Projet. La dégradation des ouvrages d'irrigation existant dans la région sud-ouest du Lac Alaotra (Périmètre PC23) empêche l'approvisionnement de l'eau d'irrigation nécessaire de manière stable aux terrains bénéficiaires. Le retour à l'approvisionnement stable en eau d'irrigation permettra l'augmentation, voire la stabilisation de la production de produits agricoles (riz) sur les terrains bénéficiaires. Par conséquent, l'objectif supérieur de ce Projet sera comme suit.

Augmenter le rendement du riz de Madagascar

Et d'après les Caractéristiques spéciales, "Fournir de l'eau agricole de manière stable dans la partie sud du périmètre PC23" est proposé comme objectif du Projet dans le Contenu de la requête pour ce projet.

Pour l'approvisionnement stable en eau agricole, il est indispensable de réaménager les ouvrages d'irrigation dans la région sud-ouest du Lac Alaotra. Dans ce but l'aménagement de l'infrastructure agricole, incluant la réfection des canaux de drainages et des pistes rurales, et l'organisation et le renforcement des activités des AUE seront nécessaires.

Vu les points ci-dessus, l'objectif du projet de réhabilitation des ouvrages d'irrigation dans la région sud-ouest du Lac Alaotra sera comme indiqué ci-dessous.

Fournir de l'eau agricole de manière stable dans la partie sud du périmètre PC23

2-1-2 Abrégé du projet

(1) Zone objet du projet

La zone du projet sera la partie sud du périmètre d'irrigation PC23 (4.520 ha) qui se situe dans la région d'Alaotra-Mangoro. Les ouvrages d'irrigation et canaux de drainage concernés sont les déversoirs de sécurité au bord de la rivière Sahabe, la structure de prise de Sahabe située à 700 m en aval et les canaux principaux P5 de prise d'eau de la structure de prise de Sahabe. La zone bénéficiaire est divisée en 23 périmètres d'irrigation, où se trouvent env. 1.200 exploitations agricoles. Pour la riziculture, la plantation se fait actuellement de novembre à janvier de l'année suivante, et la récolte en mai. Le rendement est en moyenne de 2,5 à 3,0 t/ha.

Dans la zone concernée, l'absence d'ouvrages de réglage du volume d'eau d'irrigation fourni par la source d'eau permet difficilement de fournir un volume d'eau d'irrigation stable, et la dégradation des ouvrages d'irrigation existants mis en place dans les années 1960-70, et le manque d'eau à cause de la

baisse de capacité d'écoulement due aux dépôts de sable dans les canaux, font obstacle à la production de riz. Par ailleurs, les périmètres où l'irrigation est actuellement mauvaise parce que leur élévation est supérieure à celle du niveau d'eau d'irrigation et que les canaux tertiaires ne sont pas aménagés, sont estimés à environ 1.200 ha d'après les levés transversaux et les interviews des agriculteurs etc.

Les principaux problèmes concernant le drainage de l'eau d'irrigation sont les suivants.

- 1) Le volume de prise d'eau de la rivière est insuffisant.
- 2) La pénétration de terre et sable dans les canaux principaux est importante.
- 3) Les ouvrages de distribution d'eau ne fonctionnent pas bien, et ne distribuent pas l'eau correctement.
- 4) En aval, l'eau d'irrigation est chroniquement insuffisante.
- 5) Les mesures contre la pénétration de l'eau inondée sont insuffisantes.
- 6) Les pistes rurales sont effondrées et inutilisables pour les travaux agricoles et la maintenance des ouvrages.
- 7) Les ouvrages ne sont pas opérés et entretenus correctement.
- 8) L'existence de périmètres élevés où l'alimentation en eau d'irrigation est difficile.

(2) Contenu de la requête faite au Japon

Suite à l'étude en site réalisée dans le cadre de l'étude du concept de base ci-dessous, l'ordre de priorité du contenu de la requête a été classé (Ordre de priorité A: nécessaire, B: un peu moins nécessaire, C: peu nécessaire). Lors de l'exécution, le rétablissement à l'état d'origine des ouvrages existants sera en principe assuré, relèvement de la structure de prise, élargissement des canaux ne seront pas exécutés. Les ouvrages seront en principe conçus sur la base des capacités d'écoulement d'eau après le rétablissement à l'état d'origine en tant que volume d'eau de conception.

A.

- (1) Rétablissement de déversoir de sécurité (mise en place de vanne de chasse, rétablissement de seuil immergé)
- (2) Réhabilitation de structure de prise d'eau (construction d'une nouvelle vanne)
- (3) Réhabilitation de canaux principaux d'irrigation (6,4 km) et de canaux primaires d'irrigation (longueur totale de 17,45 km)
- (4) Installation/renouvellement de vanne dérivateur de canaux d'irrigation (40 unités)
- (5) Réhabilitation de canaux de drainage primaires (longueur totale de 22,91 km)
- (6) Installation/renouvellement de vanne de régulation de niveau d'eau des canaux de drainage (36 unités)
- (7) Réhabilitation de butée de digue de protection (longueur totale de 1,5 km)
- (8) Réhabilitation de piste rurale – piste de contrôle (9,2 km), piste rurale 1 (5,1 km) et piste rurale 2 (16,2 km)
- (9) Assistance technique : renforcement des AUE, amélioration des techniques de gestion de l'eau
- (10) Installation de dessableur (1 emplacement)
- (11) Fourniture d'un engin pour le curage (excavatrice)

B:

- (1) Réhabilitation de canaux secondaires d'irrigation (longueur totale 42,8 km, mais réhabilitation partielle)
- (2) Réhabilitation de canaux secondaires de drainage (longueur totale 63,4 km, mais réhabilitation partielle)
- (3) Piste rurale 3 (longueur totale 42,8 km, mais réhabilitation partielle)

C :

- (1) Construction de bâtiments de gardiennage (2 bâtiments)
- (2) Construction de bâtiments bureau (bureau d'AUE) (1 bâtiment)

(3) Résultats attendus et indicateurs des résultats

Les résultats attendus et les indicateurs des résultats suite à l'achèvement de "Fournir de l'eau agricole de manière stable dans la partie sud du périmètre PC23", qui est l'objectif du Projet, sont comme suit.

	<u>Résultats</u>	<u>Indicateurs</u>
Résultats directs	<ol style="list-style-type: none">1. Rétablissement du volume de prise d'eau possible2. Pénétration de sable réduite3. Le curage du sable est facilité4. Réduction des pertes de passage d'eau5. Réduction des dégâts dus aux inondations6. Réduction du temps de passage7. Rétablissement de la surface irriguée réelle8. Gestion adaptée de l'eau, maintenance convenable des ouvrages	<ol style="list-style-type: none">1. Volume de prise d'eau d'irrigation2. Dépôt du sable dans les dessableurs3. Réalisation en utilisant les équipements fournis4. Perte de passage d'eau5. Surface inondée en aval de la structure de prise et durée de l'inondation6. Temps de passage7. Surface irriguée réelle8. Etablissement d'un plan d'utilisation des sols et d'un registre comptable
Résultats indirects	<ol style="list-style-type: none">1. Augmentation de la production de rizons de la partie sud du périmètre PC232. Diminution des disputes concernant l'eau entre les bénéficiaires	<ol style="list-style-type: none">1. Production de rizons de la partie sud du périmètre PC232. Amélioration du taux de volonté de paiement

2-2 Concept de base

2-2-1 Orientation de conception

2-2-1-1 Orientation générale

Dans ce projet de Coopération financière non-remboursable, le concept de base sera établi pour les 4 ouvrages ci-dessous et l'assistance technique.

- (1) Ouvrages d'irrigation
- (2) Canaux de drainage
- (3) Déversoirs de sécurité
- (4) Pistes rurales
- (5) Assistance technique

La réhabilitation de ces ouvrages permettra de réaliser l'objectif du projet qui est l'approvisionnement en eau d'irrigation stable et équitable des zones bénéficiaires.

Les orientations de base pour l'aménagement des 4 ouvrages ci-dessus et pour l'Assistance technique sont définies comme indiqué ci-dessous pour réaliser cet objectif.

Orientation de base 1 – Principe de rétablissement à l'état d'origine des ouvrages existants

Ce qui fait obstacle à la production de riz dans la zone de l'étude, c'est que les ouvrages construits dans les années 1960-70, sont vieillis, et sont devenus partiellement inopérables à cause du manque de maintenance. L'étude pour ce projet sera exécutée sous l'orientation de base de pouvoir réaliser les objectifs de production attendus dans la zone par réhabilitation des fonctions des ouvrages. Par conséquent, la définition du volume de drainage du projet sur la base du projet de surface bénéficiaire/culture, qui est la méthode de conception conventionnelle, et la procédure de planification et conception des ouvrages sur cette base, ne sera pas adoptée. Concrètement, l'assurance du volume d'eau actuel des ouvrages servira de principe, et l'augmentation du volume de prise et le renforcement de la capacité d'écoulement d'eau par élargissement de la section des canaux d'approvisionnement en eau ne seront pas prévus.

Orientation de base 2 – Amélioration du système hydraulique donnant la priorité à l'amont

Actuellement, la gestion de l'eau se fait avec priorité à l'amont par des ouvrages hydrauliques, comme vannes en aluminium et distributeurs. Cela provoque non seulement une inégalité dans la distribution de l'eau d'irrigation, mais fait aussi stagner la vitesse d'écoulement et favorise l'accumulation de sable dans les canaux d'approvisionnement. Par conséquent, la révision de la gestion de l'eau à priorité du cours supérieur permettra la distribution à égalité de l'eau d'irrigation, et des vannes de régulation du niveau d'eau et des ouvrages dérivateurs seront introduits pour contrôler la vitesse d'écoulement dans les canaux afin de réduire autant que possible l'accumulation de sable dans les canaux.

Orientation de base 3 - Aménagement centrée sur l'eau

L'objectif de ce projet étant de "fournir de l'eau d'irrigation de manière stable", la réhabilitation des ouvrages d'irrigation doit être considérée de manière prioritaire. Comparés aux canaux d'irrigation dont les fonctions sont considérablement détériorées à cause du sable accumulé etc. les canaux de drainage conservent leurs fonctions pratiquement partout. Il y a ponctuellement des emplacements où les fonctions sont incomplètes à cause de l'écroulement d'un talus ou la destruction artificielle, mais la réhabilitation limitera ces emplacements. La réhabilitation ne sera pas exécutée si la capacité en tant que canaux de drainage est maintenue même si la forme de la section initiale de construction est dégradée.

Orientation de base 4 – Introduction d'ouvrages réduisant l'accumulation de sable dans les canaux

Le point faible du système hydraulique de cette région est que l'eau turbide de sable et terre de la rivière est prise telle quelle au point de prise, ce qui entrave la capacité de distribution d'eau d'irrigation définie parce que le sable s'accumule petit à petit à partir de l'amont des canaux d'irrigation. Le projet de réhabilitation prévoit d'empêcher autant que possible la pénétration de sable au point de prise d'eau, d'éliminer mécaniquement le sable ayant pénétré après sédimentation, de sorte que le sable fin restant passe tel quel en suspension dans les canaux d'irrigation et se dépose sur les périmètres.

Orientation de base 5 – Réhabilitation-réaménagement des ouvrages hydrauliques solides à opération simple

La maintenance des ouvrages d'irrigation est commissionnée à l'AUE, et la simplicité des opérations est un élément essentiel de la maintenance. La solidité des ouvrages est un élément indispensable pour réduire la fréquence de réparation des ouvrages suite à une panne, un dommage etc.

Orientation de base 6 – Conception rationnelle présupposant la réduction du coût dans un budget limité

Si l'on considère que les projets de coopération financière non-remboursable, comme les projets publics réalisés au Japon, sont exécutés sur un fonds offert par les contribuables, lors de la conception concrète du contenu de chaque coopération, la conception d'un projet à ouvrages à taille minimale est prévue en tenant compte globalement de la pertinence du contenu de la requête qui a pu être globalement saisie suite à l'étude sur place, des fonctions nécessaires, de la capacité d'exécution et de la capacité de maintenance de l'organisme d'exécution du pays concerné etc.

Orientation de base 7 – Renforcement du système d'exécution pour l'opération et maintenance

Même si les ouvrages actuels sont remis dans leur état d'origine par cette Coopération financière non-remboursable, s'ils ne sont pas opérés et entretenus correctement, il est clair qu'ils se délabreront de toute façon et retomberont dans leur état actuel. Pour éviter cela, le soutien technique des AUE etc. qui s'occuperont de l'opération et maintenance est jugé nécessaire. Dans cette étude, une méthode de soutien technique sera étudiée dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable du projet, et un plan d'assistance technique (Soft components) sera établi pour son exécution.

2-2-1-2 Conditions géologiques et nature du sol

(1) Généralités de la géologie et nature du sol

La zone objet de ce projet et ses environs se composent d'une pente très douce d'ouest en est à une altitude de 763 à 755 m, (1/1500 environ en amont, pratiquement pas de pente en aval), et le sol de latérite, formé avec des granites et gneiss comme roches encaissantes, transporté et déposé par l'action de la rivière Sahabe, se situe dans la plaine alluviale. Le sol se compose de sable fin incluant du silt et de l'argile, et la teneur en sable de la rivière Sahabe diminue d'amont en aval.

(2) Emplacements des déversoirs de sécurité

Les carottages (profondeur de 22 m) exécutés aux emplacements des déversoirs de sécurité indiquent que l'élément principal de la structure géologique passant du sable fin à l'argile, la structure varie un peu selon la profondeur, mais qu'en principe, les roches représentées par le silt dominant.

La nature du sol aux environs des ouvrages de base et la portance du sol est meuble : la couche superficielle (jusqu'à 4 m de profondeur) étant en silt ou sable fin, N est de 5 à 7 environ. Au-dessous (profondeur de 5 à 9 m), la couche de sable est à grains plus grossiers, et N est de 15 environ. Encore

plus bas, c'est une couche de sable mélangée de silt; à une profondeur de 10-14 m, N = 6 à 13, et plus bas (profondeur de 15-22 m), N = 20 environ.

Le sol de base est comme indiqué ci-dessus principalement composé de silt et de sable fin, la longueur d'infiltration définie sera assurée.

(3) Emplacement des structures de prise de la rivière Sahabe

Les carottages (profondeur de 18 m) ont montré qu'une couche de silt-sable à grains un peu plus gros (des agglomérés de grains de 6 mm maximum sont mélangés à une profondeur max. de 18 m) était formée à partir des déversoirs de sécurité. La couche au-dessus de 4-6 m de profondeur a une valeur N inférieure à 10, ce qui en fait un sol meuble; plus en profondeur, la couche de sable (profondeur 7 -18 m) a une valeur N de 16 à 25 environ.

2-2-1-3 Conditions d'exploitation agricole et d'irrigation

(1) Conditions d'exploitation agricole

Le système de culture actuel est défini comme système de base pour les conditions d'irrigation dans ce projet de coopération. Pour l'exécution des canaux principaux P5, l'exploitation agricole ci-dessous est réalisée sur la base de la relation de position géographique entre les canaux et les terrains bénéficiaires, et la période d'écoulement de la rivière Sahabe (après la prise d'eau dans le cours supérieur de la rivière Sahabe). Compte tenu de la situation actuelle, le programme de plantation pour l'irrigation après réhabilitation des ouvrages d'irrigation est défini comme suit (voir la Tab. 2-1-1).

Tableau 2-2-1-1 Programme de plantation dans les sites de projet

Etat actuel d'exploitation agricole/irrigation	Bloc d'irrigation	Période de démarrage de la plantation		Période de récolte	Surface irriguée (ha)
		Etat actuel	Programme		
Cours supérieur : terres le long des canaux où l'approvisionnement en eau d'irrigation est relativement bon, terres agricoles de CMS y compris	No.1~5 No.13~16	Novembre – début décembre	Fin octobre – début décembre	Mai	1.498
Cours moyen: terres où l'approvisionnement en eau d'irrigation est exécuté, mais n'est pas bon	No.6~12 No.17~18	Fin décembre - janvier	Début décembre – mi-janvier	Mai	1.868
Cours inférieur : terres non approvisionnées en eau d'irrigation, utilisées comme terres à eaux pluviales, semis direct dans les champs humides, prairies	No.19~23	Novembre – janvier	Début décembre – mi-janvier (voir note)	Mai	1.154

Note: La période de commencement de la plantation dans le cours inférieur sera identique à celle du cours moyen une fois que l'eau d'irrigation sera approvisionnée.

Le plan d'irrigation s'appuie sur le programme de plantation actuel du tableau ci-dessus, mais une fois que l'approvisionnement en eau d'irrigation sera assuré de manière stable sur tous les blocs irrigués, la période de démarrage de la plantation dans le cours moyen et inférieur devrait petit à petit passer à la même période que dans le cours supérieur. La promotion de l'introduction d'une nouvelle semence (semence thermosensible à période de maturation moyenne) laisse aussi penser au transfert de la période de plantation à la période d'eau d'irrigation abondante du début janvier – mi février.

(2) Volume d'eau d'irrigation sur la base du calcul du bilan de l'eau

Si l'on calcule le bilan de l'eau (2 cas: pas de pluies, pluies après six mois de sécheresse) sur la base du programme de plantation, vu l'écoulement instable de la rivière Sahabe et l'influence de la prise d'eau d'irrigation dans le bassin de la rivière Sahabe de la mi-novembre au début décembre qui est la période de commencement de la plantation, il y a une période de manque d'eau d'approvisionnement; mais en volume total, un volume d'approvisionnement suffisant peut être obtenu pendant cette période. La prise d'eau à la période de commencement de prise d'eau de la rivière Sahabe sera autant que possible similaire aux habitudes d'irrigation actuelles, et il est souhaitable d'introduire de l'eau sur les parcelles en tant qu'eau pour les plants et pour le labour.

La Figure 2-1-2 indique le diagramme de distribution d'eau sur la base du programme de plantation. Le volume d'eau unitaire sera de 1,76 l/sec./ha ($8,0 \text{ m}^3/\text{sec} \cdot 4.520 \text{ ha}$) s'il ne pleut pas, et de 1,27 l/sec./ha ($5,78 \text{ m}^3/\text{sec} \cdot 4.520 \text{ ha}$) s'il pleut après six mois de sécheresse. (Lors de l'étude préliminaire, 1,04 l/sec./ha a été calculé pour une efficacité d'irrigation supposée de 64%, mais dans l'étude du concept de base, une efficacité d'irrigation de 50% a été adoptée après discussions avec l'autre étude en cours SAPROF. Les précipitations efficaces ont été calculées conformément à Irrigation and Drainage Paper No. 24 de la FAO.

(3) Capacité des ouvrages sur la base du volume d'eau d'irrigation

La capacité des ouvrages des canaux sera comme suit, conformément aux valeurs du projet indiquées dans le diagramme de distribution d'eau existant.

Prise d'eau à la structure de prise de la rivière Sahabe	$8,0 \text{ m}^3/\text{sec}$
Canaux principaux P5 (du point de prise d'eau à la vanne de régulation du niveau d'eau)	$8,0 \text{ m}^3/\text{sec}$
Canaux principaux P5 (de la régulation du niveau d'eau à l'extrémité)	$6,0 \text{ m}^3/\text{sec}$
C5.3	$0,41 \text{ m}^3/\text{sec}$
C5.5 (début)	$2,5 \text{ m}^3/\text{sec}$
C5.6 (début)	$3,5 \text{ m}^3/\text{sec}$

Ces valeurs du projet et volumes d'eau d'irrigation par période ont permis d'établir la capacité des ouvrages des canaux d'irrigation comme indiqué sur la Figure 2-1-3. La capacité des ouvrages des canaux secondaires a été définie dans la section 3 ($0,3 \text{ m}^3/\text{sec}$, $0,2 \text{ m}^3/\text{sec}$, $0,1 \text{ m}^3/\text{sec}$.) à partir du diagramme de distribution d'irrigation existant.

(4) Volume d'eaux drainées du projet

Le volume d'eau drainée des canaux primaires du projet est comme indiqué ci-dessous, sur la base des valeurs du projet indiquées dans le diagramme de distribution des eaux drainées existant.

D0;	$2,0 \sim 7,0 \text{ m}^3/\text{sec}$
D1;	$7,0 \sim 14 \text{ m}^3/\text{sec}$

Si l'on considère la surface de drainage actuelle, le volume d'eaux drainées unitaire est de 4,8 à 5,4 l/sec.ha, sur la base de ces volumes d'eaux drainées du projet. (Par ailleurs, le volume d'eaux drainées unitaire sur la base du drainage pendant 3 jours des eaux pluviales journalières maximales (pluies journalières à probabilité de 5 ans de 124,9 mm, pluies journalières à probabilité de 10 ans de 144,0 mm) a été calculé comme indiqué ci-dessous.

Probabilité	Précipitations journalières (mm)	Volume d'eaux drainées unitaire (drainage sur 3 jours)(l/sec./ha)
1/5	124,9	4,82
1/10	144,0	5,56

Ces valeurs sont similaires au volume d'eaux drainées unitaire ci-dessus, et jugées pertinente comme volume d'eaux drainées unitaire des rizières.)

Le volume d'eaux drainées du projet pour les canaux secondaires est de $Q = 1,1$ à $1,5 \text{ m}^3/\text{sec}$. si l'on calcule à partir du volume d'eaux drainées unitaire ci-dessus et de la surface de drainage des blocs irrigués.

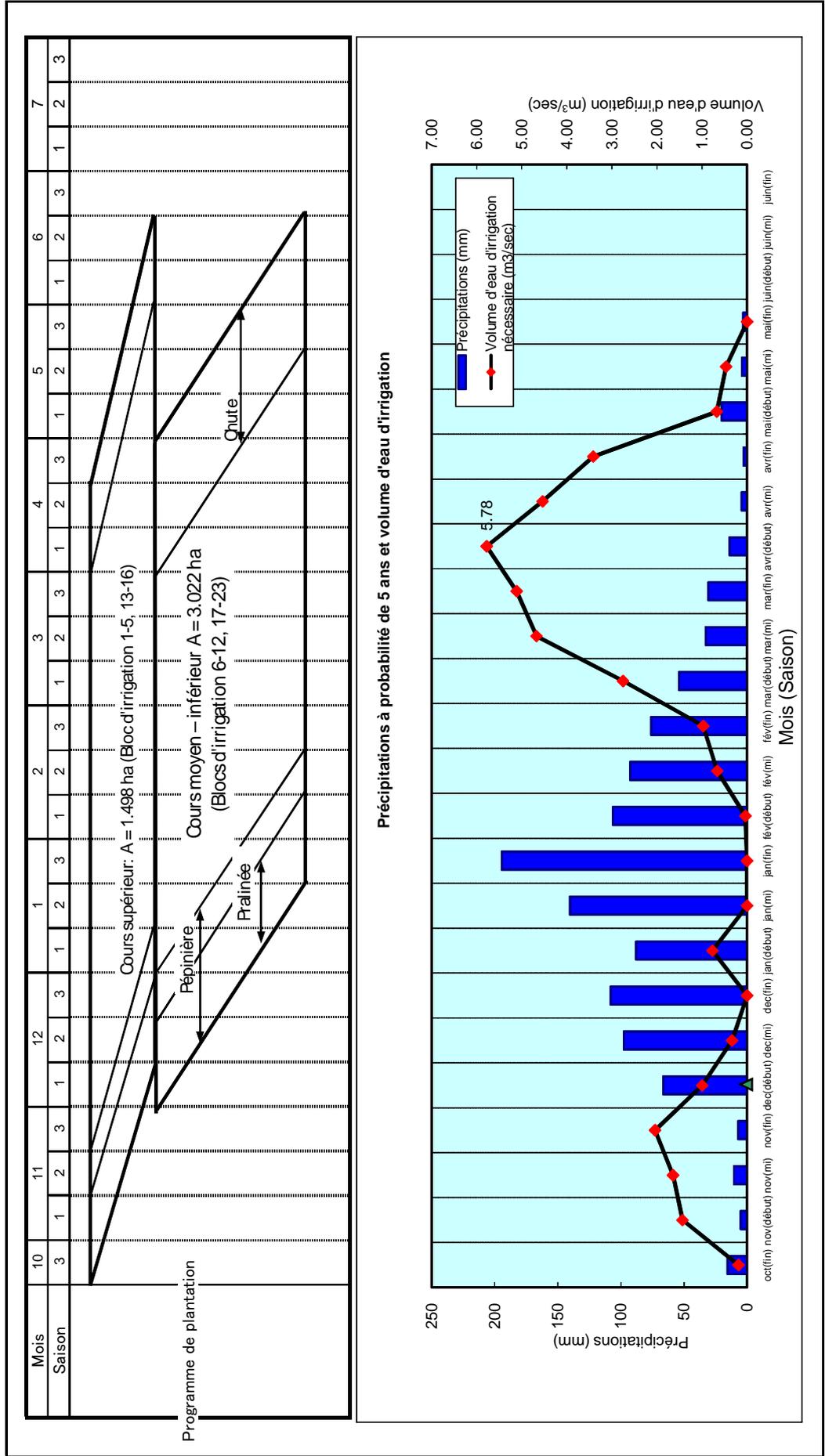


Figure 2-2-1-1 Programme de plantation et volume d'eau d'irrigation

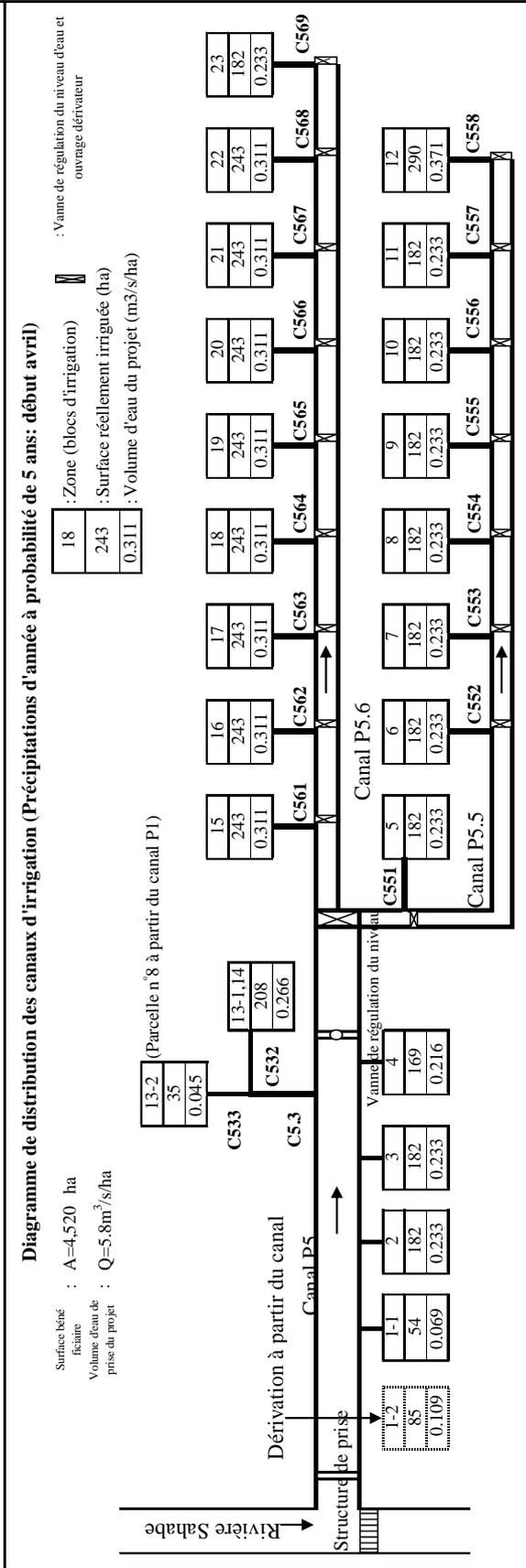
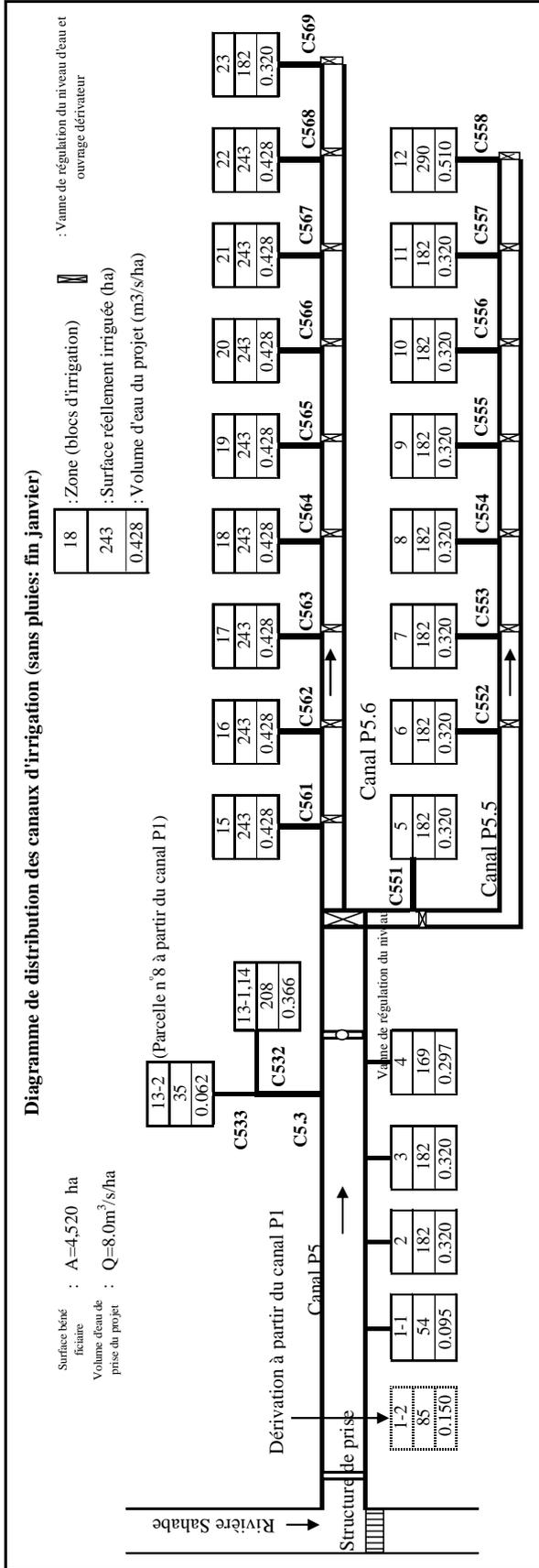


Figure 2-2-1-2 Diagramme de distribution deau d'irrigation du projet

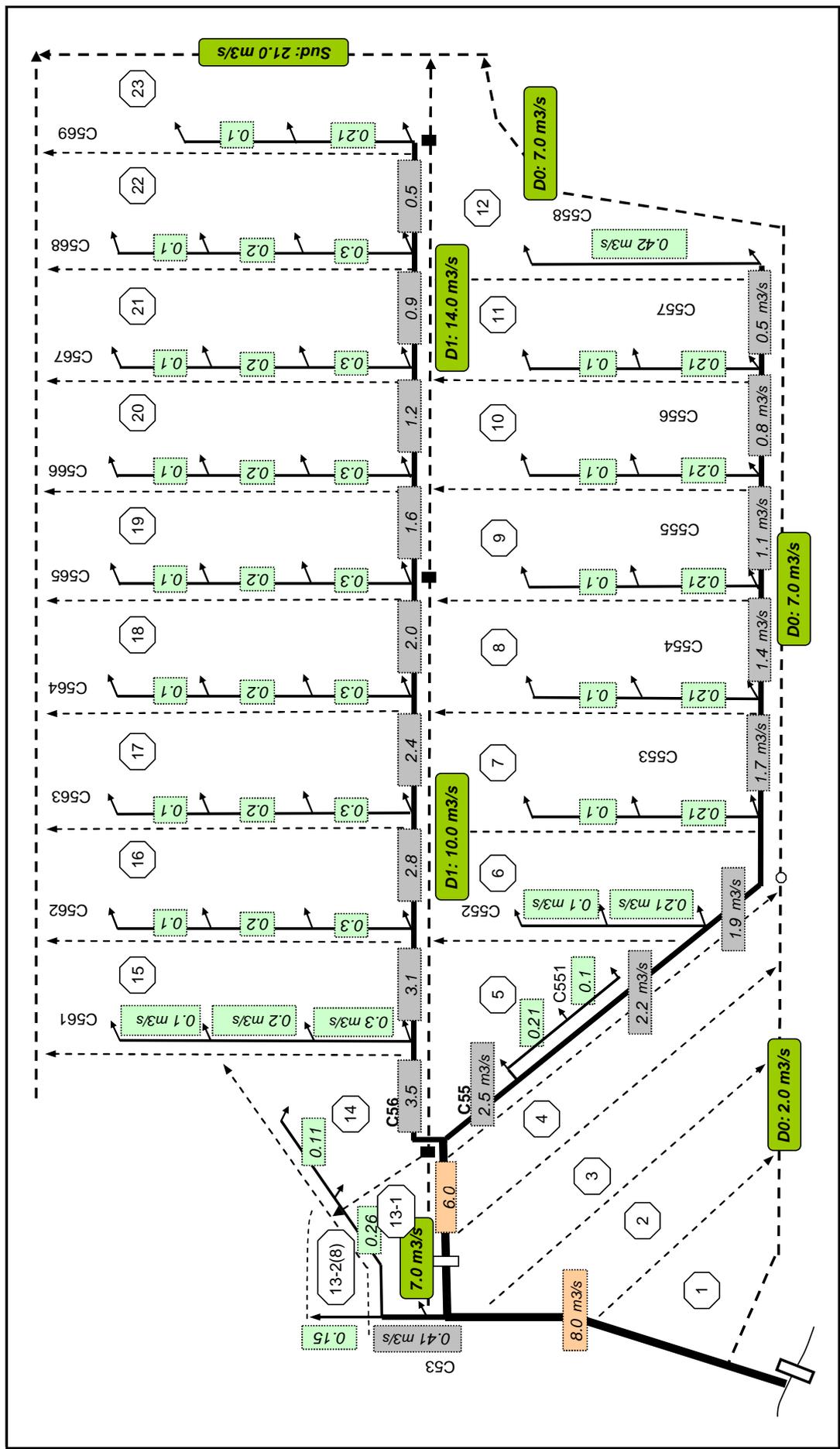


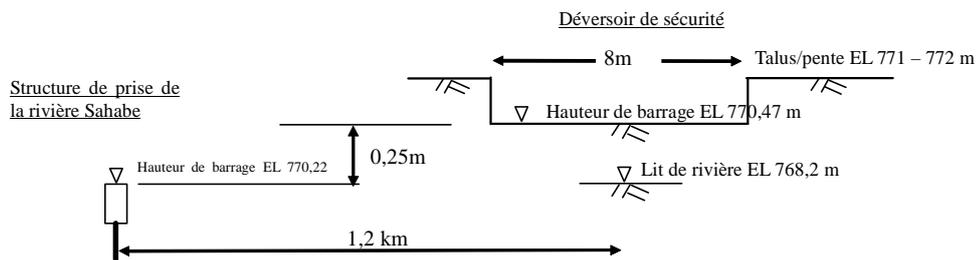
Figure 2-2-1-3 Capacité des ouvrages des canaux d'irrigation et de drainage

2-2-2 Concept de base

2-2-2-1 Réhabilitation des déversoirs de sécurité

(1) Conditions de conception

- 1) Il s'agit de la réhabilitation des déversoirs de sécurité (déversoir latéral de canal à barrage de 8 m construit à 1,2 km en amont de la structure de prise), mais comme l'effet de réduction de l'inondation des ouvrages actuels était insuffisant, un accord a été obtenu avec les agriculteurs en aval pour la construction de vannes mobiles en même temps que la réhabilitation et prolongement du déversoir. Lors de la réhabilitation, la hauteur du sommet du barrage actuel (EL 770,22 m) restera inchangée, compte tenu de l'assurance du niveau d'eau de prise de la structure de prise de la rivière Sahabe.



- 2) Les discussions avec les agriculteurs en amont ont permis de savoir que la zone limite affectée par les inondations était à 5 km des ouvrages actuels. L'étude du relief de la rivière et de l'élévation des rizières sur cette section a montré que la rivière était en pente raide en amont, mais que la pente moyenne du lit de la rivière était de 1/1000 – 1500 dans cette section et l'élévation des rizières de EL 774 – 775 m à 5 km en amont. La section transversale actuelle de la rivière varie considérablement : des emplacements sans talus, des emplacements sans dénivellation entre le lit de la rivière et les rizières adjacentes, et des emplacements où la section est clairement rétrécie à cause de l'accumulation de sable ont été identifiés.



La section transversale irrégulière et la pente de la rivière laissent à penser que tant que le flux d'inondation s'écoule dans la coupe de la rivière, le phénomène de remous aux emplacements des déversoirs n'a pas d'influence jusqu'à 5 km en amont.

- 3) Il n'y a pas de données mesurées du volume d'inondation de la rivière Sahabe. Le modèle de débit indique que le volume d'inondation maximum est de 1.875 m³/sec à précipitations à probabilité de 2 ans et de 2.460 m³/sec à précipitations à probabilité de 5 ans (étude de développement de la JICA < Etude sur le Développement Rural et l'Aménagement des bassins versants dans la Région Sud-Ouest d'Alaotra (2003.08-2007.08)>). Par ailleurs, le débit possible de la rivière est estimé à 60 m³/sec maximum compte tenu de sa forme. Vu cette situation, on peut penser que l'inondation ordinaire fait déborder la rivière, que l'eau inonde la surface des périmètres de riz aux environs, et s'écoule. L'importance des dégâts dus à l'inondation (profondeur d'inondation, durée de

l'inondation) subit sans doute l'influence du phénomène de remous à cause de la capacité d'écoulement insuffisante aux points de passage de la route nationale/chemin de fer.

- 4) Vu l'environnement hydraulique/hydrologique ci-dessus, l'installation de vannes mobiles sur les déversoirs de sécurité pour augmenter le volume d'évacuation au moment de l'inondation ne devrait pas avoir une grande influence directe sur la réduction des dommages dus à l'inondation en amont. L'effet d'ouverture/fermeture des vannes limitera l'eau d'inondation aux limites d'écoulement de la rivière et les terres bénéficiaires seront limitées aux rizières basses adjacentes à la rivière. La réduction de la durée de l'inondation sera aussi limitée de la période d'inondation initiale jusqu'à l'inondation de la surface des rizières environnantes et la période de diminution de l'inondation.
- 5) L'étude a montré qu'il y avait aussi des terres agricoles en aval de la rivière de déversement. Comme l'augmentation de l'écoulement influe sans doute sur les rizières en aval, un projet limitant le volume de déversement pour qu'il ne dépasse pas la capacité d'écoulement de la rivière sera nécessaire.

(2) Orientation de base

Les résultats de l'étude ci-dessus montre que la taille des déversoirs de sécurité sera "la taille des vannes et la longueur des barrages latéraux (longueur actuelle de 8 m + prolongement) seront prévus de manière à ne pas dépasser la capacité d'écoulement de la rivière de déversement", et les spécifications de base seront définies selon la procédure hydraulique ci-dessous.

- 1) La rivière est de forme irrégulière et sinueuse de l'emplacement du déversoir de sécurité à l'emplacement de la structure de prise. Cette section jugée à partir de la coupe de la rivière permet d'estimer la capacité d'écoulement de la rivière Sahabe en aval depuis l'emplacement du déversoir de sécurité à $Q = 55-65 \text{ m}^3/\text{sec}$.
- 2) Comme la rivière Sahabe, la rivière du côté déversement (rivière de déversement) est aussi de forme très irrégulière. D'après la coupe de la rivière en avant/aval du passage de la route nationale, la capacité d'écoulement est d'un maximum d'environ $Q = 40 \text{ m}^3/\text{sec}$.
- 3) La capacité d'écoulement due au débordement du déversoir (longueur 8 m) existant est estimée à environ $Q = 22 \text{ m}^3/\text{sec}$ à partir de la hauteur du déversoir et de la hauteur du talus.
- 4) Si l'on considère la largeur de la rivière existante, et étudie la combinaison de longueur de barrage et taille de vanne, sur la plage de la capacité d'écoulement de la rivière de déversement (inf. à $Q = 40 \text{ m}^3/\text{sec}$), une longueur de barrage de 10 m (8 m existants + prolongement de 2 m) et une largeur de vanne de 2 m (hauteur de 1 m) sont jugées adaptées. Le volume de déversement à ce moment-là a été calculé à $Q = 35 \text{ m}^3/\text{sec}$ ($\leq 40 \text{ m}^3/\text{sec}$).

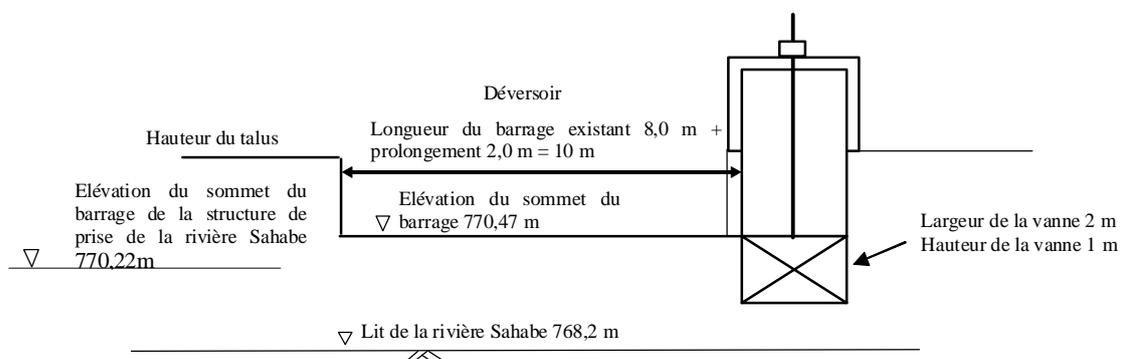


Figure 2-2-2-1 Orientation de la réhabilitation du déversoir de sécurité

(3) Effet d'abaissement du niveau d'eau de la rivière par cette réhabilitation

L'abaissement du niveau d'eau de la rivière à l'emplacement du déversoir de sécurité accélérera la diminution des dégâts dus à l'inondation à la surface des périmètres en amont. En tant qu'effet de réduction de l'eau inondée, on peut penser à la surface des rizières et la durée de diminution de l'inondation concernés, mais le calcul quantitatif est impossible à cause de la relation inconnue entre l'élévation de la surface des rizières et leur surface, ainsi que de la forme irrégulière de la rivière. Cependant si l'on suppose le niveau d'eau de la rivière à l'emplacement du déversoir de sécurité au moment où l'inondation s'écoule dans la section de la rivière (capacité d'écoulement de la rivière dans la section du déversoir de sécurité à la structure de prise $Q = 55 - 63 \text{ m}^3/\text{sec}$. environ), après la réhabilitation (longueur du barrage 10 m + vanne 2,0 m (largeur) x 1,0 m (hauteur)), on peut estimer un abaissement de 0,2 à 0,3 m du niveau d'eau comparé à la situation actuelle (hauteur de barrage de 8 m). La baisse du niveau d'eau à cet emplacement s'étend en amont, et laisse penser à une diminution de la profondeur et de la durée d'inondation de la surface des périmètres aux environs de la rivière.

(4) Conception de la structure du déversoir de sécurité

La coupe réhabilitée de la partie barrage fixe sera ajustée à la partie existante et la conception comme suit.

1) Assurant de la longueur d'infiltration

La structure existant est en bois enfoncée de manière serrée en tant que mur de pieux jet d'eau, et vu la situation sur place, on peut penser que c'est une structure suffisamment stable. En suivant cette méthode, 3 rangées seront enfoncées en amont et en aval pour assurer la longueur d'infiltration.

2) Etude de la portance du sol des fondations

Le sol des fondations est du sable moyen à grossier à $N = 5$ à 7 et 15 environ sous les fondations. Comme indiqué ci-dessous, une portance suffisante peut être obtenue par la méthode de remplacement par des pierres concassées jusqu'à la hauteur du lit de la rivière (EL 767,2 m).

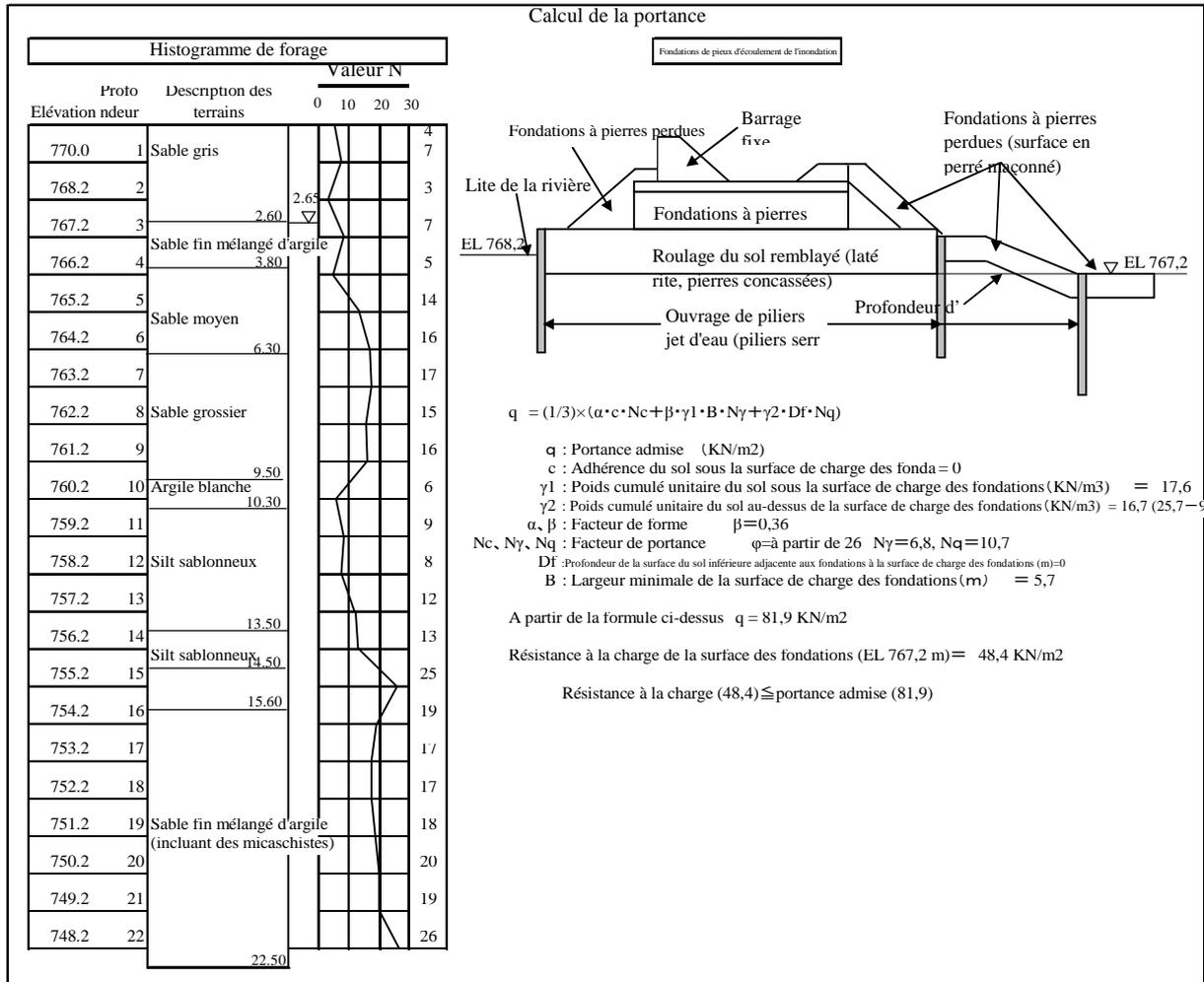


Figure 2-2-2-2 Calcul de la portance du sol du déversoir de sécurité

2-2-2-2 Réhabilitation de la structure de prise

(1) Orientation de base

- 1) La forme de base du déversoir et de la prise d'eau sera fixée après étude comparative des méthodes ci-dessous. La hauteur du sommet du barrage et de la prise d'eau actuelle ne sera pas modifiée pour assurer le niveau d'eau de prise et maintenir le sommet du barrage fixe du déversoir de sécurité.

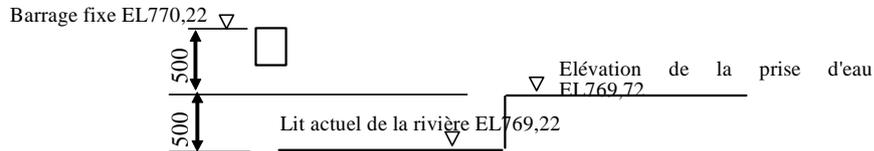


Tableau 2-2-2-1 Etude de l'orientation de base pour la réhabilitation de la structure de prise

Item	A (renouvellement de vanne)
Renouvellement de vannes déversoirs	Renouvellement de 2 vannes déversoirs existants et changement d'une vanne batardeau à la vanne déversoir : Total 3 vannes déversoirs
Structure de base	
Formes de base de déversoir et prise d'eau	Identiques à la structure actuelle Elévation de la prise d'eau 0,5 m
Effet de contrôle de la pénétration de sol/sable, effet d'élimination de sol	L'entassement de terre/sable dans la partie avant de structure de prise se produira facilement même après le rétablissement à l'état initial, mais l'installation de vannes de prise d'eau permettra de contrôler la pénétration de terre/sable et de l'eau des rivières incluant de la terre/sable. Le terre/sable accumulé seront éliminé par 3 vannes déversoirs.
Travaux	Réparation des piliers de barrage Renouvellement de vanne (B:1,70m × H:1,0m × 3 vannes)
Coût des travaux	Limité au minimum

Pour permettre une meilleure élimination de la terre/sable accumulé dans la partie de structure de prise d'eau, on peut considérer la réhabilitation totale de la partie déversoir et la mise en place du radier de déversoir, mais l'opération adéquate de 3 vanne renouvelés permet d'éliminer sans problème la terre/sable. Par ailleurs la construction de vanne de prise d'eau permet aussi de contrôler la pénétration de terre/sable. Même si la terre/sable pénètre dans la vanne, on peut maîtriser la pénétration dans les canaux par accumulation dans le dessableur.

- 2) Les 3 vannes déversoirs actuelles seront réhabilitées, ce qui permettra d'éviter l'entrée de sol/sable et d'éliminer rapidement le sol/sable.
- 3) Des palplanches d'acier sont utilisées pour le barrage fixe existant et l'ouvrage de protection, et la corrosion a été vérifiée aux environs du lit de la rivière à cause de la contrainte de courbure élevée. La réhabilitation a été jugée nécessaire, mais d'après les cas de corrosion de palplanche d'acier antérieurs, les quantités de corrosion envisageables sont comme ci-dessous, mais la réhabilitation ne sera pas effectuée cette fois-ci parce que cela demande plusieurs dizaines d'années.

(Manuel des palplanches d'acier (Nippon Steel Corporation) : la valeur moyenne annuelle générale de la quantité de corrosion en eau douce est de 0,05 mm/an, et de 0,02 mm/an sans le sol; en cas d'exécution dans les années 1970, environ 40 ans se sont écoulés, et la diminution d'épaisseur de plaque prévue est de $0,07 \times 40 \text{ ans} = 3 \text{ mm}$. La corrosion est estimée à environ 3 mm pour une épaisseur de palplanche d'acier de 10 mm; mais dans les conditions de conception ordinaires, une corrosion de conception de 2 mm est incluse recto et verso, cela permet une période d'endurance de plusieurs dizaines d'années.)

(2) Spécifications du projet

1) Conception de la prise d'eau

La prise d'eau sera placée à l'emplacement actuel, et un ouvrage de protection à palplanches d'acier existant restera devant la prise d'eau.

<1> Largeur de la prise d'eau

La section de la prise d'eau sera prévue à une vitesse d'écoulement $v = 0,6 \text{ m/sec} - 1,0 \text{ m/sec}$ (conception standard – conception d'amélioration du sol (structure de prise)), pour empêcher la pénétration du sable en suspension, et la largeur de la prise d'eau sera $B = 20 \text{ m}$.

<2> Prolongement de la prise d'eau

Compte tenu de la prise régulière, le prolongement d'installation de la prise d'eau aura un angle de prise de 30° environ et $L = 15 \text{ m}$.

<3> Section de l'aqueduc de prise

La section de l'aqueduc de prise aura une structure en série de 3 éléments carrés de 1,50 m de côté permettant une vitesse d'écoulement supérieure à 1,0 m/sec environ, compte tenu de l'opérabilité des vannes, de la vitesse du flux sans accumulation de terre/sable dans le canal, le contrôle de la charge perdue, une structure sûre etc.

<4> Calcul hydraulique

Les spécifications de base ci-dessus ont permis le calcul hydraulique de la prise d'eau comme suit, avec le volume de prise du projet de $8,0 \text{ m}^3/\text{sec}$ (sans précipitations) et de $5,8 \text{ m}^3/\text{sec}$ (avec précipitations).

Tableau 2-2-2-2 Calcul hydraulique de la prise d'eau

Volume de prise du projet (m ³ /s)	Prise d'eau		Dans l'aqueduc de prise		Entrée du dessableur		Remarques
	Niveau d'eau (m)	Vitesse d'écoulement (m/s)	Niveau d'eau (m)	Vitesse d'écoulement (m/s)	Niveau d'eau (m)	Vitesse d'écoulement (m/s)	
8,0	770,22	0,868	770,087	1,381	770,072	0,827	Sans précipitations
5,8	770,22	0,588	770,135	0,965	770,137	0,674	Avec précipitations

1,6 fois la vitesse à la prise est assurée pour la vitesse de conception dans l'aqueduc, ce qui permettra d'empêcher l'accumulation de sable. Cette valeur ne fait pas de problème non plus sur le plan de l'opérabilité manuelle de la vanne.

<5> Empêchement de fuite d'eau par l'assurance de la longueur d'infiltration

La longueur d'infiltration sera assurée pour éviter la fuite d'eau le long de la section de l'aqueduc. La longueur d'infiltration conçue sera plus grande que celle obtenue par la méthode de Bligh ou Lane, pour assurer la longueur d'infiltration.

a) Calcul de la longueur d'infiltration nécessaire

La nature du sol aux environs des fondations est une couche complexe allant de l'argile mélangée de sable au sable grossier. Il sera considéré comme sable moyen dans l'étude ci-dessous.

Méthode de Bligh

$$S \geq C \cdot \Delta H$$

S: Longueur d'infiltration mesurée le long du côté de la fondation

C: Facteur différent selon le type de fondation: C = 12 (sable fin) – 15 (sable grossier); C = 13,5 a été adopté.

ΔH : Différence de niveau d'eau max. amont/aval (m): La différence d'élévation 772,0 – 768,8 = 3,2 m entre la partie inférieure des canaux d'eau des terminal de prise d'eau et HWL de la rivière Sahabe a été adoptée (HWL de la rivière Sahabe: hauteur du barrage existant 773 m –revanche estimée 1,0 m = EL 772 m)

La longueur de canal d'infiltration nécessaire est : $S = 13,5 \times 3,2 = 43,2$ m.

Méthode de Lane

$$L \geq C' \cdot \Delta H$$

L: Longueur d'infiltration sous charge (m), $L = \sum l_v + 1/3 \sum l_h$

l_v : Longueur d'infiltration en direction perpendiculaire (m)

l_h : Longueur d'infiltration en direction horizontale (m)

C': Facteur différent selon le type de fondation: C' = 6,0 (sable moyen).

ΔH : Différence de niveau d'eau max. amont/aval (m): $\Delta H = 3,2$ m

La longueur de canal d'infiltration nécessaire est $L = 6,0 \times 3,2 = 19,2$ m

b) Longueur d'infiltration conçue

Méthode de Bligh: Longueur d'infiltration conçue = 25,0 + 19,4 + 1,25 + 2,5 + 1,5 + 1,5 = 51,15 m \geq longueur nécessaire d'infiltration: 43,2 m

Méthode de Lane: Longueur d'infiltration conçue = (25,0 + 19,4) / 3 + 1,25 + 2,5 + 1,5 + 1,5 = 21,55 m \geq longueur nécessaire d'infiltration: 19,2 m

2) Vannes

<1> Vanne déversoir

Pour la vanne déversoir, le renouvellement de la vanne coulissante de 2 portes existantes et l'installation d'une vanne coulissante à 1 porte sont prévus. Pour le renouvellement, les fixations de butoir et le barrage d'opération actuels seront utilisés, la porte elle-même, la broche et le dispositif d'ouverture/fermeture seront renouvelés. Pour l'installation d'une vanne coulissante à 1 porte, le butoir, la porte elle-même, la broche et le dispositif d'ouverture/fermeture seront installés.

Les caractéristiques de la vanne, compte tenu de la situation actuelle, seront comme suit.

Vanne déversoir: largeur 1,70 m x hauteur 1,00 m x 3 portes (étanchéité de 3 côtés, manuelle)

<2> Vanne de prise d'eau

La vanne de prise d'eau sera comme suit, compte tenu de la structure du tuyau de prise d'eau

Vanne de prise d'eau : largeur 1,50 m x hauteur 1,50 m x 3 portes (étanchéité de 4 côtés, manuelle)

3) Conception des fondations

L'histogramme des forages ci-dessous et la relation d'élévation de l'ouvrage de prise d'eau montrent que la fondation sous la prise d'eau est en sable meuble ($N = 2 - 6$ environ). Par conséquent, une fondation sur radier est prévue. A Madagascar, il y a des exemples où des pieux en béton coulé ou des pieux en tuyau d'acier sont utilisés pour des structures importantes de grande envergure, mais des pieux en bois sont utilisés pour des petites et moyennes structures. Vu cette situation et la taille de la structure de prise d'eau, une fondation à pieux en bois sera utilisée.

La fondation sur radier sera soutenue par une couche à N supérieur à 20, les pieux en bois auront une longueur de 5 m et un diamètre de \varnothing 15 cm. Des pieux à friction seront prévus pour assurer la sécurité.

2-2-2-3 Mise en place du dessableur

(1) Définition de la grosseur de grains du sable objet de la déposition

Les grains objets de la déposition ont été définis à supérieurs à 0,3 mm, compte tenu de la grosseur de grains objets de dessableurs ordinaires spécialisés dans l'irrigation et du résultat des essais effectués sur la grosseur des grains du sable accumulé dans les canaux d'irrigation de la zone concernée.

En général, les dessableurs spéciaux pour l'irrigation sont conçus sur le principe que des grains de 0,3 mm sont nuisibles à l'agriculture (critères de conception des projets d'amélioration du sol – conception "structure de prise"). Par ailleurs, les résultats des essais sur la grosseur des grains du sable déposé dans les eaux d'irrigation antérieurs ont montré que les grains de plus de 0,3 mm comptaient pour environ 40% du sable déposé dans les canaux d'irrigation existants. Cela a permis de juger que la définition des grains concernés à plus de 0,3 mm permettra d'obtenir un effet de déposition suffisant.

Tableau 2-2-2-3 Etude de la grosseur des grains pour la déposition et du volume annuel de la déposition

Etude du volume annuel de déposition sur la base des résultats de l'étude expérimentale sur la grosseur des grains au moment de l'étude du concept de base)

Curage du sable déposé saisi lors de l'Etude préliminaire				Valeurs des résultats de l'étude d'essai sur la grosseur des grains effectuée lors de l'Etude du concept de base et réévaluées par grosseur de grain du sable accumulé						Remarques
Grosseur des grains accumulés etc.		Longueur de section (m)	Volume de sable accumulé dans la section en 5 ans (m3)	Plus de 2mm	Plus de 0.3mm Moins de 2mm	Plus de 0.2mm Moins de 0.3mm	Plus de 0.1mm Moins de 0.2mm	Plus de 0.08mm Moins de 0.1mm	Moins de 0.08mm	
Sections d'accumulation et items										
De la structure de prise à la vanne de prise d'eau existante		280	4,300	86	645	129	301	86	3,053	D'après les résultats du Tableau (2) ci-dessous.
De la vanne de prise d'eau à l'extrémité du canal P5		5,920	23,900	478	9,130	2,820	2,510	884	8,078	D'après les résultats du Tableau (2) ci-dessous.
Total		6,200	28,200	564	9,775	2,949	2,811	970	11,131	
Volume annuel accumulé estimé (sans ouvrage de prise d'eau)				113	1,955	590	562	194	2,226	
Pourcentage du total				2.0%	36.7%	47.2%	57.2%	60.6%	100.0%	
Volume annuel accumulé estimé de grains de plus de 0,3 mm				2068m ³						

* Le volume de sable accumulé estimé a été calculé en évaluant les résultats de l'étude expérimentale sur la grosseur des grains au moment de l'Etude du concept de base, tout en s'appuyant sur les résultats du curage au moment de l'Etude préliminaire. Des essais sur la grosseur des grains ont été exécutés à un total de 12 emplacements, mais les ajustements ci-dessous ont été faits pour les emplacements d'essai lors de cette étude et les emplacements d'essai lors de l'Etude préliminaire.

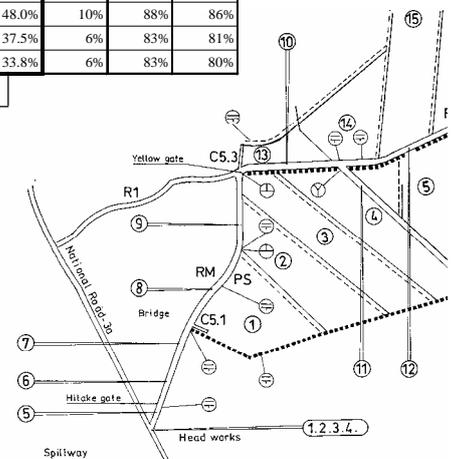
- De la structure de prise à la vanne de prise d'eau existante: Emplacement à proximité de la prise d'eau lors de l'Etude préliminaire, et donc emplacement de prise n°5 correspond pour cette étude
- De la vanne de prise d'eau à l'extrémité du canal P5 : Comme la valeur d'essai dans la partie centrale du canal d'irrigation a été prise pour l'Etude préliminaire, cette étude a porté jusqu'à l'emplacement de prise n°9 le plus proche de ce point, et la moyenne de n°6-9 a été adoptée.

(1) Prise en compte des résultats des essais sur la grosseur des grains

N° de document	Sites de l'Etude du concept de base												
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	Moyenne n° 6-9 (b)	No.10	No.11	No.12
	Dans la rivière (environs de la structure de prise)		Terre/sable accumulé dans la rivière (environs de la structure de prise)		Amont de la prise d'eau (a)	Amont du déversoir de canal d'irrigation	Amont de CMS	Aval de CMS			Ep (canal principal P5)	C-5.5	C-5.6
Moins de 2 mm			89%	95%	98%	94%	98%	100%	100%	98.0%	97%	98%	99%
Moins de 0,3mm			4%	9%	83%	44%	22%	74%	99%	59.8%	17%	90%	88%
Moins de 0,2mm			2%	4%	80%	24%	12%	59%	97%	48.0%	10%	88%	86%
Moins de 0,1mm			2%	4%	73%	18%	8%	33%	91%	37.5%	6%	83%	81%
Moins de 0,08mm			1%	3%	71%	13%	7%	26%	89%	33.8%	6%	83%	80%

(2) Calcul du volume de sable déposé en 5 ans d'après les résultats des essais sur la grosseur des grains

Volume du curage effectué lors de l'Etude préliminaire	Longueur de la section 28		Longueur de la section 59		6200m		
	4,300m ³	23,900m ³	28,200m ³				
Sites de l'Etude du concept de base	Evaluation de n° 5		Evaluation de n° 6-9		Toute la section		
N° de document	Pourcentage 100-(a)	Quantité de sol (m3)	Pourcentage moyen 100-(b)	Quantité de sol (m3)	Pourcentage moyen	Pourcentage	Quantité de sol totale (m3)
Volume de sable accumulé inf. à 2 mm	2%	86	2.0%	478	2.0%	2.0%	564
Volume de sable accumulé inf. à 2 mm, sup. à 0,3mm	15%	645	38.2%	9,130	34.7%	36.7%	9,775
Volume de sable accumulé inf. à 0,3mm, sup. à 0,2mm	3%	129	11.8%	2,820	10.5%	47.2%	2,949
Volume de sable accumulé inf. à 0,2mm, sup. à 0,1mm	7%	301	10.5%	2,510	10.0%	57.2%	2,811
Volume de sable accumulé inf. à 0,1mm, sup. à 0,08mm	2%	86	3.7%	884	3.4%	60.6%	970
En dehors de ci-dessus		3,053		8,078	39.4%	100.0%	11,131



(3) Résultats des essais sur la grosseur des grains (lors de l'Etude préliminaire)

Section d'accumulation de sable, volume de sable accumulé par an prévu	Longueur	Volume de sable accumulé dans la section m ³	Plus de 0,3mm	Jusqu'à 0,2mm	Jusqu'à 0,080mm	Au dessous de 0,080mm
De la structure de prise à la vanne de prise d'eau existante	280m	4.300	730	130	320	3.120
De la vanne de prise d'eau à l'extrémité du canal P5	5.920m	23.900	960	1.930	6.030	14.980
Total	6.200m	28.200	1.690	2.060	6.350	18.100
Pourcentage			6,0%	7,3%	22,5%	64,2%
Pourcentage cumulatif			6,0%	13,3%	35,8%	100%
Volume de sable accumulé par an prévu			340	750	2.020	2.530

(2) Définition de la taille du dessableur

Pour assurer la déposition des 777 m³ qui sont le volume de sable accumulé par an prévu dans la section concernée par la grosseur des grains ci-dessus, la taille du dessableur sera : largeur (B) x longueur (L) x profondeur (H) = 16 m x 60 m x 2,0 m (mur de béton de 1,0 m de hauteur).

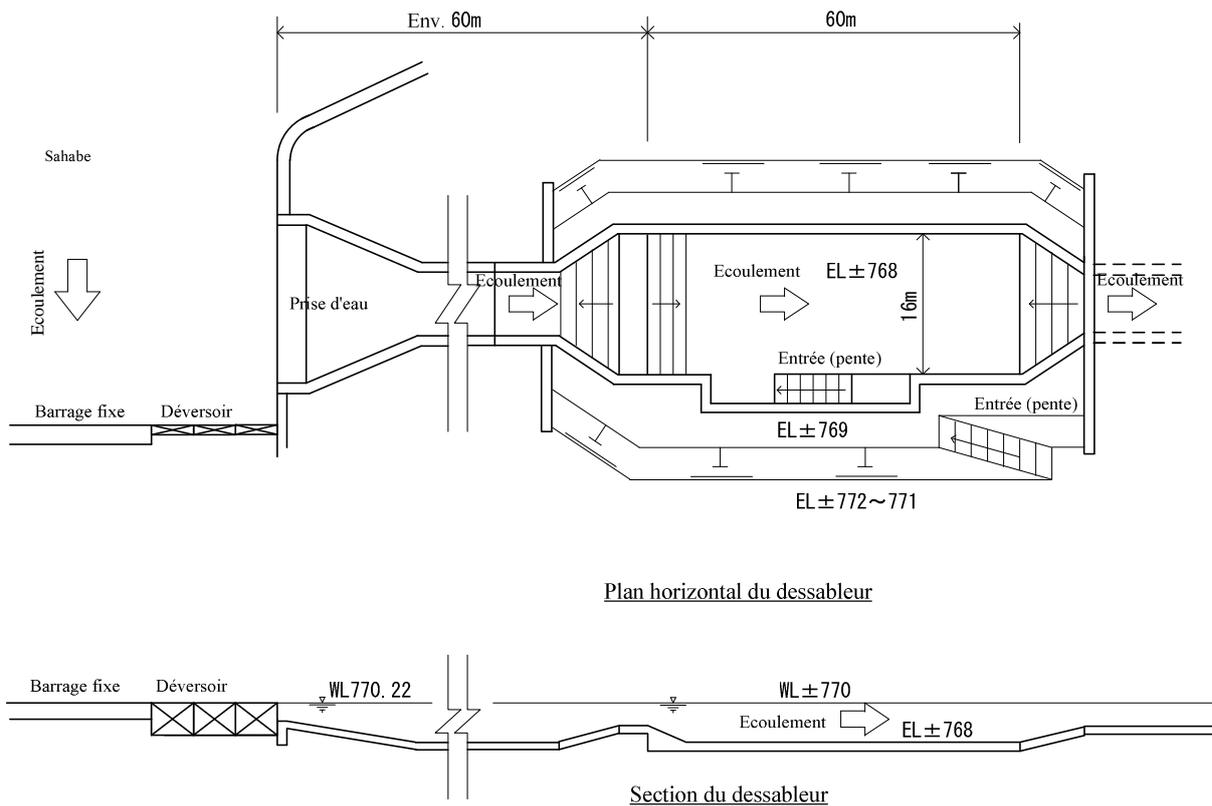


Figure 2-2-2-4 Forme de base du dessableur

1) Capacité du dessableur

Le volume de sable déposé dans les canaux d'irrigation actuels au cours des 5 dernières années ayant été de 28.200 m³ (rapport de l'Etude préliminaire), le volume de sable de plus de 0,3 mm annuellement déposé a été estimé à 2.070 m³ (28.200 m³/5 ans x 0,367) à partir des résultats de l'Etude d'essai de grosseur des grains précitée. Mais ce volume de sable est celui quand il n'y a pas d'ouvrage de prise d'eau. Dans ce projet, des vannes de prise d'eau seront installées, et le volume d'entrée d'eau de la rivière sera contrôlé par fonctionnement de ces vannes et modification du programme de plantation, ce qui laisse espérer un effet de réduction du volume de sable annuel de 37,5% (voir ci-dessous "Réduction du volume de sable annuel accumulé par fonctionnement de ces vannes et la modification du programme de plantation"). Par conséquent, le volume annuel de sable accumulé sera de 777 m³ (2.070 m³ x 0,375), et la capacité du dessableur de 777 m³.

Une saison des pluies est nettement visible dans cette zone. En cas de curage pendant cette saison des pluies à l'aide de l'engin de curage dans les canaux à gérer devenus boueux, il est évident que les canaux seront endommagés par l'engin de curage. Pendant les activités dans la saison des pluies, l'eau de pluie pénétrera aussi dans le dessableur. L'exécution d'un curage est donc jugée adaptée une fois pendant la saison sèche, en considérant la sécurité et l'efficacité des opérations. Une capacité permettant la déposition de 777 m³ - le volume de sable déposé pendant une période de prise d'eau - est donc nécessaire pour que le curage soit inutile pendant la saison des pluies.

Réduction du volume annuel déposé par fonctionnement de ces vannes et modification du programme de plantation

Le modèle d'écoulement de la rivière Sahabe incluant du sol/sable, change en moyenne selon un modèle similaire à la distribution des pluies, et atteint son pic de la fin janvier au début février. D'autre part, le modèle de prise d'eau de la rivière est programmé en fonction des pluies dans la zone et du volume d'eau nécessaire aux cultures, et la prise d'eau de la rivière Sahabe est inutile si les pluies couvrent le volume d'eau nécessaire. Par conséquent, si la vanne de prise est fermée pendant la période où les pluies sont suffisantes et la prise d'eau inutile, l'eau de la rivière ne pénétrera pas dans les canaux principaux P5 pendant cette période.

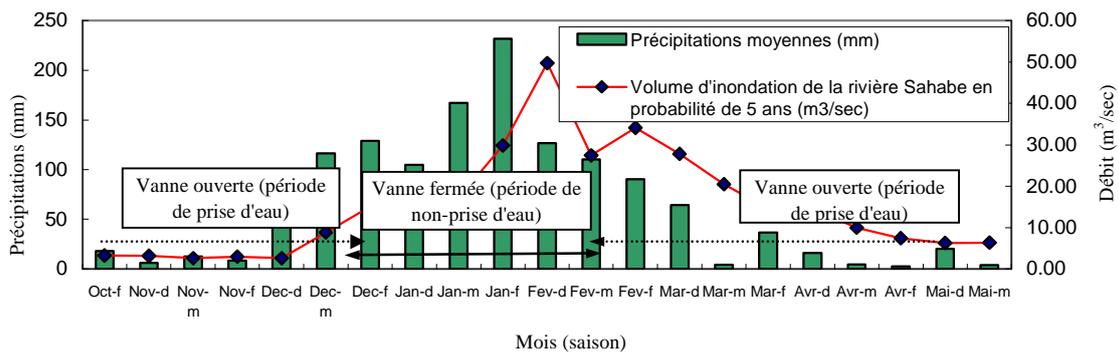


Figure 2-2-2-5 Distribution des précipitations, période de manque d'eau de la rivière et ouverture/fermeture de la vanne de prise d'eau

La période où les précipitations couvrent le volume d'eau nécessaire est généralement estimée à 50 jours parmi les 60 jours allant de la fin décembre à la mi-février, où les pluies sont importantes, à cause des modifications mensuelles des précipitations et du volume d'eau nécessaire aux cultures. Les précipitations pendant cette période correspondent en moyenne à 52% des précipitations annuelles

(1.456,4 mm). Par ailleurs, le modèle d'écoulement de la rivière Sahabe étant aussi similaire au modèle de distribution des précipitations, en cas d'année de manque d'eau de probabilité de 5 ans, si on calcule à partir du modèle d'écoulement, 51% de tout le volume d'écoulement dans la période d'irrigation (281MCM) s'écoule pendant la période de fin décembre à mi-février.

Cette période est une période où la fermeture de la vanne est possible (l'opération réelle de la vanne varie en fonction de la différence de temps entre la période d'écoulement et la demande d'eau d'irrigation des terres bénéficiaires, les prévisions d'inondation, les besoins d'eau de maintien des canaux et d'eau à usages divers, la méthode de fonctionnement de la vanne etc. On ne peut pas affirmer que la vanne est complètement fermée pendant cette période.) Après la mi-février, pic de l'inondation, la vanne est ouverte et la prise d'eau se poursuit jusqu'à la mi-mai. A ce moment-là, l'eau de la rivière mélangée de boue pénètre dans les canaux. Après la période de drainage à partir de la mi-mai, la vanne peut en principe être fermée (en réalité, de l'eau à usage divers doit être assurée pendant la saison sèche, et la fermeture totale est impossible. De plus, le débit de la rivière diminue à environ 2 à 3% de son débit total, et le fonctionnement de la vanne est jugé nécessaire pour réduire la pénétration de sable).

Vu les points ci-dessus, la fermeture de la vanne de prise d'eau permet de réduire la pénétration de sable mélangé à l'eau dans les canaux d'irrigation. L'analyse précitée laisse à penser qu'elle est réduite d'au moins 50%, à partir du taux de distribution du volume d'écoulement pendant la période permettant la fermeture de la vanne entre la fin décembre et la mi-février.

Ces considérations permettent de juger que le volume de sable pénétrant calculé sans vanne de prise d'eau (volume annuel de sable à grains de plus de 0,3 mm de 2.070 m³) peut être diminué de 50% par fermeture de la vanne.

Par ailleurs, la période de culture du riz actuelle étant de 180 jours, mais dans l'avenir, l'approvisionnement stable en eau d'irrigation et l'introduction d'une variété à période de croissance plus courte et non-photosensible devraient permettre une réduction de la période de croissance à 135 jours. Par conséquent, la période de prise d'eau devrait diminuer à 75% de 135/180 jours.

Le dépôt annuel de sable devrait aussi baisser à $50\% \times 75\% = 37,5\%$.

2) Profondeur du dessableur

Le niveau d'eau de conception du dessableur sera EL.770 m, compte tenu de l'élévation du sommet du barrage fixe de la structure de prise de EL.770.22 m et de la perte de charge jusqu'à l'emplacement du dessableur. Par ailleurs, compte tenu de la pénétration de l'engin de curage, la hauteur de sable déposé dans le dessableur doit être inférieure à 1 m (env. diamètre des roues avant de l'appareil). Compte tenu du drainage à EL. 768,3 m des canaux en aval, la hauteur basse dans le dessableur sera une élévation EL.768 m.

Vu les points ci-dessus, la hauteur de la base du dessableur sera EL.768 m, le niveau d'eau de conception de EL.770 m, et la profondeur du dessableur de 2,00 m. La profondeur de pénétration de l'engin de curage étant d'environ 1 m, la profondeur de dépôt maximale sera de 1,00 m, et un mur de béton sera installé jusqu'à cette hauteur.

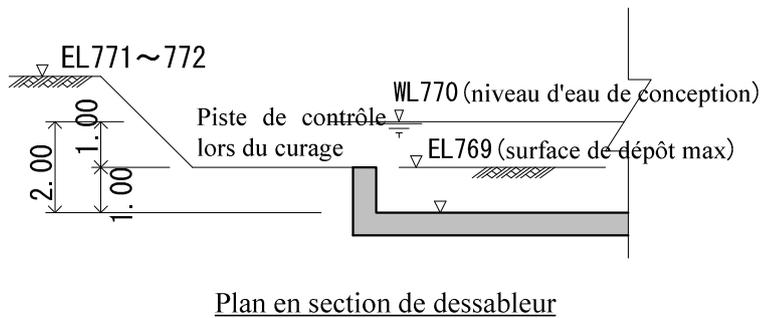
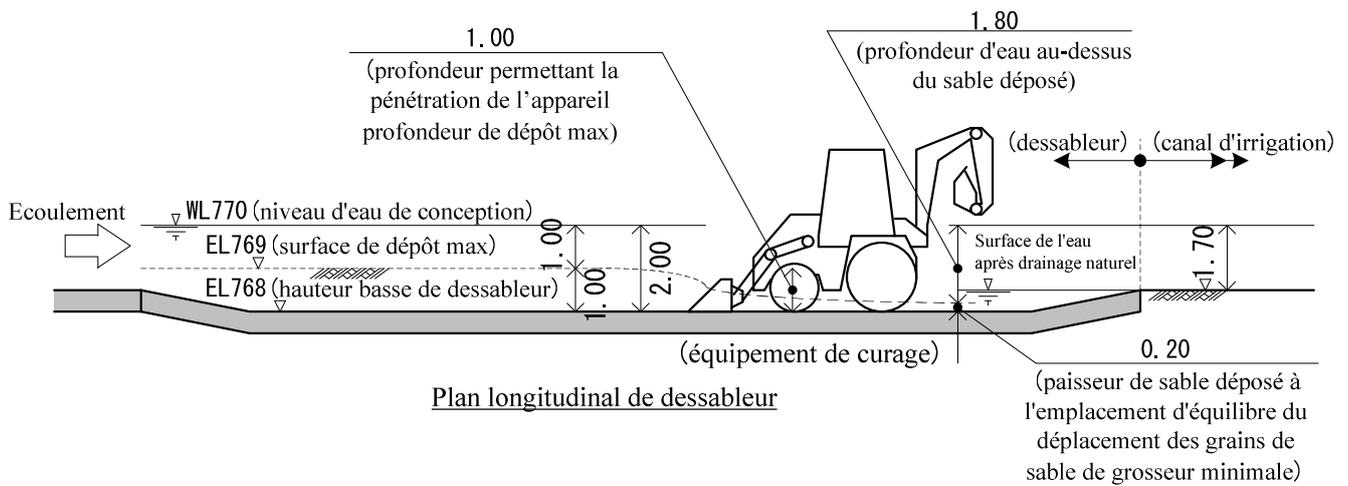


Figure 2-2-2-6 Plan de base de profondeur de dessableur

3) Largeur et longueur du dessableur

Le dessableur est prévu à une largeur de 16 m, longueur de 60 m suite à l'étude ci-dessous.

a) Largeur du dessableur

Le dessableur est prévu à $B = 16$ m suivant la formule ci-dessous. (Référence: normes de conception du Plan d'amélioration des sols, conception "structure de prise d'eau")

$$B = Q / (h \cdot U_c) \text{ ----- Formule (1)}$$

Où

B	: Largeur du dessableur (m)
h	: Profondeur d'eau au-dessus du sable accumulé au point où se termine l'accumulation des grains min. prévu comme limite admise pour le sable déposé (m)
Q	: Volume de conception d'eau passant dans le fossé de sable déposé (m^3/sec)
U_c	: Vitesse limite de traction des grains de sable définis

La vitesse limite de traction des grains de sable U_c doit satisfaire la formule suivante.

$$U_c = U_{*c} \cdot R^{1/6} / n \cdot g^{1/2} \text{ ----- Formule (2)}$$

Où

U_{*c}	: Vitesse de friction limite (m/sec)
R	: Profondeur d'eau au-dessus du sable accumulé au moment où se termine l'accumulation des grains de la grosseur définie (m)
n	: Facteur de rugosité de la surface du sable déposé ($m^3/sec.$)
g	: Vitesse d'accélération de la gravité ($m^3/sec.$)

Comme critère, $U_{*c} = 0,2$ sec. pour des grains de 0,3 mm.

Avec la formule ci-dessus, comme $Q = 8,0$ m^3/sec , $h = EL770 - EL768$ m – 0,2 m (voir la Fig. 2-2-6), profondeur d'eau totale = 2,0 m et $U_c = 0,2832$ m/sec, la largeur du dessableur $B = 15,7$ m -> **16 m**.

b) Profondeur du dessableur

En comparant la "Méthode s'appuyant sur le principe de déposition" et la "Méthode s'appuyant sur la formule des zones à séparation échelonnée par drainage", la valeur de calcul la plus grande a été adoptée pour la longueur du dessableur, $L = 60$ m. (Référence: normes de conception du Plan d'amélioration des sols, conception "structure de prise d'eau").

Méthode s'appuyant sur le principe de déposition : $L=32$ m

$$L = K \cdot (h/v_g) \cdot U = K \cdot Q / (B \cdot v_g)$$

Où

L	: Longueur du fossé de déposition (m)
K	: 1,5 – 2,0 (facteur de sécurité)
h	: Profondeur d'eau au-dessus du sable accumulé à l'emplacement où se termine l'accumulation des grains de la grosseur minimale devant s'accumuler (m)
B	: Largeur du fossé de déposition (m)
$U=U_c$: Valeur obtenue dans la formule (2) (m/sec)
v_g	: Vitesse de déposition limite des grains de grosseur minimale devant s'accumuler (m/sec)
Q	: Volume d'eau de conception passant dans le fossé de déposition (m^3/sec)

Grosseur de grain $d=0,3$ mm, $h=1,8$ m, $U_c=0,2832$ m/sec, $v_g=0,032$, $K=2,0$, $Q=8,0$ m^3/sec , $B=16$ m

$$L = K \cdot (h/v_g) \cdot U = 31,9\text{m}$$

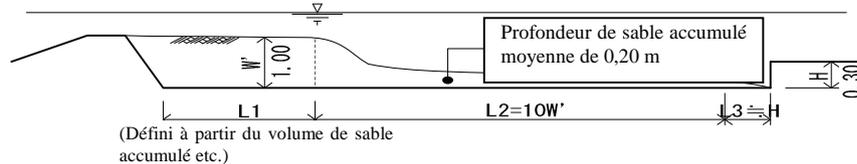
$$L = K \cdot Q / (B \cdot v_g) = 31,3\text{m}$$

Par conséquent, la longueur du dessableur conformément à la Méthode s'appuyant sur le principe de déposition, est de 32 m.

Méthode s'appuyant sur la formule des zones à séparation échelonnée par drainage : $L = 60$ m

Dans cette méthode, la longueur du dessableur est le total de L_1 , L_2 et L_3 de la figure ci-dessous. Comme le montre cette figure, la profondeur de conception de la déposition étant de 1,00 m, et la hauteur de la sortie du dessableur de 0,30 m, $L_2 = 10 \times 1,00$ m = 10,0 m et $L_3 = 0,3$ m. De plus, en tenant compte du sable accumulé dans le dessableur estimé à 777 m^3 , $L_1 = (777$ $m^3 - 0,20$ m $\times 10,3$ m $\times 16$ m) : 16 m = 46,5 m.

Ainsi, la longueur du dessableur devient $L_1 + L_2 + L_3 = 46,5$ m + 10,0 m + 0,3 m = 56,8 m = 60 m.



La longueur du dessableur $L=60$ m a été définie d'après l'étude selon les deux méthodes.

2-2-2-4 Réhabilitation des canaux d'irrigation (canaux principaux, canaux primaires)

(1) Orientation de la conception de la section des canaux

1) Formule hydraulique de base

La section des canaux a été prévue en appliquant la formule de la vitesse moyenne de Manning.

$$Q=A \cdot V$$

Où Q = débit (m³/sec), A: surface en section de passage d'eau (m²), V: vitesse d'écoulement moyenne (m/sec)

$$V=(1/n) \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Et n: facteur de grosseur de grain, R: profondeur (m), L: pente du fond du canal

2) Pente du fond du canal

1/5.000 compte tenu de la pente moyenne du sol des canaux actuels.

3) Facteur de grosseur de grain

n = 0,033 est appliqué.

Référence: norme de conception d'amélioration du sol, conception "structure de prise d'eau"
Manuel du technicien du génie rural (manuel technique malgache)

4) Vitesse d'écoulement appliquée

La vitesse d'écoulement souhaitable dans les canaux est de 0,45 à 0,9 m/sec, mais compte tenu de la vitesse admise minimale par grosseur de grains de sable en suspension, pour contrôler au maximum la déposition des grains de sable de 0,3 mm ou moins, une vitesse d'écoulement de 0,25 à 0,37 m/sec sera autant que possible assurée pour le flux de conception.

Vitesse admissible des canaux					
Vitesse minimale admissible	0,45~0,90m/sec		Canal où l'accumulation de sable en suspension est à craindre		
Vitesse maximale admissible	0,45m/sec		Sol sablonneux		

Source: norme de conception d'amélioration du sol, conception "structure de prise d'eau"

Vitesse minimale admissible par grosseur de grains					
Grosseur de grain (mm)	Vitesse minimale selon la vitesse de déposition		Vitesse minimale selon la vitesse de friction		Remarques
	Vitesse de déposition (cm/sec)	Vitesse d'écoulement (m/sec)	Vitesse de friction limite (cm/sec)	Vitesse d'écoulement (m/sec)	
1,0	9,0	0,7~2,2	2,0	0,16~0,50	Vitesse minimale admise selon la vitesse de friction
0,3	4,0	0,3~1,0	1,5	0,12~0,37	Dito
0,1	1,0	0,08~0,25	1,3	0,10~0,33	Vitesse minimale admise selon la vitesse de déposition
0,05	0,3	0,02~0,07	1,0	0,08~0,25	Dito
0,03	0,1	0,01~0,02	0,9	0,07~0,23	Dito
0,01			0,6	0,05~0,15	Dito

Source: norme de conception d'amélioration du sol et plan d'opération et d'explication "Drainage" 13. Canaux de drainage, calcul du paragraphe 13.1 Pente et section

5) Revanche

La revanche est définie par la formule de définition ci-dessous s'appuyant sur la profondeur d'eau et la vitesse d'écoulement spécifique.

$$Fb = 0.05d + hv + (0.05 \sim 0.15m)$$

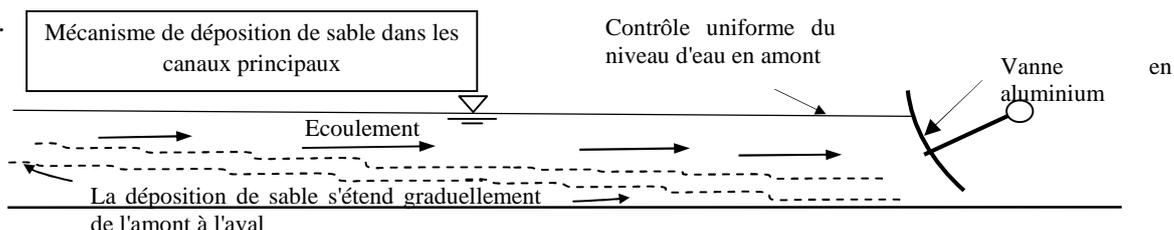
Ici, Fb: Revanche (m), hv: hauteur dynamique (m), 0,05 à 0,15 : hauteur des vagues ventées (normes de conception du Plan d'amélioration des sols, conception "structure de prise d'eau")

A Madagascar, les critères des manuels etc. ne sont pas clairs concernant la revanche, mais l'enquête effectuée sur place a montré que : revanche = $0,2 \cdot d$ (profondeur d'eau). Le calcul a été fait en utilisant cette valeur comme référence, et comparé à la valeur de la formule ci-dessus. $Fb \leq 0.2 \cdot d$ a été obtenu pour tous les canaux. Comme ce n'est pas une valeur officiellement définie, la valeur Fb ci-dessus a été appliquée dans la zone concernée.

(2) Canaux principaux

1) Orientation de base

Comme problème actuel, la vanne en AMIL installée ayant la capacité d'uniformiser le niveau d'eau en amont, c'est un ouvrage efficace pour maintenir le niveau de partage des eaux, mais d'autre part, elle facilite la réduction de la capacité d'écoulement à cause de la déposition de sol/sable pénétrant dans les canaux d'irrigation; pour cette raison, le débit en aval de la vanne ne peut pas être maintenu. Ce fait devient remarquable quand le débit de la rivière baisse, car il ne pleut pas.; la déposition de sol/sable augmente à partir de l'amont avec la baisse du débit dans les canaux d'irrigation, s'étend graduellement jusqu'en aval, et provoque une baisse de la capacité d'écoulement avec la diminution de la section des canaux.



Les mesures suivantes sont envisageables pour le plan de réhabilitation sur la base de la situation actuelle de priorité à l'amont.

Tableau 2-2-4 Etude de l'orientation de base concernant la réhabilitation des canaux principaux

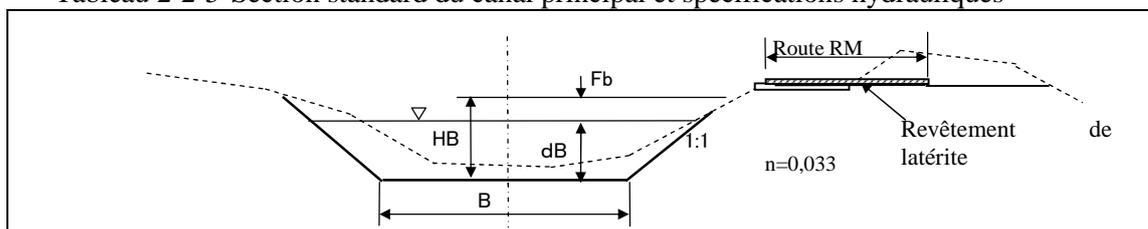
Item	A (Mesures pour le renforcement de la gestion de l'eau)	B (Mesures de type ouvrage)
Mesure	La supervision de l'ouverture/fermeture de la vanne dérivateur installée en amont de la vanne en aluminium sera complètement assurée, pour que l'eau s'écoule toujours en aval, et que la vitesse d'écoulement se maintient.	Un canal de dérivation sera inséré entre les vannes en aluminium. Assurance d'un débit vers l'aval permettant de maintenir un débit assurant la vitesse d'écoulement minimale dans les canaux et diminution de la déposition de sol/sable.
Problèmes	La formulation d'un accord et son application concernant l'opération des ouvrages de dérivation sont nécessaires entre les agriculteurs bénéficiaires, CMS inclus, et il faudra beaucoup de temps jusqu'à son enracinement. Lors de la prise d'eau en amont, il est difficile de maintenir la vitesse d'écoulement, et comme dans la situation actuelle, une déposition de sol/sable qui ne peut pas être arrêtée dans le dessableur survient facilement.	Les règles minimales pour l'ouverture/fermeture de l'ouvrage de dérivation devront être établies. Sinon la priorité à l'amont actuelle sera maintenue, et la prise d'eau excessive en amont et le manque d'eau d'irrigation en aval surviendront facilement.
Intrants	Soutien pour le renforcement de la gestion de l'eau des AUE	Travaux nécessaires pour l'installation de canaux de dérivation.

Dans ce projet, la remise à l'état initial des ouvrages est un élément essentiel et selon ce principe l'assistance technique (Soft Components) est prévue pour la gestion de l'eau. Pour la mesure B, des travaux sont nécessaires pour la construction des canaux de dérivation, et en tenant compte du rapport coût-efficacité on prendra les mesures A (mesures pour le renforcement de la gestion de l'eau) dans ce projet.

2) Section de canal et spécifications hydrauliques

La section actuelle ayant une partie à capacité d'écoulement insuffisante à cause du sable déposé et de la revanche insuffisante, ainsi que de l'abondance de plantes aquatiques, la section du canal de cette partie sera obtenue par curage. Une section à passage d'eau assurant une vitesse d'écoulement limitant autant que possible la déposition de sol/sable sera adoptée.

Tableau 2-2-5 Section standard du canal principal et spécifications hydrauliques



Section	Partie amont (début – vanne de régulation du niveau d'eau)		Partie aval (vanne de régulation du niveau d'eau – fin)	
Débit de conception (m ³ /s)	8,0 (pas de pluies)	5,8 (pluies)	6,0 (pas de pluies)	4,4 (pluies)
Pente du canal	1/5.000	0,000105(*)	1/5.000	1/5.000
Largeur du fond du canal B (m)	8,0	8,0	6,0	6,0
Profondeur d'eau de conception d (m)	1,70	1,70	1,65	1,40
Surface de la partie d'écoulement A (m ²)	15,99	16,00	12,55	10,11
Vitesse d'écoulement V (m ³ /s)	0,50	0,36	0,48	0,44
Revanche Fb (m)	0,196	0,190	0,194	0,178
Hauteur de canal H (m)	1,90	1,90	1,85	1,85

Note: Pente de surface d'eau s'appuyant sur l'emplacement de prise d'eau du projet et le niveau d'eau maintenu à la vanne en aluminium.

(3) Canal primaire

1) Orientation de base

Des emplacements à différence de niveau d'eau inutiles ont été observés pour les canaux primaires, et cela étant considéré comme une des causes de la difficulté d'amenée d'eau aux périmètres terminaux en position élevée, mais on se contente de soulever les points problématiques, car la remise en état initial est un élément essentiel de ce projet de réhabilitation. Par conséquent les mesures ci-dessous sont envisagées comme orientation de base pour la réhabilitation.

Tableau 2-2-6 Etude de l'orientation de base pour la réhabilitation des canaux primaires

Item	Orientation (remise à l'état initial sur la base de la section longitudinale de canal actuelle)
Orientation	La réhabilitation du canal aura lieu en principe à la hauteur du sol de canal actuelle. Il n'y aura pas de modification importante du niveau d'eau.
Nécessité de	Comme actuellement, des aménagements seront nécessaires pour obtenir l'eau d'irrigation dans

l'aménagement des périmètres	une partie des périmètres situés en hauteur.
Coût des travaux	Le coût des travaux de réhabilitation des canaux eux-mêmes ne sera pas élevé.

Pour l'amenée d'eau aux périmètres terminaux en position élevée, l'aménagement des périmètres sera nécessaire. Ces travaux seront exécutés par la partie malgache.

2) Canaux d'irrigation pour C-5.3

Les canaux d'irrigation pour C5.3 exigeant un niveau d'eau élevé, le niveau de dérivation actuel devra être assuré.

La section actuelle a une capacité d'écoulement insuffisante à cause du sable accumulé et des roseaux et du papyrus denses. La section des canaux doit être assurée par curage. La piste de contrôle (actuellement, la piste ayant disparu, la maintenance des canaux est difficile) doit être réhabilitée avec la réhabilitation des canaux, mais leur taille et les terrains bénéficiaires étant plus petits que C5.5 et C5.6, leur degré de priorité est faible, la réhabilitation des canaux eux-mêmes a priorité.

Tableau 2-2-7 Section standard des canaux pour C-5.3 et spécifications hydrauliques

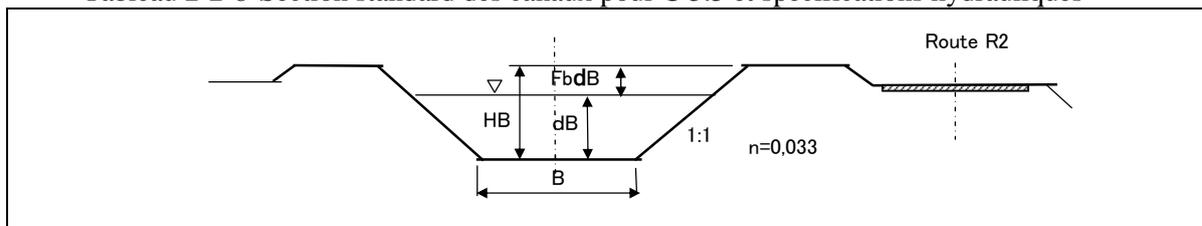
Débit de conception Q (m ³ /sec)	0,43	
Largeur de canal B (m)	1,0	
Pente du canal	1/5000	
Profondeur d'eau de conception d (m)	0,900	
Surface de la partie d'écoulement A (m ²)	1,649	
Vitesse d'écoulement V (m/sec)	0,260	
Revanche Fb (m)	0,144	
Hauteur de canal H (m)	1,05	

3) Canal d'irrigation pour C-5.5

Le canal d'irrigation pour C5.5 comprend une partie à roseaux et papyrus touffus et une partie où revanche est insuffisante. Des affouillements et dépôts de sol/sable jugés dus à la vitesse d'écoulement élevée sont aussi visibles ponctuellement. La réhabilitation de ces parties permettra d'assurer la section du canal.

La piste de contrôle des canaux d'irrigation est la piste rurale 2 (R2). La surface des sections pour lesquelles de la terre de bonne qualité a été utilisée est relativement en bon état. La réhabilitation de la R2 permettra de réduire le volume de sol/terre ayant pénétré dans ces sections.

Tableau 2-2-8 Section standard des canaux pour C 5.5 et spécifications hydrauliques



Spécifications hydrauliques	Section							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Débit de (m ³ /sec)	2,5	2,2	1,9	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5

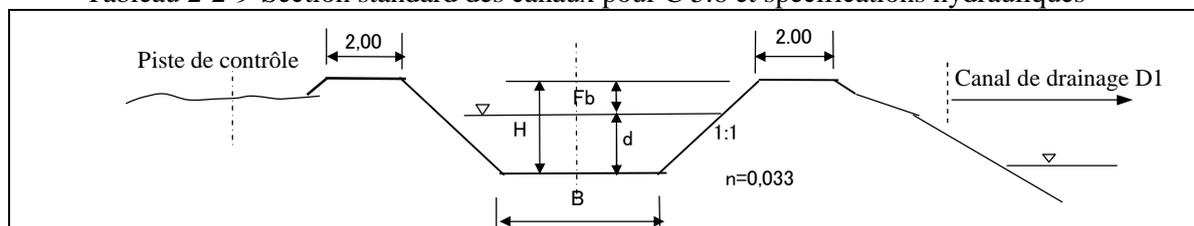
conception Q									
Largeur de canal (m) B (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	
Pente du canal	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000
Profondeur d'eau de conception d (m)	1,45	1,35	1,25	1,15	1,15	1,00	0,95	0,70	
Surface de la partie d'écoulement A (m ²)	6,281	5,726	5,151	4,756	4,076	3,427	2,676	1,909	
Vitesse d'écoulement V (m/sec)	0,398	0,384	0,369	0,357	0,343	0,321	0,299	0,262	
Revanche Fb (m)	0,181	0,175	0,169	0,164	0,164	0,155	0,152	0,138	
Hauteur de canal H (m)	1,65	1,55	1,45	1,35	1,35	1,20	1,10	0,85	

4) Canal d'irrigation pour C-5.6

Le canal d'irrigation pour C5.6 comprend aussi une section à roseaux et papyrus touffus, une section d'étranglement et une section où revanche est insuffisante. Pour la réhabilitation, la priorité sera accordée à l'assurance de la section et de la revanche.

La surface de la piste de contrôle des canaux est en mauvais état, et la remise en état avec du sol de bonne qualité est jugée nécessaire, mais la priorité va à la réhabilitation des canaux eux-mêmes. Cette piste sera donc utilisée comme piste pour les travaux.

Tableau 2-2-9 Section standard des canaux pour C 5.6 et spécifications hydrauliques



Spécifications hydrauliques	Section								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Débit de conception Q (m ³ /sec)	3,5	3,1	2,8	2,4	2,0	1,6	1,2	0,9	0,5
Largeur de canal B (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0
Pente du canal	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000	1/5.000
Profondeur d'eau de conception d (m)	1,70	1,60	1,55	1,40	1,40	1,25	1,05	1,00	0,65
Surface de la partie d'écoulement (m ²)	8,028	7,346	6,821	6,097	5,283	4,491	3,645	2,916	1,908
Vitesse d'écoulement (m/sec)	0,436	0,422	0,411	0,394	0,379	0,356	0,329	0,309	0,262
Revanche Fb (m)	0,195	0,189	0,186	0,178	0,177	0,169	0,158	0,155	0,136
Hauteur de canal H (m)	1,90	1,80	1,75	1,60	1,60	1,45	1,25	1,15	0,80

2-2-2-5 Construction/renouvellement de vanne dérivateur des canaux d'irrigation

La construction/renouvellement des ouvrages est prévue sur un total de 41 emplacements ; canaux d'irrigation principaux (6 emplacements), ouvrages de dérivation pour canaux d'irrigation primaires (17 emplacements) et canaux d'irrigation secondaires (17 emplacements).

(1) Orientation de base

La vanne dérivateur des canaux actuels utilise un distributeur. Ces ouvrages de dérivation, qui permettent la distribution d'eau en utilisant divers composants avec un volume d'eau varié (5 l/sec – 1.000 l/sec) en maintenant le niveau d'eau du côté canaux principaux défini. Ils ont l'avantage de permettre facilement la modification du volume d'eau dérivée. Par ailleurs, les ouvrages de dérivation comprenant 4 à 5 composants, il faut les sélectionner en fonction des variations du débit, ce qui a le désavantage de rendre l'opération complexe.

Pour la construction/renouvellement, le distributeur actuel sera utilisé autant que possible, mais comme des produits sont partiellement manquants ou qu'il y a des difficultés d'opération, compte tenu de l'exemple de la zone PC15, on passera à une vanne coulissante à opération et maintenance plus simples.

(2) Ouvrage de dérivation des canaux principaux et vanne de régulation du niveau d'eau

Comme les distributeurs dans la zone concernée en dehors de ceux gérés par CMS sont actuellement en panne (beaucoup de parties cassées par les agriculteurs y compris), on passera à une vanne coulissante. Un barrage rectangulaire facile à opérer et contrôlant bien le débit sera appliqué pour la mesure du débit. Le barrage rectangulaire est utilisé dans le périmètre PC15, très économique, il a permis des travaux minimum (degré d'ajustement de la hauteur du sol d'installation).

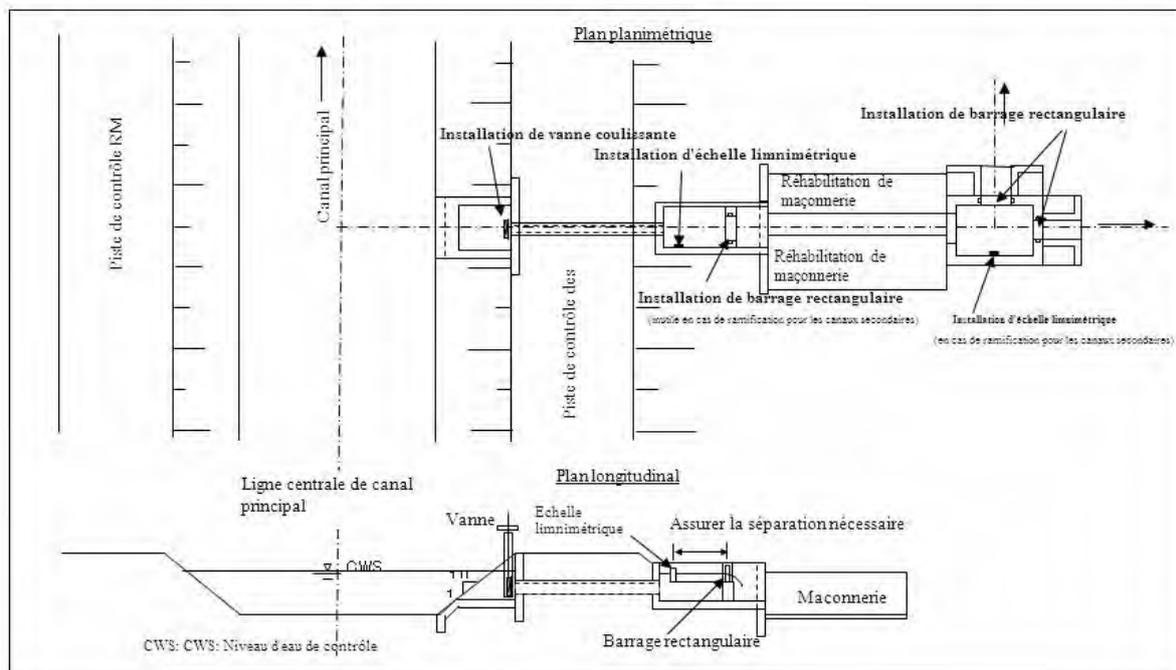


Figure 2-2-7 Plan de base de la réhabilitation des ouvrages de dérivation pour les canaux principaux

La vanne de régulation du niveau d'eau (vanne en aluminium) fonctionne actuellement. Une réfection mineure lui permettra de continuer à fonctionner.

(3) Ouvrage de dérivation pour les canaux primaires (Ouvrage de dérivation terminal des canaux principaux)

C'est l'ouvrage de dérivation de départ vers les canaux d'irrigation primaires (C-5.5, C-5.6) à l'extrémité des canaux principaux. Actuellement, un distributeur pour 2,5 m³/sec est installé à C-5-5 et un de 3,5 m³/sec à C-5-6, l'un à volet fissuré, l'autre sans volet, qui ne pourront pas résister à l'utilisation à venir. Ils seront remplacés par des vannes coulissantes.

L'Ouvrage de dérivation sera réhabilité, en utilisant sa structure actuelle, pour permettre le contrôle de la distribution du débit. Une échelle limnimétrique sera installée pour saisir le degré d'ouverture de la vanne et le débit. La largeur du canal et/ou la largeur de la vanne seront comparées en fonction du débit distribué, et prévues pour maintenir une proportion fixe même sans opération.

La distribution d'eau par la vanne coulissante sera de type à mesure de largeur totale. Dans le plan des spécifications structurelles, un facteur de débit et une hauteur de la nappe déversoir adaptés seront appliqués, pour que la précision du calcul du débit définie, en limitant la vitesse d'écoulement dans la zone à eau calme, soit assurée.

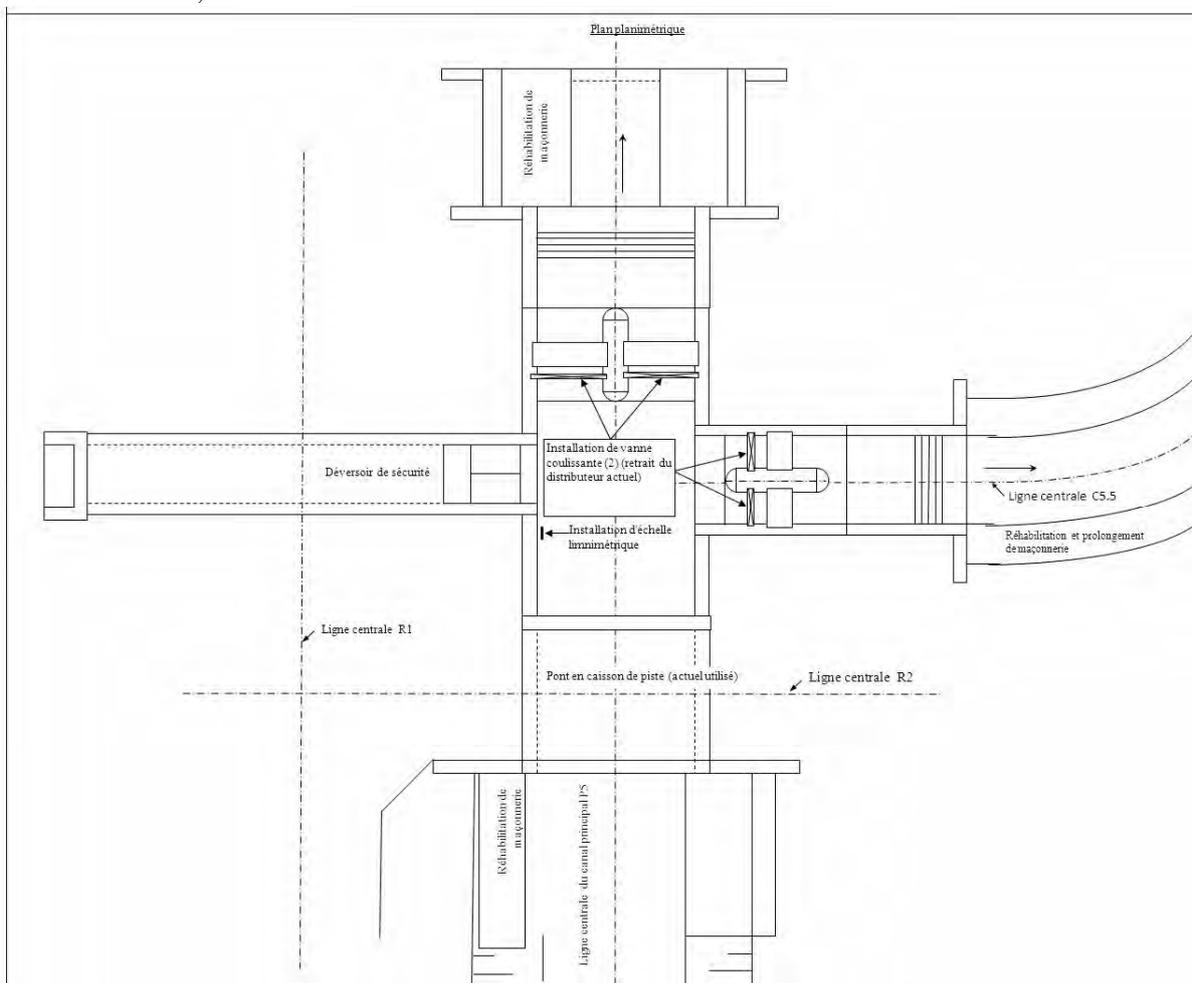


Figure 2-2-8 Plan de base de la réhabilitation de l'Ouvrage de dérivation vers les canaux primaires

Norme de la vanne coulissante

La largeur du canal principal de l'ancien ouvrage distributeur était de 2,5 m pour le canal C-5.5 et de 3,8 m pour le canal C-5.6, grosso modo proportionnel au débit. Les vannes de portée identique à la largeur de ces canaux (2,5 m et 3,8 m) à opération manuelle étant trop grande, chacune des deux portes sera subdivisée, et les normes des vannes seront comme suit.

Tableau 2-2-10 Dimension des ouvrages de dérivation des canaux primaires

Canal primaire	Largeur de canal (m)	Largeur de digue (m)	Travée (m)	Hauteur de volet (m)	Débit par unité de largeur ($m^3/sec/m$)	Nbre de portes
C-5.5	2,50	0,40	1,05	1,25	1,19	2
C-5.6	3,80	0,40	1,70	1,25	1,03	2

Bassin d'amortissement

Après la mise en place de l'ouvrage de dérivation, une différence de niveau d'environ 1,6 m apparaît dans le canal, ce qui provoque un affouillement dans le canal en aval. Pour cette raison, un dissipateur d'énergie de type bassin (bassin d'amortissement IV) sera installé.

(4) Ouvrages de dérivation des canaux primaires et secondaires

Les ouvrages de dérivation des canaux primaires, secondaires/ tertiaires seront des structures en bloc. Actuellement, les vannes, certaines endommagées, ne fonctionnent pas. Des vannes coulissantes remplaceront les distributeurs.

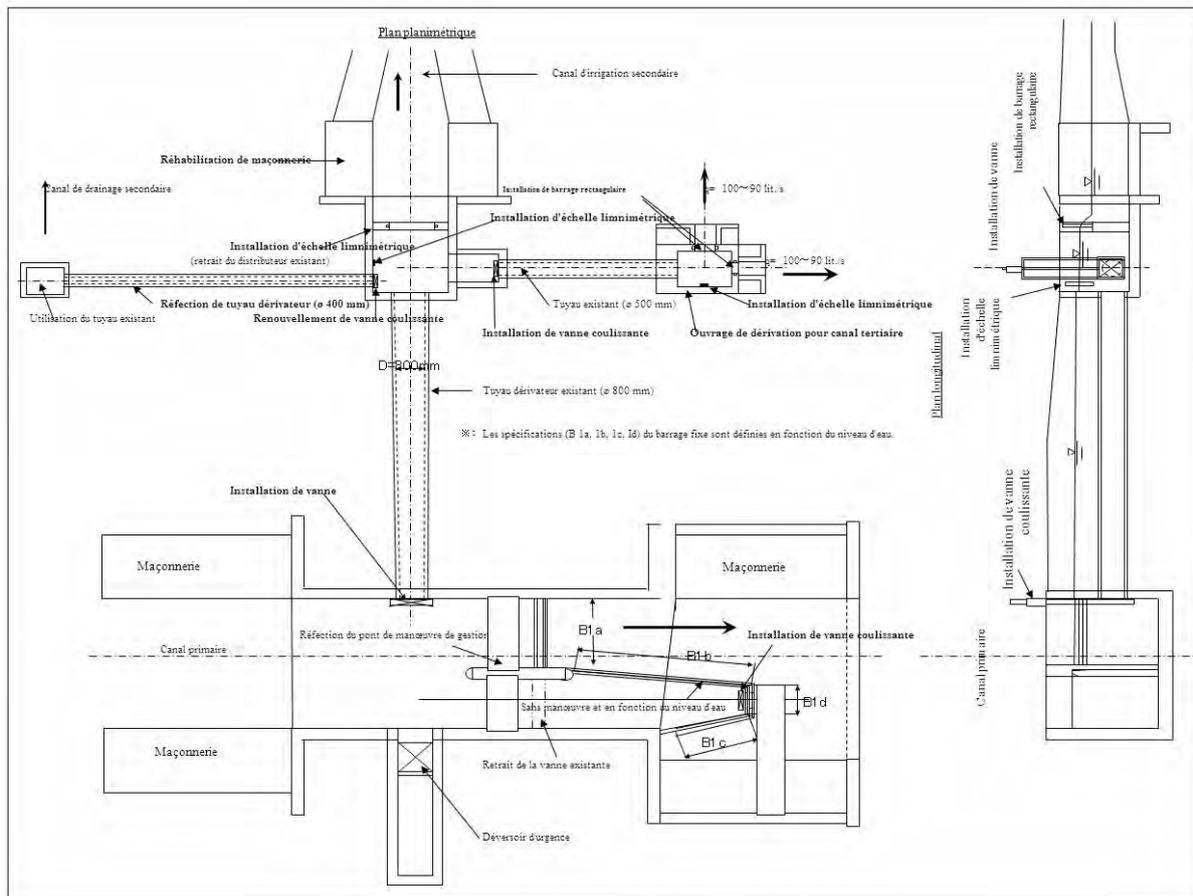


Figure 2-2-9 Plan de base pour la réhabilitation des ouvrages de dérivation pour les canaux primaires et secondaires

Le plan de base, qui prévoit la collecte des frais d'utilisation d'eau après la réhabilitation, est comme suit.

- a. Les vannes coulissantes installées à grande section sont peu maniables. Et en cas de fissures, leur influence est grande sur le canal. Les vannes doivent toujours être opérées, et en cas de retard d'opération, l'eau morte d'irrigation passe inefficacement du déversoir. Si la régulation du niveau d'eau par la vanne existante est poursuivie, il faudra assurer du personnel d'opération/maintenance

et augmenter les opérations d'ouverture/fermeture de vanne et leur supervision. Vu cette situation, les ouvrages de dérivation existants seront réhabilités.

- b. Dans le plan de base, la régulation du niveau d'eau est prévue par inondation de barrage latéral fixe sans régulation du niveau d'eau manuel, à la place de la vanne coulissante existante. Une petite vanne coulissante sera toutefois installée aux extrémités des canaux pour le nettoyage.
- c. Un barrage rectangulaire sera installé pour la dérivation vers les canaux secondaires, et le contrôle de l'eau distribuée sera possible simplement par ouverture de vanne.
- d. Cette méthode sera aussi appliquée à l'ouvrage de dérivation des canaux secondaires aux canaux tertiaires.

(5) Spécifications structurelles des ouvrages de dérivation

1) Longueur du barrage fixe de l'ouvrage de régulation de niveau d'eau

La longueur nécessaire pour le barrage fixe a été définie en appliquant la forme simplifiée d'Oké.

$$Q = C \cdot B \cdot H^{3/2}$$

Où:

Q : Débit d'inondation (m³/sec)

B: Largeur du barrage (m)

H: Hauteur de la nappe déversoir (m)

C: Facteur de débit: $c = 1.838 \left(1 + \frac{0.0012}{H} \right) \left(1 - \frac{\sqrt{H/B}}{10} \right)$

2) Conception du barrage rectangulaire

Condition de conception du barrage rectangulaire

Le barrage rectangulaire doit remplir les conditions suivantes pour obtenir la précision définie pour les relevés de niveau d'eau.

- La partie éperon devra avoir un bord tranchant d'environ 1-2 mm.
- Le niveau d'eau en aval sera à 5-6 cm au-dessus du sommet du barrage rectangulaire.
- L'échelle limnimétrique d'observation devra être placée à une distance supérieure au quadruple de l'hauteur de la nappe déversoir à partir du barrage déversoir.
- Comme la précision est bonne à moins de Fr=0,1 il est souhaitable d'utiliser moins de Fr=0,2 pour le nombre de froude dans le réservoir d'eau.

Document de référence: Water Measurement Manual US Department of the Interior Bureau of Reclamation (Troisième édition)

La taille du réservoir de l'ouvrage de dérivation existant permet d'obtenir le nombre de froude (Fr) ci-dessous, les conditions ci-dessus étant satisfaites.

$$Fr = v / \sqrt{g \cdot d} = 0.223 / \sqrt{9.8 \times 1.1} = 0.07 < 0.1 \quad \text{OK}$$

Où Vitesse d'écoulement $V = v = Q / (B \times d) = 0.43 / (1.75 \times 1.10) = 0.223 \text{ m/s}$, Profondeur d'eau $d = 1,10 \text{ m}$, Largeur de canal $B = 1,75 \text{ m}$

Hauteur de la nappe déversoir du barrage rectangulaire et taille

Le barrage rectangulaire utilise la formule Francis, avec Largeur $b = 1,40 \text{ m} < \text{largeur du canal } B = 1,75 \text{ m}$, Hauteur de la nappe déversoir $h = 0,30 \text{ m}$.

Formule de Francis

$$Q = 1.83 \times b \cdot h^{3/2}$$

Où: Q = Débit b: 0,428 m³/s, Largeur du barrage rectangulaire : 1,40 m, h : hauteur de la nappe déversoir,

Alors l'hauteur de la nappe déversoir est h = 0,3 m

$$h = \left(\frac{Q}{1.83 \times 1.40} \right)^{2/3} = \left(\frac{0.428}{1.83 \times 1.40} \right)^{2/3} = 0,303 \text{ m}$$

3) Contrôle du volume dérivé

Le degré d'ouverture de la vanne coulissante (ø 800) installée dans le canal primaire est réglé de sorte que l'hauteur de la nappe déversoir corresponde au volume d'eau dérivé, ce qui permet d'obtenir le volume dérivé défini. Le tableau relationnel entre le volume dérivé et l'hauteur de la nappe déversoir est préalablement établi, et le volume dérivé prévu est approvisionné en surveillant l'hauteur de la nappe déversoir.

2-2-2-6 Réhabilitation des canaux de drainage (canaux primaires)

(1) Canal de drainage D0

Des canaux de drainage D0 comprennent 2 sections à volume de drainage du projet de 7 à 14 m³/sec. Comme la zone de prise de terre du talus en rotation est utilisée, il y a une marge pour la section de passage d'eau. Sans parties très étroites en section, ce ne sont pas des parties exigeant une réhabilitation de grande envergure. Mais il y a ponctuellement des emplacements où doit être placé le talus de barrage (talus temporaire mis en place pour la prise d'eau par les habitants), des emplacements à plantes aquatiques denses et des emplacements à sol/sable accumulé où le passage de l'eau est obstrué. Le curage et la réhabilitation de la section sont nécessaires partiellement pour maintenir la fonction de drainage.

La piste le long de ces canaux de drainage est pratique pour la circulation, et le trajet jusqu'à la piste de contrôle du canal primaire (C5.5) pourra être utilisé comme piste pour les travaux.

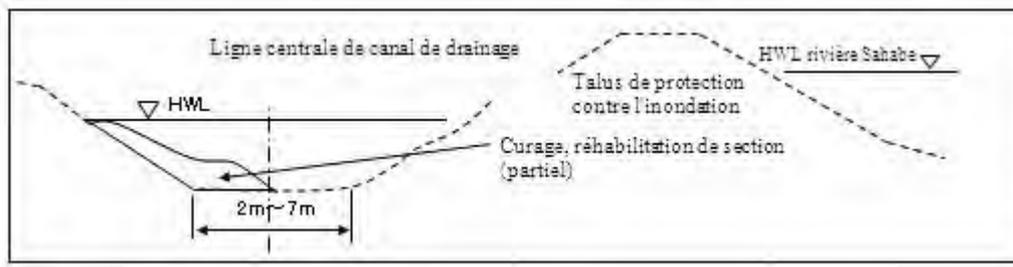


Figure 2-2-10 Orientation de la réhabilitation des canaux de drainage D0

(2) Canal de drainage D1

Le canal de drainage D1 est prévu à un volume de drainage de 7 à 14 m³/sec en fonction de l'augmentation de la surface de la zone de drainage, mais actuellement, son utilisation en tant que réservoir a priorité sur son usage comme canal de drainage. Les eaux drainées de la zone depuis le canal d'irrigation pour C-5.5 sont concentrées et stockées, le niveau d'eau dans le canal est rehaussé par l'ouvrage de barrage de relevage de niveau installé dans le canal, pour servir de source d'eau s'appoint pendant la période d'irrigation. Comme la priorité est donnée à la fonction de stockage, la section est irrégulière à de nombreux emplacements. Il a une capacité d'écoulement globale en tant que canal de drainage, mais des obstacles au passage de l'eau ponctuels existent tels que partie où la section est rétrécie aux environs de l'ouvrage d'ajustement du niveau d'eau, partie parallèle à l'emplacement d'ouverture/fermeture manuelle du canal d'irrigation, partie à roseaux denses, la partie à pente considérablement affaissée et sol/sable accumulé etc. Ces sections doivent être réhabilitées.

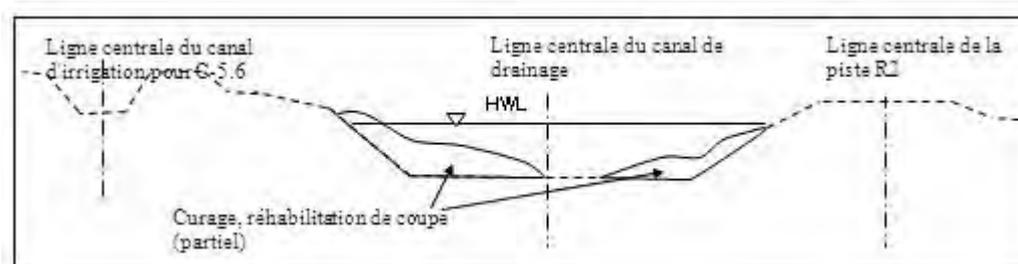


Figure 2-2-11 Orientation de la réhabilitation du canal de drainage D1

La longueur totale des sections à réhabiliter sur les canaux de drainage D0 et D1 est $L = 1,0$ km.

2-2-2-7 Installation/réhabilitation de vanne de régulation du niveau d'eau

Le contenu de la requête est comme indiqué ci-dessous.

Canal de drainage D0: construction d'un ouvrage de régulation du niveau d'eau	2
Canal de drainage D1: ouvrage de régulation du niveau d'eau (renouvellement ou réparation de vannes)	3
Canal de drainage secondaire: Réhabilitation d'ouvrage d'exhaussement du niveau d'eau	16
Canal de drainage secondaire: Construction d'ouvrage de réutilisation des eaux drainées	15
Total	36

(1) Canal de drainage D0: construction d'un ouvrage de régulation du niveau d'eau

S'appuyant sur la requête des habitants, une requête pour la construction de deux ouvrages d'exhaussement du niveau d'eau a été déposée. Cette requête s'appuie sur l'habitude d'utiliser l'eau de drainage pour donner la priorité à la fonction de stockage d'eau des canaux de drainage, mais si l'eau d'irrigation collectée du réseau de canaux d'irrigation est distribuée correctement, la pertinence de la construction diminuera. Cette construction exigera un coût relativement important, compte tenu de la section du canal de drainage D0. Par ailleurs, il est clair que les terres bénéficiaires seront limitées, et la rentabilité est jugée faible. De plus, l'exhaussement du niveau d'eau entraîne l'inondation importante sur les rizières en amont avec une mauvaise opération de la vanne, cela fera l'objet de litiges concernant l'opération des vannes entre les zones en amont et en aval. Aussi, un nouvel ouvrage de régulation du niveau d'eau ne sera pas construit dans ce projet.

(2) Canal de drainage D1: ouvrage de régulation du niveau d'eau (renouvellement ou réparation de vannes)

Une demande de réhabilitation portant sur 3 ouvrages d'exhaussement du niveau d'eau a été déposée. La vanne existante auxiliaire de l'ouvrage d'exhaussement du niveau d'eau est endommagée et ne fonctionne plus. L'abandon de ces ouvrages fait courir un risque important de dégâts dus à l'inondation dans la zone en amont. Par contre les canaux de drainage sont utilisés prioritairement pour le stockage de l'eau. Pour cette raison, l'opération de ces vannes sera inutile si l'eau d'irrigation est distribuée correctement. Mais actuellement, jusqu'à ce que l'approvisionnement en eau d'irrigation par les canaux d'irrigation devienne réel, l'habitude actuelle d'utiliser l'eau de drainage avec priorité à la fonction de stockage d'eau sera maintenue. Bien que la nécessité de la réhabilitation soit reconnue, vu le budget limité, elle est plus faible que la réhabilitation des canaux d'irrigation. Le renouvellement/réparation des vannes ne sera pas exécuté.

(3) Canal de drainage secondaire: Réhabilitation d'ouvrage d'exhaussement

Il s'agit de la réhabilitation de l'ouvrage d'exhaussement placé à l'extrémité des canaux de drainage secondaires (renouvellement de vannes). A tous les emplacements, il n'y a pas de vanne, de broche ni de treuil, et la réhabilitation est jugée nécessaire, mais si la réhabilitation des vannes présuppose la continuation de l'habitude actuelle d'utiliser l'eau de drainage avec priorité à la fonction de stockage d'eau sans compter le rétablissement de la fonction de drainage, son degré de priorité est faible. La réhabilitation ne sera donc pas exécutée dans ce projet.

(4) Canal de drainage secondaire: Construction d'ouvrage de réutilisation des eaux drainées

Comme le système de réutilisation des eaux drainées fonctionne dans le canal secondaire D102, cette requête porte sur l'installation d'ouvrages similaires d'un réseau pour les 15 réseaux restants. Les agriculteurs bénéficiaires des ouvrages existants soutiennent cette construction, mais il y a des emplacements où le déploiement des fonctions est douteux. Pour la sélection des emplacements d'installation, il faudra étudier la relation d'élévation entre le niveau d'eau relevé par barrage et les terres bénéficiaires prévues aux emplacements du projet, et mettre au clair les capacités d'approvisionnement des terres. Par ailleurs, si l'eau d'irrigation est correctement approvisionnée par les canaux d'irrigation, la réutilisation des eaux drainées deviendra moins nécessaire.

La réutilisation de l'eau de drainage est jugée significative dans l'habitude actuelle d'utiliser l'eau d'irrigation/drainage, mais vu les conditions ci-dessus, leur degré de priorité dans le cadre d'un budget limité. Des ouvrages de réutilisation des eaux de drainage ne seront pas exécutés dans ce projet.

2-2-2-8 Réhabilitation de la butée de rotation

(1) Sections de consolidation de la digue

L'emplacement endommagé (L=100 m) dans le seuil immergé par l'ouragan de 2006 doit être réhabilité d'urgence. Actuellement, la DRDR a effectué la réfection d'urgence par remblai provisoire, mais c'est une structure où le sol/sable n'est pas suffisamment compacté. Comme indiqué ci-dessous, il est prévu de découper les parties faibles, de remblayer avec de la terre de bonne qualité, et de bien compacter.

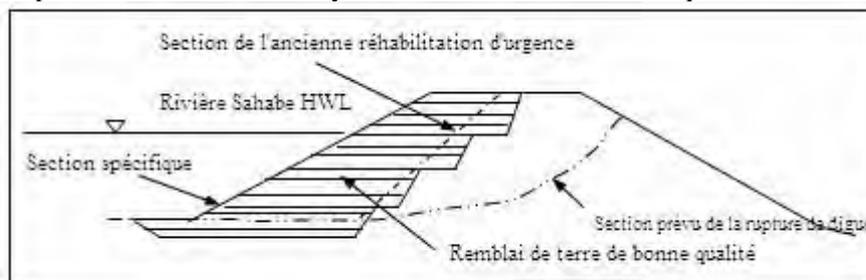


Figure 2-2-12 Plan de base de réhabilitation de la butée de rotation (section de renfort de la digue)

(2) Section de réhabilitation de la couronne de la digue

La réhabilitation de la digue le long du canal de drainage D0 ramifié à partir de la piste de contrôle RM du canal d'irrigation principal (L=1.400 m), qui fonctionne aussi en tant que digue du canal de drainage D0, des pistes en relation avec la piste (R2) le long de C5.5 à partir du canal d'irrigation principal, est hautement nécessaire. Sa largeur actuelle de plus de 3,5 m est maintenue. La réhabilitation portera sur la réfection de l'inégalité, de l'affaissement de la couronne. Cette section de la digue est utilisée comme piste pour les travaux.

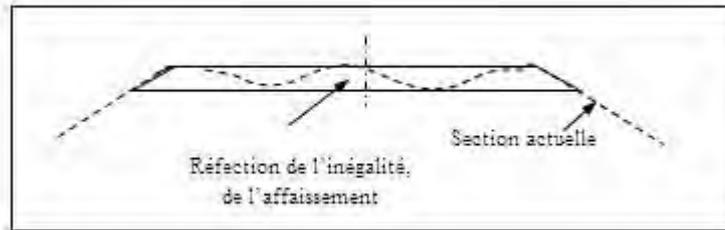


Figure 2-2-13 Plan de base pour la réhabilitation de la butée de rotation (couronne de la digue)

2-2-2-9 Réhabilitation des pistes rurales (R1, R2, RM)

(1) Piste rurale 1 (R1)

La réfection de cette Piste 1 (=5,1 km), qui relie la zone concernée à la route nationale 3a, est très demandée, et la réfection de cette piste est prévue selon l'orientation suivante, à une largeur de 4 m.

- Sur les sections à déblai, un caniveau en maçonnerie est prévu pour une pente de plus de 2% environ, et un caniveau de canal en terre pour les sections à pente inférieure, afin d'éviter la pénétration de l'eau de pluie dans la piste.
- La section en pente raide de la pente longitudinale sera recouverte de pierres concassées. (Section à pente spécifique longitudinale de plus de 5% concernée en tenant compte de la section à pente longitudinale actuelle de la piste existante érodée.)
- De la latérite sablonneuse sera apportée comme matériau de remblai et compactée à plus de 90% de la densité de proctor.
- Le matériau de remblai aura une teneur en matériaux fins de moins de 5µm inférieure à 35%, et sera un sol incluant suffisamment d'argile. (Voir le Tableau 2-2-11).

Tableau 2-2-11 Normes de mélange de sable et d'argile dans les matériaux de remblai des pistes

Type	Pourcentage idéal	Pourcentage adapté
Argile	7,5	5~10
Silt	15,0	10~20
Sable (grains de 75 – 425 µm)	25,0	20~40
Sable (grains de 425µm – 2,36 mm)	52,5	45~60

Source: Normes de conception d'amélioration du sol, conception "pistes"

- La pente transversale de la piste sera caténaire avec norme de 3 à 6%.
- La terre meuble (section boueuse) sera évacuée et traitée comme terre en excédent.
- L'épaisseur de recouvrement (T) sera supérieure à T=0,20 m de latérite, supérieure à T=0,10 m de pierres concassées, avec au moins une couche compactée par rouleau.

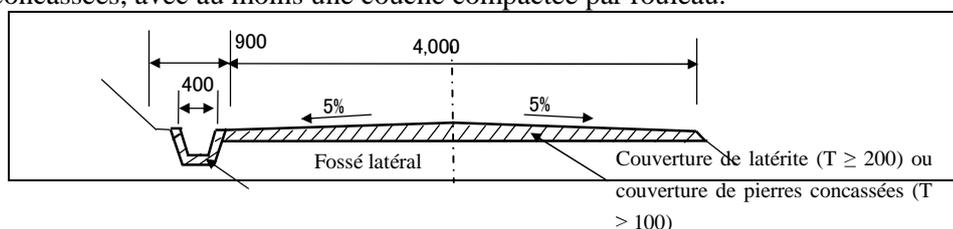


Figure 2-2-14 Coupe standard de la piste rurale (R1)

(2) Piste rurale 2 (R2)

Ce sont la piste rurale 2 (L = 8,5 km) le long du canal D1 et la piste rurale 2 (L = 7,7 km) le long du canal C5.5. Comme il y a des tronçons en relativement bon état, les sections très inégales et enfoncées difficiles à parcourir seront réhabilitées. Ces sections ont une longueur totale L = 11,9 km. Ces deux

pistes sont essentielles pour les deux canaux secondaires qu'elles desservent, et comme les véhicules des travaux les parcourront fréquemment pendant la période des travaux, il est prévu d'assurer un revêtement par latérite sans destruction du revêtement routier pendant la période des travaux.

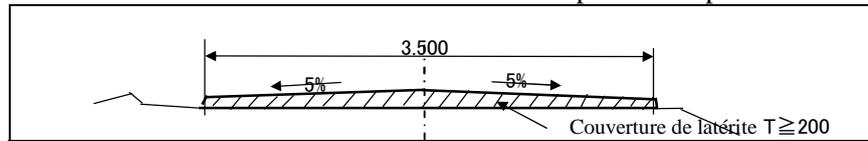


Figure 2-2-15 Section standard de la piste rurale (R2)

La largeur de la piste sera de 3,5 m, et elle sera réhabilitée à des normes conformes à celles de la piste rurale (R1).

(3) Piste de contrôle (RM)

Les deux pistes ci-dessous servent de pistes de contrôle. Compte tenu de son importance, la piste de contrôle RM (P5) le long de P5 sera réhabilitée. La piste de contrôle RM (12) située au bloc d'irrigation N° 12 ne sera pas réhabilitée parce que jugée peu utilisée comme piste de contrôle puisqu'il n'y a pas de canal d'irrigation parallèle.

Tableau 2-2-12 Longueur par tronçon des pistes de contrôle

Piste	Longueur totale (m)	Longueur par tronçon (m)			
		I	II	III	IV
Piste de contrôle (RM (P5))	5.000	-	950	4.050	-
Piste de contrôle (RM (21))	2.500				

Note*: L'état de la chaussée a été étudié de visu, et la longueur par catégorie a été approximativement identifiée:
 I: pas de problème pour la circulation, II: circulation difficile pendant la saison des pluies, III: circulation difficile pendant la saison des pluies et la saison sèche et IV: circulation impossible des véhicules.

La réhabilitation portera sur la route RM (P5) avec sa largeur de 3,5 m, et le tronçon III de RM (P5) sera d'abord étudié pour déterminer la longueur de prolongement (L=3,2 km) et ensuite réhabilité à des normes conformes à celles des pistes R1 et R2.

Le tronçon entre CMS et l'emplacement de la structure de prise, la terre de curage actuellement entassée sur les côtés sera évacuée, transportée et traitée sur un dépôt de sol en excédent pour assurer la largeur de la piste.

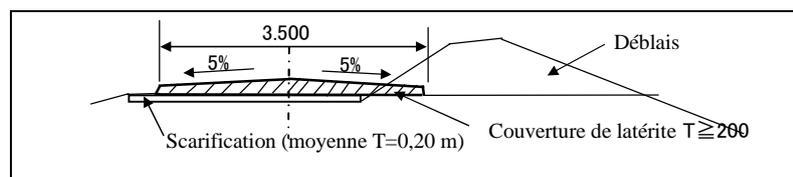


Figure 2-2-16 Section standard de piste de contrôle (RM)

(4) Piste pour les travaux

Beaucoup de transports d'engins de remblayage et de déblais auront lieu pendant la période des travaux, et des pistes pour les travaux seront nécessaires en dehors des pistes rurales R1 et R2, et de la piste de contrôle RM ci-dessus. Une partie des pistes existantes seront réhabilitées pour servir de pistes pour les travaux, mais réaliser ces travaux pour le plus de pistes possible permettre d'exécuter les travaux plus rapidement.

Tableau 2-2-13 Longueur des pistes pour les travaux

Emplacement des pistes	Piste	Longueur totale (km)	Réhabilitation de pistes pour les travaux (km)
Le long de D0	Nationale 3a – pont 25 t – butée de rotation – jonction avec C-5.5	7,6	butée de rotation 1,5 km y compris
Le long de C-5.6	Piste de contrôle du canal primaire C-5.6	9,6	
Le long de C-5.5.5	Piste de contrôle du canal secondaire C-5.5.5	3,1	
Le long de C-5.6.5	Piste de contrôle du canal secondaire C-5.6.5	3,5	
Total		23,8	

La qualité des pistes sera assurée pour qu'elles tiennent pendant la période des travaux, , mais vu le coût des travaux limité et le programme d'exécution total, seule la réhabilitation des parties inégales et enfoncées est prévue.

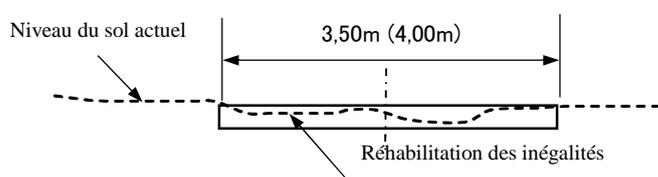


Figure 2-2-17 Section standard de piste pour les travaux

2-2-2-10 Plan de base pour l'Assistance technique (Soft Components)

La maintenance des ouvrages d'irrigation et de drainage dans la zone du projet est exécutée par l'AUE de Tsaravohi, sous la gestion du bureau DRDR, conformément aux "Textes régissant la gestion, l'entretien et la police des réseaux hydro-agricoles" à Madagascar établis en 1990. Pour que les effets de ce projet se déploient durablement, la gestion et la maintenance correctes des ouvrages d'irrigation et de drainage sont nécessaires par la Fédération AUE de Tsaravohi et les AUE. Ces dernières sont pleinement conscientes de cette nécessité, et souhaitent s'en occuper principalement, mais souffrent des problèmes de (1) connaissances insuffisantes pour l'établissement du programme de maintenance des ouvrages, et savoir-faire technique insuffisant pour la bonne exécution de ce programme, (2) absence de système de collecte équitable et sûr des frais d'utilisation, qui serviront de fonds pour ces activités, auprès des utilisateurs de l'eau d'irrigation, (3) la formation des techniciens de gestion de l'eau pour promouvoir l'utilisation efficace de l'eau d'irrigation n'est pas avancée. L'assistance technique est nécessaire pour la résolution de ces problèmes, en plus de la réhabilitation des ouvrages.

Par ailleurs, le système de soutien de la DRDR au périmètre PC23 et ses résultats de soutien antérieurs sont comme suit. Principalement, le service Agriculture et travaux publics de la DRDR et le bureau local de la zone ouest du Lac Alaotra DRDR assurent leur soutien pour la gestion de l'eau, et les sections Vulgarisation de l'agriculture et Soutien de l'organisation des habitants DRDR pour l'organisation des habitants et l'agriculture. Mais le budget pour ces activités étant insuffisant, le soutien n'est pas pleinement assuré. La DRDR ne dispose pas du montant du coût de la réhabilitation du système d'irrigation PC23. Seul un fonds pour le rétablissement des sinistres etc. est alloué irrégulièrement par le gouvernement.

Tableau 2-2-14 Système actuel de soutien au périmètre PC23 de la DRDR

Domaine technique	Département en charge (DRDR)	Nbre de techniciens	Réalisations de soutien	Budget d'activité
Irrigation, gestion de l'eau	Service Agriculture et génie civile	3 pers. (agriculture et génie civile)	Réhabilitation d'ouvrages déversoir à Sahabe (7 millions MGA/MGA1,0=0,066 yens) sur budget de l'Etat en 2008 En 2003, curage de canaux principaux sur budget de l'Etat. Pas d'encadrement des habitants concernant la gestion de l'eau.	Le budget suffisant pour la réhabilitation des ouvrages etc. n'est pas affecté à la DRDR. Obtention irrégulière du budget de l'Etat en cas de sinistres etc.
Renforcement de l'organisation des AUE	Service vulgarisation de l'agriculture et soutien de l'organisation des agriculteurs	1 pers. (organisation des agriculteurs)	Pas de formation des habitants	Pas de budget pour les activités.

Vu les points ci-dessus, il est nécessaire de prendre des mesures en vue du renforcement des capacités d'opération et maintenance des ouvrages des AUE, de la fédération des AUE et de la DRDR assurant la supervision, afin d'obtenir les effets d'irrigation après la réhabilitation des ouvrages. En principe, ces assistances techniques devraient être assurées sous la responsabilité de la DRDR de la région d'Alaotra-Mangoro, autrement dit du gouvernement malgache, mais vu le manque de capacités de soutien de la partie malgache, un soutien technique dans le cadre des Soft Components est prévu pour promouvoir le bon démarrage du projet.

Les objectifs ci-dessous seront définis dans le cadre de l'Assistance technique (Soft Components) en présupposant que la partie malgache poursuive ces activités même après la fin du présent projet de coopération. Les personnes concernées sont les cadres de la Fédération AUE de Tsaravohi et les responsables de la gestion de l'eau (18 personnes) de chaque AUE, ainsi que les responsables de la gestion de l'eau CMS (3 personnes). L'objectif du projet sera " La Fédération AUE de Tsaravohi devra acquérir les connaissances nécessaires à la maintenance des ouvrages d'irrigation et de drainage réhabilités".

Les résultats nécessaires pour réaliser l'objectif du projet sont comme suit:

- <1> Amélioration des techniques d'opération et maintenance du personnel de la Fédération AUE de Tsaravohi et des 18 AUE.
- <2> Amélioration des capacités de gestion de l'organisation des cadres de Tsaravohi de la Fédération AUE.
- <3> Amélioration des capacités de monitoring de l'irrigation des responsables de la gestion de l'eau de la Fédération AUE de Tsaravohi et des 18 AUE, et augmentation du taux de collecte des frais d'eau.

2-2-2-11 Fourniture des engins de curage

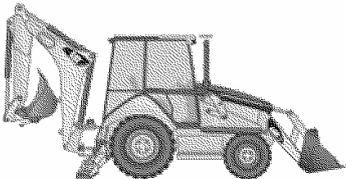
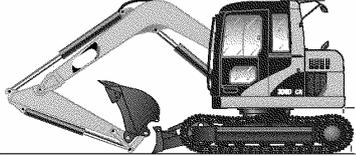
(1) Sélection du modèle d'engin

Les dessableurs sont prévus en aval de la prise d'eau de la structure de prise de la rivière Sahabe dans le cadre de ce projet. La fourniture des engins de curage pour le sable accumulé dans les dessableurs est aussi prévue. Ces engins de maintenance seront sélectionnés selon les conditions qu'ils soient ordinaires et facile à manipuler et que leur maintenance et service après-vente soient possibles à Madagascar dans l'avenir.

Pour l'engin d'excavation ordinaire à Madagascar, il y en a deux, chargeur excavatrice et excavatrice. On sait manier aussi bien le grand que le petit selon le but. En considérant que l'usage de cet engin dans ce projet est la maintenance des dessableurs, la capacité du godet de l'engin sera de 0,3 à 0,4 m³ parce qu'il ne s'agira pas de curages de grande envergure et que les spécifications du chargeur sur pneus seront à godet de 0,3 à 0,4 m³. Par ailleurs, il est prévu de drainer l'eau des dessableurs lors du curage pour que l'engin pénètre directement dedans pour effectuer le curage.

Le tableau comparatif ci-dessous a permis la sélection du chargeur excavatrice remarquable pour sa fonctionnalité, sa polyvalence et son économie comme engin de curage.

Tableau 2-2-15 Comparaison des engins de curage pour les dessableurs

Modèle	Chargeur excavatrice	Excavatrice
Image		
Capacité du godet (m ³)	0,3~0,4m ³	0,3~0,35m ³
Partie bulldozer, capacité du godet (m ³)	0,95~1,05 m ³	—
Profondeur d'excavation max. (m)	4,2~4,8m	4,0~4,6m
Disponibilité sur le marché	• Cet engin est très disponible sur le marché malgache, avec des concessionnaires qui assurent la vente, la formation des opérateurs et la maintenance.	Comme à gauche
Avantages	• Avec un godet d'excavation à l'arrière et un godet sur la partie bulldozer avant, cet engin permet à la fois l'excavation et le transport. • La construction de l'engin assure une grande fonctionnalité.	• Comme il est sur chenilles, il permet la pénétration et le déplacement sur des sols accidentés ou en mauvaise condition. • Peut opérer sur des pentes raides (env. 35°)
Désavantages	• La construction de l'engin rend le déplacement difficile sur des routes très irrégulières et des sols meubles. • Fonctionnement difficile à des emplacements à pente raide.	• Un camion de transport est nécessaire pour transporter le sol/sable excavé au curage. • Il faut du temps pour le déplacement jusqu'au site de travail.
Prix (livraison sur place)	10.000 mille yens	12.000 mille yens
Evaluation générale	○ (Adoption)	△

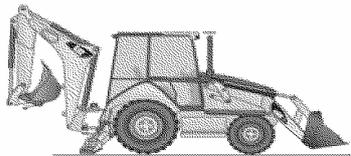
	<ul style="list-style-type: none"> • Le curage consiste en opérations dans la terre boueuse des dessableurs; le dessableur a un fond en dalles de béton, et comme on avance en curant, la terre boueuse ne constitue pas un obstacle. De plus, la structure des roues ne laisse pas craindre de dommages au béton. • Comparé à l'excavatrice, il est plus économique et polyvalent. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comme le curage s'effectue dans les dessableurs, le déplacement sur chenilles laisse craindre des dommages pour les plaques de béton du fond. • Comparé au chargeur sur pneus, il est moins économique et moins polyvalent.
--	---	--

(2) Méthode de fourniture d'équipement

Les excavatrices de curage, qui sont les équipements à fournir, seront prévues en présupposant les conditions permettant la maintenance et le service après-vente dans l'avenir. La fourniture est prévue à Madagascar même pour les raisons suivantes.

- Il n'y a pas de production ni de transaction sur les chargeurs excavatrices au Japon, aussi la fourniture depuis le Japon sera impossible.
- Il y a des revendeurs et concessionnaires traitant les engins de construction à Madagascar, et la maintenance et le service après-vente, ainsi que les instructions pour le fonctionnement initial étant nécessaires, la fourniture à Madagascar sera avantageuse. Autrement dit, il est jugé que la fourniture d'un pays tiers ne sera pas profitable.

Spécification de l'engin à fournir

		
Composant	• Excavatrice	: 1 unité
Caractéristiques		
1. Poids en état de marche		: 7500-800 kg: flèche, bras, godet de charge, godet-pelle (poids max. des équipements inf. à 10.500 kg)
2. Moteur		: Puissance sup. à 60 kW/90 hp, sup. à 3000 cc
3. Boîte de vitesses		: Au moins 3 vitesses AV, 3 vitesses AR
4. Train de roulement		: Automoteur, sur pneus
5. Capacité du godet		: Sup. à 0,95 m ³
6. Capacité du godet-pelle		: Sup. à 0,3 m ³
7. Profondeur de creusement max.		: Sup. à 4 m
8. Cabine		: Type imperméable tous temps
9. Accessoires		
1) Siège		: Suspension réglable, ceinture de sécurité
2) Clés		: Pour porte, moteur
3) Outils standard		: Boîte à outils à clé
4) Indicateurs		: Niveau de carburant, thermomètre, accessoires standard du constructeur
5) Feux etc.		: Phares, projecteurs
6) Rétroviseurs		: Deux cotés (droite et gauche)
Pièces de rechange		: -
Consommables		: -
Autres points à noter		: Néant

2-2-2-12 Réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires, des canaux de drainage secondaires et des pistes rurales

(1) Orientation de base

Compte tenu de l'objectif du Projet (approvisionnement stable en eau d'irrigation), l'ordre de priorité pour la réhabilitation sera : (1) canaux d'irrigation secondaires (dérivateurs y compris), (2) piste rurale 3 et (3) canaux de drainage secondaires (ouvrages auxiliaires y compris). Comme ce sont tous des ouvrages en principe en terre, il est évident que si la maintenance n'est pas bien assurée périodiquement après la réhabilitation, le retour à la situation actuelle sera facile. Par conséquent, la maintenance par les AUE après la réhabilitation sera la condition préalable à l'exécution de la réhabilitation. Les activités de maintenance présupposent l'obtention du fonds nécessaire par collecte des frais d'eau, mais un accroissement de la production de riz étant prévu par le biais de l'approvisionnement en eau, le taux de collecte des frais d'eau devrait aussi augmenter en conséquence. Vu les points ci-dessus, l'aménagement des canaux d'irrigation secondaires est indispensable. Par ailleurs, les AUE n'étant pas à maturité, la réhabilitation mécanique à la charge des agriculteurs n'est pas envisageable. De plus, l'aménagement des périmètres étant à la charge de la partie malgache, il est difficile de lui imposer une charge encore plus grande. Vu le budget limité, la réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires (dérivateurs y compris) sera exécutée, mais pas celle des canaux de drainage secondaires et de la piste rurale 3.

La réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires concernera les catégories III et IV de degré de délabrement de l'étude, où la réhabilitation mécanique est nécessaire. Mais pour les ouvrages auxiliaires, comme la réhabilitation des ouvrages en béton/vannes est techniquement difficile de manière autonome par les AUE, sans fixer d'ordre de priorité des catégories, les catégories III et IV seront réhabilités dans cet ordre.

(2) Réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires

La réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires s'effectuera comme suit.

Tableau 2-2-16 Fiche d'enquête des canaux d'irrigation secondaires par section

N° de canal	Longueur totale (m)	Longueur par section (m)			Ouvrages de dérivation (nbre)
		III	IV	Sous total	III/IV
C551	1.000	12	199	211	2
C552	1.600	63	-	63	
C553	2.000	40	32	73	2
C554	2.000	130	-	130	2
C555	2.000	187	54	241	2
C556	2.000	280	64	344	2
C557	2.000	330	59	389	2
C558	2.300	16	19	35	1
C532	2.000	-	2.000	2.000	2
C561	2.600	338	77	416	3
C562	2.600	273	168	440	3
C563	2.600	387	97	484	3
C564	2.600	612	287	899	3
C565	2.600	467	122	589	3
C566	2.600	343	291	634	3
C567	2.600	515	29	545	3
C568	2.600	757	287	1.044	3
C569	1.500	166	10	176	2
	39.200	4.917	3.796	8.713	30

La section des canaux à réhabiliter sera en principe prévue à $Q = 0,2 \text{ m}^3/\text{sec}$, pente de canal $I = 1/5.000$, parce que le débit spécifique changera $Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{sec} \rightarrow 0,2 \text{ m}^3/\text{sec} \rightarrow 0,1 \text{ m}^3/\text{sec}$, que la pente du canal varie par canal et que la forme des canaux actuels diffère selon les emplacements.

1) Réhabilitation de section IV

La section IV est ravagée au point que l'état initial a pratiquement disparu, ce sont des sections où la forme des digues de canaux et de sections de canaux est invisible. Le programme suivant est prévu parce que la réhabilitation totale des sections de canaux est nécessaire pour rétablir la fonction de passage de l'eau.

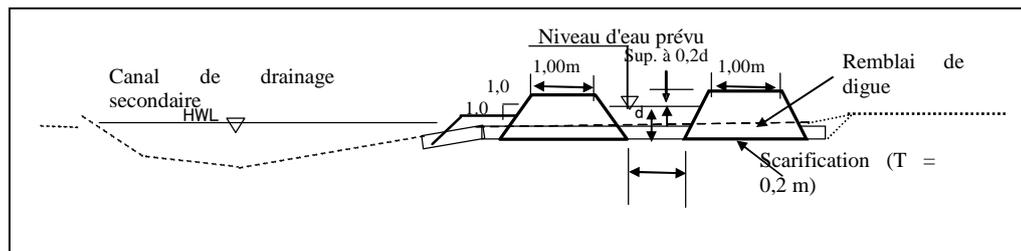


Figure 2-2-18 Plan de base de réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires (section IV)

2) Section III

La section III comprend des sections à hauteur de digue insuffisante, sections à largeur de barrage insuffisante et sections où l'accumulation de terre/sable empêche le passage de l'eau dans les canaux. La méthode de réhabilitation varie selon les obstacles au passage de l'eau.

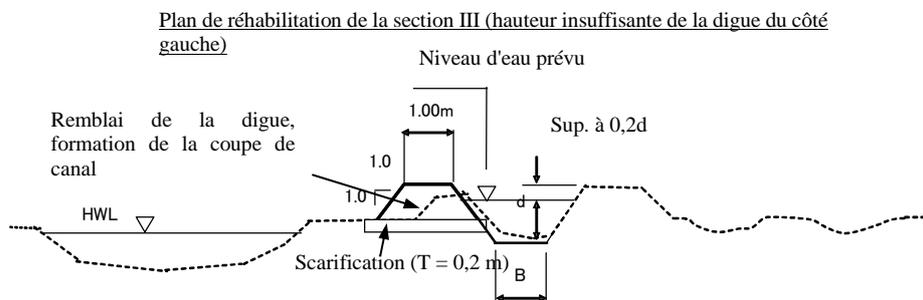


Figure 2-2-19 Plan de base de réhabilitation des canaux d'irrigation secondaires (section III)

(3) Réhabilitation des ouvrages auxiliaires (ouvrages de dérivation) des canaux d'irrigation secondaires

Compte tenu de la collecte des frais d'utilisation de l'eau après la réhabilitation, les ouvrages de dérivation existants seront réhabilités selon le plan de base ci-dessous.

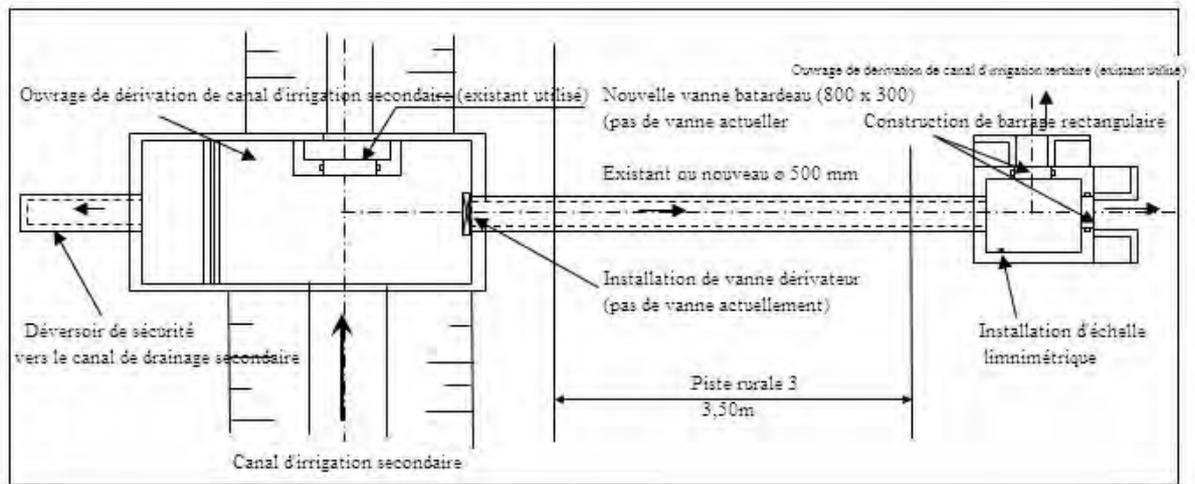


Figure 2-2-20 Plan de base de réhabilitation de l'Ouvrage de dérivation de canal d'irrigation secondaire

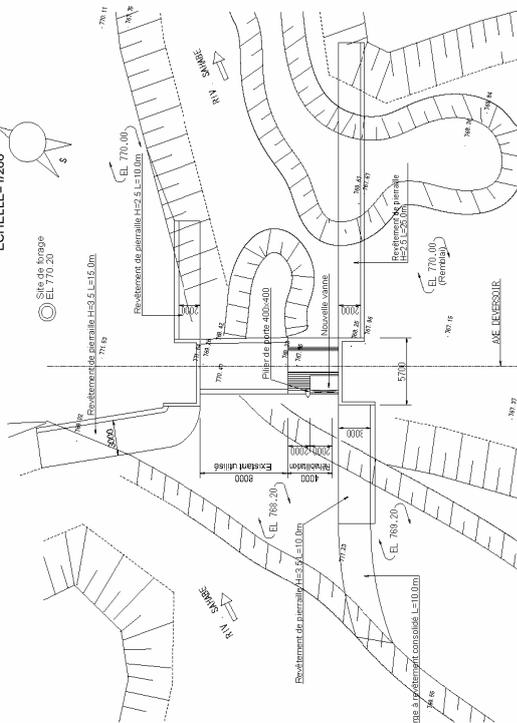
Les 41 ouvrages de dérivation feront l'objet de réhabilitation.

2-2-3 lan du concept de base

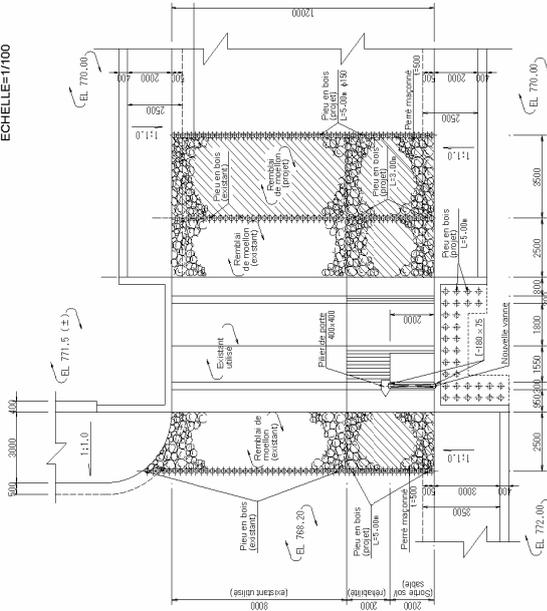
N°	Désignation	Remarques
1	Plan planimétrique général	
2	Plan de réhabilitation des déversoirs de sécurité	
3	Plan de réhabilitation de la structure de prise de la rivière Sahabe (1/2)	
4	Plan de réhabilitation de la structure de prise de la rivière Sahabe (2/2)	
5	Plan structurel du dessableur	
6	Plan structurel du dérivateur de branchement du canal principal P5	
7	Plan structurel du dérivateur d'extrémité du canal principal P5	
8	Plan structurel de pont CMS de canal principal P5 et plan structurel de barrage de revêtement	
9	Plan standard de dérivateur de canal primaire	
10	Plan détaillé du puisard de volume d'eau de dérivateur	
11	Plan structurel de dérivateur de canal secondaire	
12	Section standard de canal, piste rurale et butée de rotation	
13	Plan longitudinal de canal primaire P5 et de piste de contrôle (RM)	
14	Plan longitudinal de canal primaire (C5.3, C5.5) (1/2)	
15	Plan longitudinal de canal primaire (C5.5) (2/2)	
16	Plan longitudinal de canal primaire (C5.6) et de piste rurale 2 (R2)(1/2)	
17	Plan longitudinal de canal primaire (C5.6) et de piste rurale 2 (R2)(2/2)	
18	Plan longitudinal de piste rurale 1 (R1)	
19	Plan structurel d'ouvrage transversal de drainage de piste rurale 1 (R1)	

Plan structurel de déversoir de sécurité

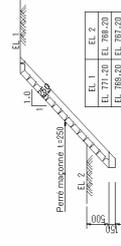
Plan planimétrique d'ensemble du déversoir de sécurité.
ECHELLE=1/200



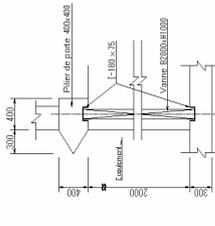
Plan planimétrique de déversoir de sécurité.
ECHELLE=1/100



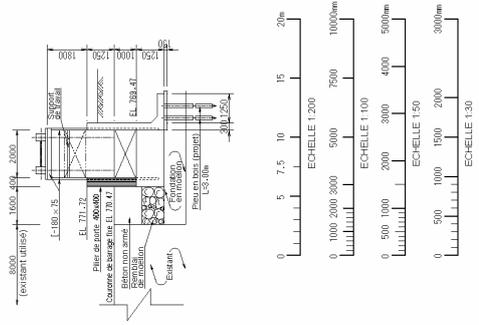
Plan planimétrique standard de revêtement.
ECHELLE=1/50



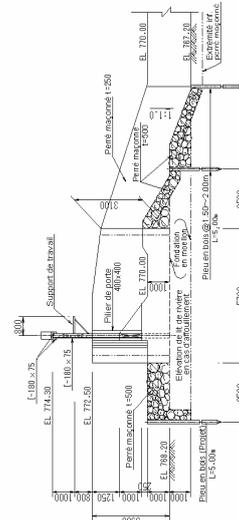
Plan planimétrique de la partie vanne.
ECHELLE=1/30



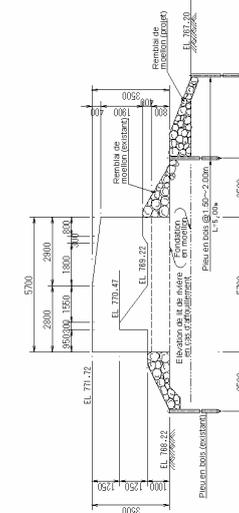
Vue avant de vanne dérivateur.
ECHELLE=1/100



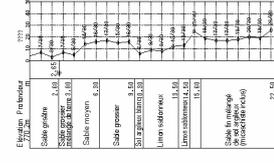
Section de vanne dérivateur.
ECHELLE=1/100



Plan planimétrique de la partie déversement.
ECHELLE=1/100



Histogramme de forage.
ECHELLE=1/200

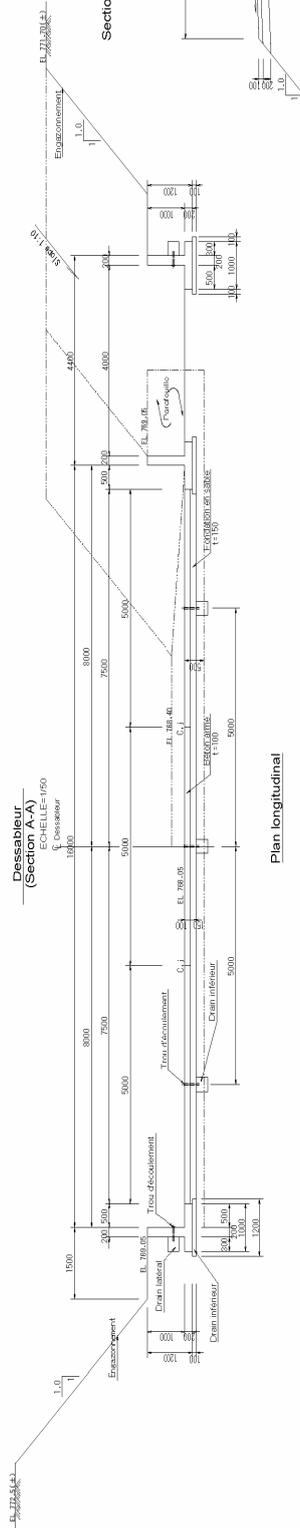


Plan structurel du dessableur



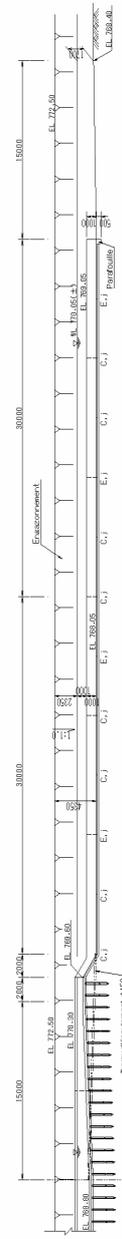
Plan planimétrique
Echelle=1/200

Dessableur
(Section A-A)
Echelle=1/50
Conséquence



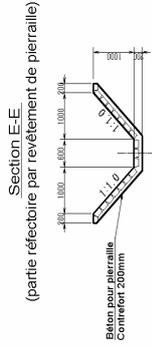
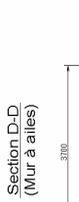
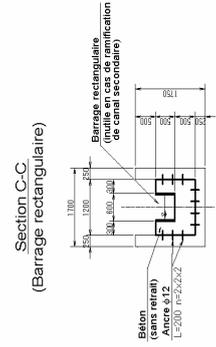
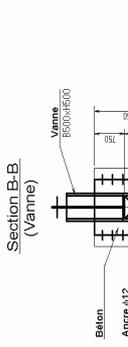
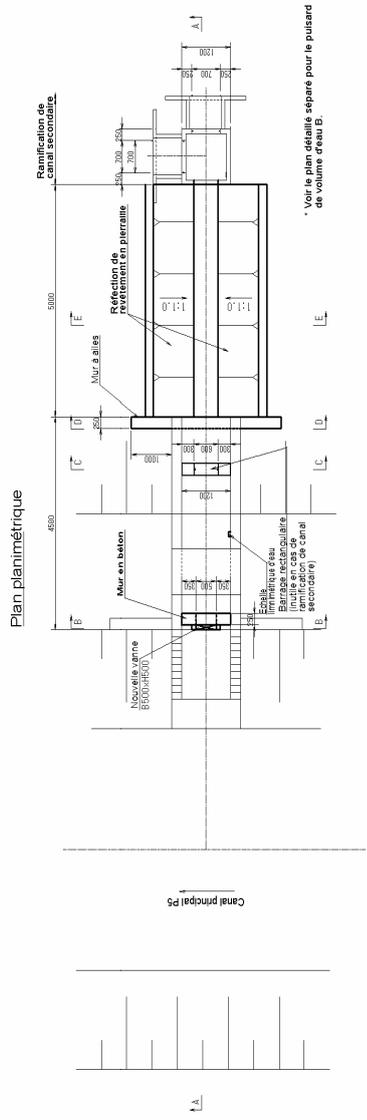
Section standard de canal en pente
(Section B-B)
Echelle=1/50

Plan longitudinal

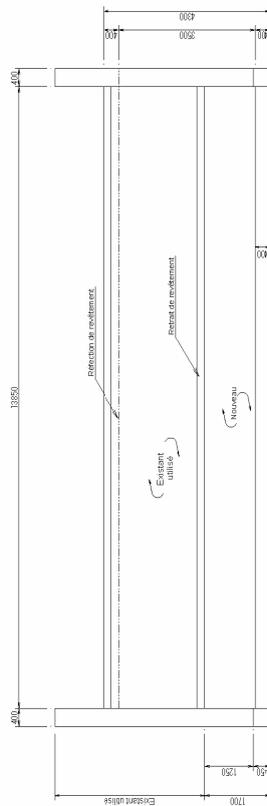


Echelle 1/200
Echelle 1/50

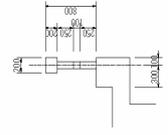
Plan structurel du dérivateur de branchement du canal principal P5
 ECHELLE=1/50



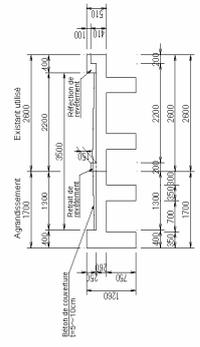
Plan planimétrique
Echelle=1/50



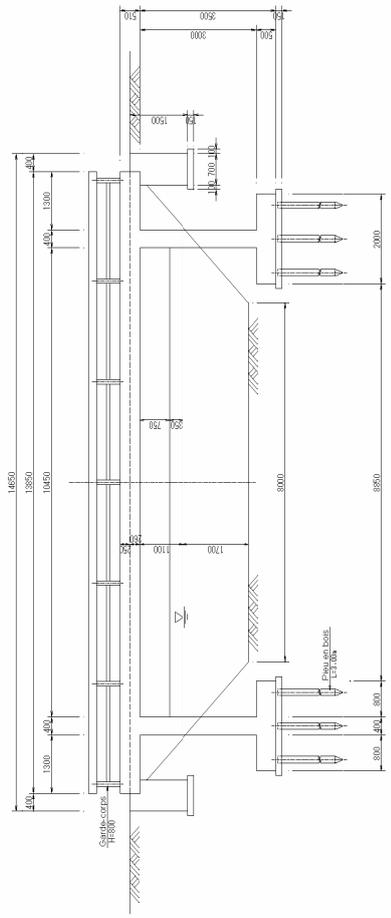
Plan détaillé de garde-corps
Echelle=1/50



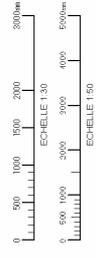
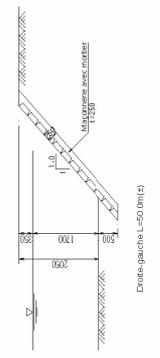
Section
Echelle=1/50



Vue de côté
Echelle=1/50

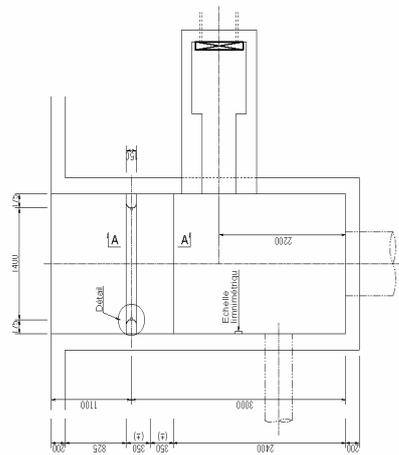


Section du barrage de revêtement renforcé aux environs de No.45
Echelle=1/50

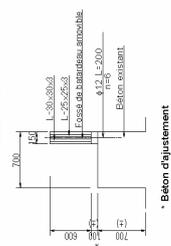


Plan structurel de puisard de volume d'eau A

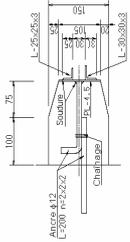
Plan planimétrique
Echelle=1/20



Section A-A
Echelle=1/30

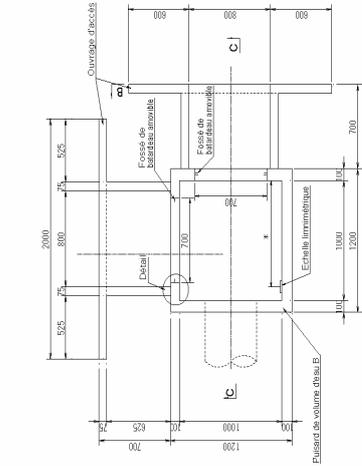


Plan détail de barrage rectangulaire
Echelle=1/5

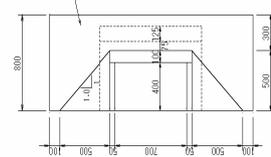


Plan structurel de puisard de volume d'eau B

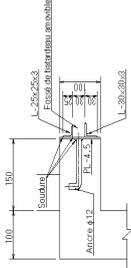
Plan planimétrique
Echelle=1/20



Section B-B
Echelle=1/20

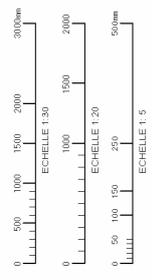
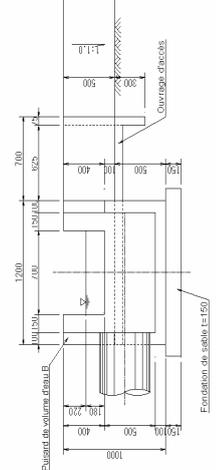


Plan détaillé du barrage rectangulaire
Echelle=1/5



* Bâgner / échelle linéaire de plus de 4 fois la profondeur de coulage du barrage rectangulaire.

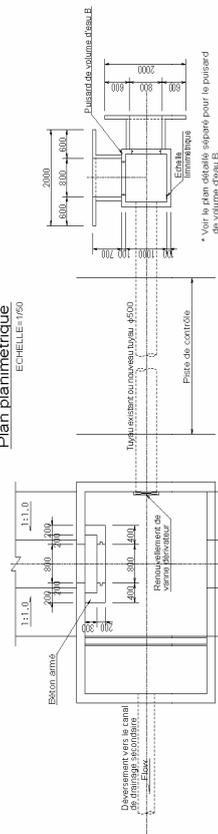
Section C-C
Echelle=1/20



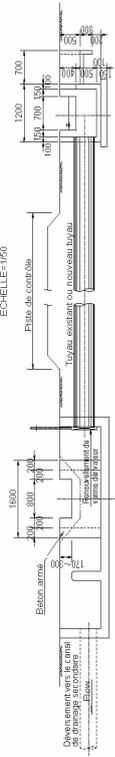
Plan structurel de dérivateur de canal secondaire

Type A

Plan planimétrique
Echelle=1/50



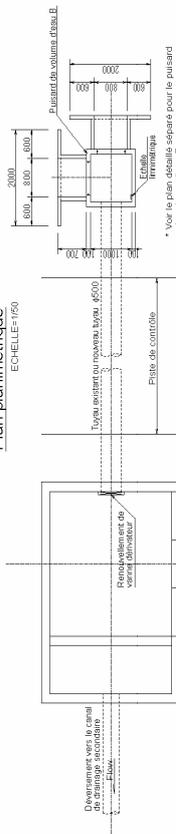
Plan longitudinal
Echelle=1/50



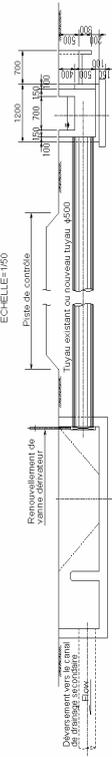
Type C

(couvrage dérivateur et dérivateur du canal secondaire)

Plan planimétrique
Echelle=1/50

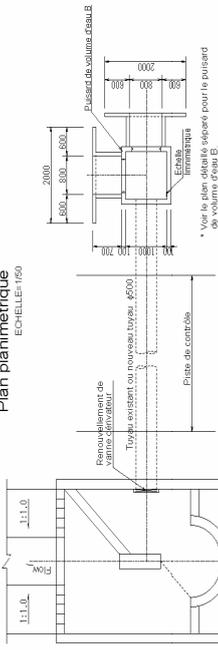


Plan longitudinal
Echelle=1/50



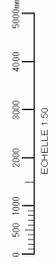
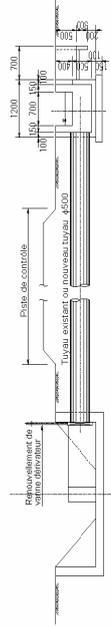
Type B

Plan planimétrique
Echelle=1/50



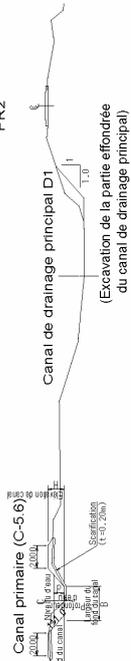
* Voir le plan détaillé séparé pour le puisard de volume d'eau B.

Plan longitudinal
Echelle=1/50



Section standard

Section standard de canal primaire (C-5.6) et de PR2
Echelle=1:200



Canal primaire (C-5.6)
Echelle=1:200

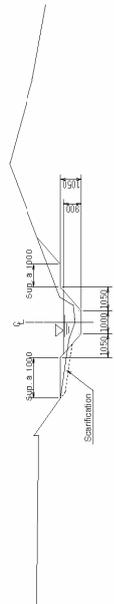
Section standard de canal principal P5 (1)
(NO. 1+28.40~NO.46+9.20)
Echelle=1:100



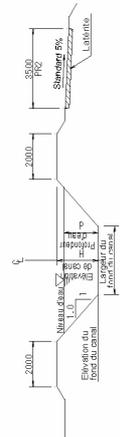
Section standard de canal principal P5 (2)
(NO.46+9.20~NO.64+40.00)
Echelle=1:100



Section standard de canal primaire C-5.3
Echelle=1:100



Section standard de canal primaire C-5.5
Echelle=1:100

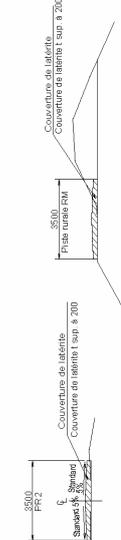


* Après la scarification (T=0.20 m), une couverture de 0.20 m min. de latérite sera faite conformément aux spécifications spéciales.

Le remblai des bords standard est prévu jusqu'aux environs de No. 0 - No. 31. Sinon, le remblai est prévu seulement aux emplacements où la route est très encombrée.

Section standard de PR2
Echelle=1:100

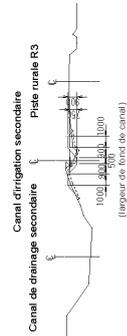
Section standard de piste de contrôle (RM).
Echelle=1:100



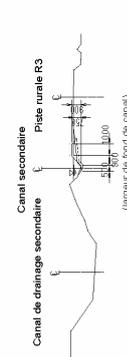
* La couverture de pierre ou de latérite sera faite conformément aux spécifications spéciales.

Section standard de canal secondaire

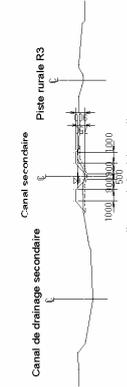
Section standard du type III-1
(section de conception I) Echelle=1:200



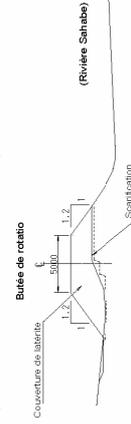
Section standard du type III-2
(section de conception I) Echelle=1:200



Section standard du type IV
(section de conception I) Echelle=1:200

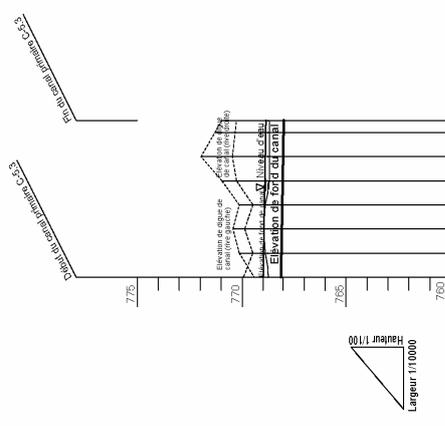


Section standard de butée de rotation (sections de réflexion)
(sections de réflexion No. 4 - No. 15) Echelle=1:200



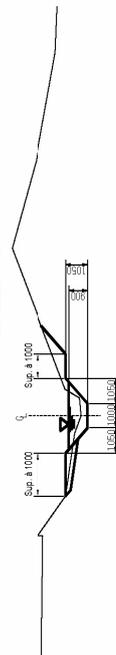
Section standard
(Echelle=1:200 Echelle=1:100)

Plan longitudinal de canal primaire (C-5.3)

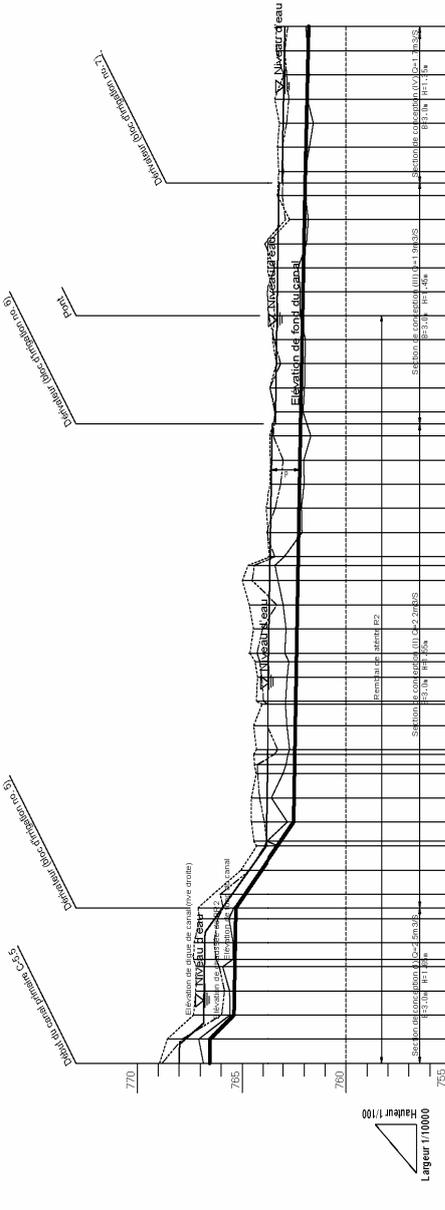


Pente du canal		1:10000	
Elevation de la crête de la digue de canal (gauche)	787.00	788.00	789.00
Elevation de la crête de la digue de canal (droite)	787.00	788.00	789.00
Elevation du fond du canal	787.00	788.00	789.00
Elevation de la crête de la digue de canal (rive gauche)	787.00	788.00	789.00
Elevation de la crête de la digue de canal (rive droite)	787.00	788.00	789.00
Elevation du fond de canal	787.00	788.00	789.00
Distance additionnelle			
Distance entre les points			
Points de mesure			

Section standard de canal primaire (C-5.3)
ECHELLE=1:100



Plan longitudinal de canal primaire (C-5.5)

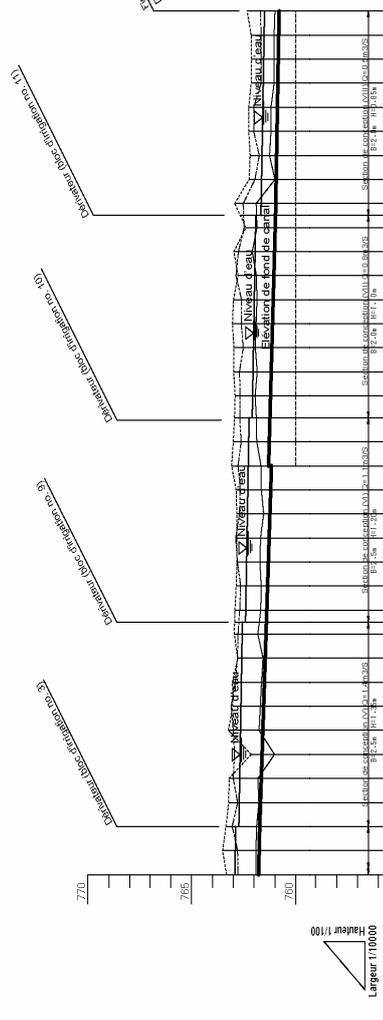


Pente du canal		1:10000	
Elevation de la crête de la digue de canal (gauche)	787.00	788.00	789.00
Elevation de la crête de la digue de canal (droite)	787.00	788.00	789.00
Elevation du fond du canal	787.00	788.00	789.00
Elevation de la crête de la digue de canal (rive gauche)	787.00	788.00	789.00
Elevation de la crête de la digue de canal (rive droite)	787.00	788.00	789.00
Elevation du fond de canal	787.00	788.00	789.00
Distance additionnelle			
Distance entre les points			
Points de mesure			

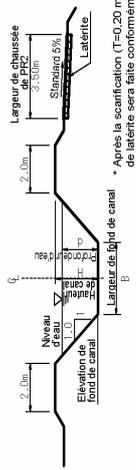
Situation	
Etat	Projet
Elevation fond de canal	-----
Elevation crête digue	-----



Plan planimétrique de canal primaire (C-5.5)



Section standard du canal primaire (C-5.5)
Echelle=1:100



* Après la scarification (T=0.20 m), une couverture de 0.20 m min. de latérite sera faite conformément aux spécifications spéciales.
Le remblai de latérite standard est prévu jusqu'aux bornes de No. 0 et No. 3. Les emplacements de latérite sont indiqués par des points de mesure. Les emplacements où la route est très endommagée.

Liste des spécifications de conception

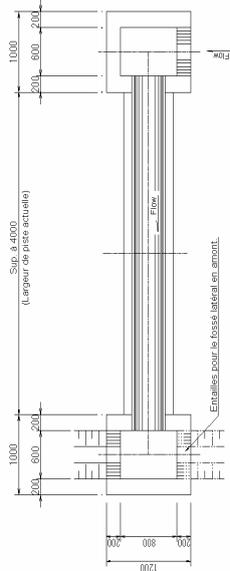
Section de conception	Débit de conception (m³/s)	Largeur de fond de canal B (m)	Profondeur de fond d'eau D (m)	Elevation totale de canal H (m)
I	2.5	3.0	1.45 (0.50)	1.65 (0.75)
II	2.2	3.0	1.35	1.55
III	1.9	3.0	1.25	1.45
IV	1.7	3.0	1.15	1.35
V	1.4	2.5	1.15	1.35
VI	1.1	2.5	1.00	1.20
VII	0.8	2.0	0.95	1.10
VIII	0.5	2.0	0.70	0.85

Type de situation	Situation	Projet
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

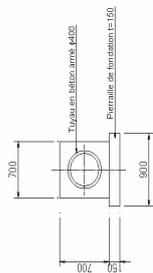


Plan structurel d'ouvrage d'écoulement transversal

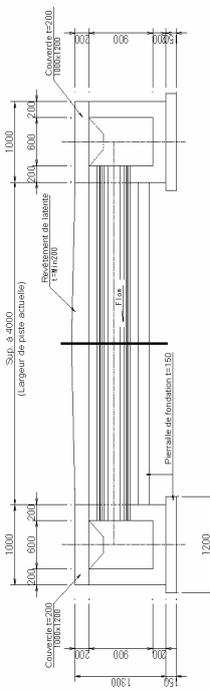
Plan planimétrique
Echelle=1/30



Section
Echelle=1/30



Plan longitudinal
Echelle=1/30



2-2-4 Plan d'exécution/fourniture

2-2-4-1 Orientation de l'exécution/fourniture

(1) Rubriques de base concernant le projet

Pour l'exécution de ce Projet, après la conclusion de l'Echange de Notes (E/N) entre le gouvernement du Japon et le gouvernement de Madagascar, un Accord de Don (G/A) sera conclu entre la JICA et le gouvernement de Madagascar. Ensuite, un Consultant de nationalité japonaise conclura un Accord de consultation avec le gouvernement de Madagascar.

Le Consultant préparera les plans, les spécifications nécessaires aux travaux, la documentation d'appel d'offres et les documents contractuels, et après l'examen des qualifications pour l'appel d'offres et les formalités d'examen des dossiers d'offres avec l'accord du gouvernement de Madagascar, sélectionnera une entreprise de construction japonaise par appel d'offres. Les travaux de construction seront exécutés conformément au contrat d'exécution conclu entre le gouvernement de Madagascar et l'entreprise de construction. L'exécution de ce projet exigera 6 mois pour la conception de l'exécution et la période de préparation de l'appel d'offres, puis 11,5 mois de l'exécution de la soumission à l'achèvement des travaux de construction, vu la taille et le contenu des installations et les conditions géographiques de la zone de construction.

(2) Orientation de l'exécution

a) Entité d'exécution du projet

C'est la réhabilitation des ouvrages d'irrigation dans la partie sud du périmètre PC23 situé dans la région d'Alaotra-Mangoro. Les ouvrages d'irrigation concernés sont les suivants ; déversoirs de sécurité sur la rivière Sahabe, structure de prise, canaux d'irrigation et de drainage servant la distribution d'eau depuis la structure de prise sur les périmètres irrigués, pistes de contrôle pour ces canaux. La construction d'une prise d'eau et d'un dessableur est prévue à la structure de prise.

L'agence de supervision malgache est le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP), et l'organisme d'exécution la Direction régionale du Développement rural (DRDR) de la région d'Alaotra-Mangoro de ce ministère. Pour le bon déroulement du projet, le MAEP devra maintenir des contacts étroits et discuter avec le Consultant japonais, pour nommer un responsable en charge du projet.

b) Consultant

Le Consultant japonais conclura un contrat de supervision de la conception avec le MAEP en vue de la construction des ouvrages de génie civil et de la fourniture des équipements dans le cadre du projet, et s'occupera de la conception de l'exécution du projet et de la supervision de l'exécution. Le Consultant établira aussi le dossier d'appel d'offres, et représentera le MAEP lors de la soumission.

c) Contractant des travaux

Conformément au mécanisme de la Coopération financière non-remboursable du Japon, le contractant des travaux, personnalité juridique japonaise sélectionnée par appel d'offres public, exécutera les travaux de génie civil et la fourniture des équipements du projet. Pour la sélection du contractant, les contacts et la coordination après livraison des ouvrages concernés seront pleinement pris en compte parce que le service après-vente sera nécessaire pour les réhabilitations et réparations etc. des ouvrages en continu même après la fin du projet. Des entreprises de construction malgaches, basées à Antananarivo, exécutent des travaux de construction et des travaux de génie civil divers, et ont une expérience suffisante des travaux, ce qui laisse espérer leur utilisation active dans ce projet.

d) Nécessité de l'envoi de techniciens

Etant donné que des procédés spéciaux comme amélioration du sol etc. ne seront pas prévus dans ce projet, l'envoi de techniciens ne sera pas nécessaire.

e) Orientation de la construction des ouvrages

Les matériaux et équipements locaux seront efficacement utilisés pour exécuter les travaux sans problèmes et réduire le coût.

(3) Orientation de la fourniture

L'emploi d'entreprises locales est prévu pour l'exécution des travaux du projet dans les domaines du transport terrestre, de la fourniture des engins de construction, ainsi que pour les travaux de terrassement, la fourniture des équipements et matériaux de construction et de la main-d'œuvre, pour assurer une réduction du coût.

2-2-4-2 Points à prendre en compte pour l'exécution/fourniture

(1) Points à prendre en compte pour l'exécution

Les points ci-dessus seront surtout à prendre en compte pour l'exécution de ce projet.

a) Limites de distribution d'eau d'irrigation et d'eau pour la vie quotidienne

Ce projet sera réalisé pendant la première saison sèche, et il sera prévu pour que les travaux soient réalisés efficacement et sans retard, et pour limiter au minimum les obstacles aux activités de l'exploitation agricole malgaches. Par conséquent, la partie malgache devra sans faute arrêter la prise d'eau dans les périmètres concernés (de la mi-avril à la mi-décembre) avant le commencement des travaux, et assurer la coordination entre les personnes concernées pour que l'eau pour la vie quotidienne des habitants soit assurée pendant la période d'arrêt de la prise d'eau.

b) Assurance de la sécurité du passage dans les périmètres des travaux

Dans ce projet, les pistes de contrôle existantes seront aménagées pour servir de pistes pour les travaux. Par contre ces pistes sont aussi utilisées pour la vie quotidienne des habitants et pour l'exploitation agricole. Le projet sera obligé de les utiliser conjointement avec les habitants en but de passage des véhicules des travaux. La sécurité des habitants devra aussi être assurée pendant la période des travaux en affectant des gardes pour régler la circulation et en limitant la vitesse des véhicules des travaux dans les périmètres concernés, et la partie malgache devra aussi promouvoir la prudence auprès des habitants pendant cette période.

c) Mesures environnementales pendant les travaux

Les chantiers de travaux s'étendant sur une grande surface, la gestion des matériaux et leur rangement en fin de journée devront être faits sans faute pour qu'ils ne soient pas dispersés ou leur récupération oubliée sur les différents chantiers.

d) Gestion de la fourniture des vannes et des équipements et matériaux

La fourniture des vannes en acier pour l'ouvrage de prise d'eau et les canaux d'irrigation sera possible d'une aciérie malgache. Comme les travaux sont prévus seulement pendant la première saison sèche (de la mi-avril à la mi-décembre), la gestion de la fourniture sera nécessaire pour que la fourniture des engins de construction et des équipements et matériaux se fasse sans retard, et que l'installation des vannes en acier se termine pendant la période des travaux.

(2) Points à prendre en compte pour la fourniture

Le transport jusque sur place des équipements et matériaux importés et le transport terrestre depuis Antananarivo, la capitale, des équipements nécessaires, se feront par camions. Le chargeur d'excavatrice à fournir dans ce projet sera vendu, mais pas fabriqué à Madagascar, leur importation sera donc prévue. Les équipements à fournir seront donc débarqués au port de Toamasina, puis transportés par camion jusque sur place.

2-2-4-3 Partage des travaux d'exécution et de la fourniture

Il n'y aura aucune expropriation pour les ouvrages du projet. Les terrains pour les travaux provisoires seront prévus dans les terrains pour les travaux par la partie malgache.

Le partage de travaux des deux pays pour les chantiers provisoires etc. sera comme suit.

Tableau 2-2-4-1 Contribution à l'exécution des chantiers provisoires

Emplacement	Préparation et autorisation d'utilisation	Frais du terrain	Nivellement	Aménagement	Remblai	Remise en état
Structure de prise Dessableur	Madagascar	Madagascar	Madagascar	Japon	Japon	Japon
Déversoir de sécurité	Madagascar	Madagascar	Madagascar	Japon	Japon	Japon
Canal principal P5	Madagascar	Madagascar	Madagascar	Japon	Japon	Japon

Note: "Japon": prise en charge par la partie japonaise, "Madagascar": prise en charge par la partie malgache

2-2-4-4 Plan de supervision de l'exécution/fourniture

(1) Supervision de la conception et l'exécution du Consultant

Comme ce projet sera réalisé sur un exercice financier, le Consultant se chargera de la conception détaillée et l'établissement du dossier d'appel d'offres. Le personnel à effectuer sera comme suit.

Tableau 2-2-4-2 Plan d'affectation du personnel pour la conception de l'exécution du Consultant

Fonction	Catégorie	Période (M/M)			Responsabilités
		Sur place	Japon	Total	
Chef du projet (chef des travaux)	2	0,83	1,50	2,33	Compilation du contenu de la conception dans tous les domaines, et établissement du concept d'exécution et du dossier d'appel d'offres
Technicien travaux de génie civil A (établissement du plan d'exécution, des spécifications des travaux de génie civil)	3	0,83	2,50	3,33	Chargé de la conception des déversoirs de sécurité, de la structure de prise et des dessableurs. Plan de conception pour les canaux et pistes rurales Etablissement des spécifications pour les ouvrages de travaux de génie civil.
Technicien travaux de génie civil B (calculs hydrauliques)	4	—	2,00	2,00	Chargé des calculs structurels et des calculs hydrauliques des déversoirs de sécurité, de la structure de prise et des dessableurs.
Technicien travaux de génie civil C (calculs structurels)	4	—	1,50	1,50	Chargé des calculs structurels et des calculs hydrauliques des déversoirs de sécurité, de la structure de prise et des dessableurs.
Technicien travaux de génie civil C (calculs structurels, calculs des pistes rurales)	4	—	2,50	2,50	Chargé des calculs hydrauliques concernant les canaux et des calculs structurels des ouvrages des canaux. Chargé des calculs structurels des ouvrages concernant les pistes rurales.
Technicien travaux de génie civil C (totalisation)	4	0,50	2,00	2,50	Chargé du nouveau devis pour les principaux engins à partir de l'étude sur place. Chargé de la révision du calcul effectué au moment du concept de base en s'appuyant sur les résultats du

					concept de l'exécution.
Technicien en machine	3	0,50	1,00	1,50	Evaluation de la structure des ouvrages de vannes à partir de l'étude sur place, pour en faire des documents de référence pour le concept d'exécution. Chargé de la conception de la structure de prise, des déversoirs de sécurité, et des différentes vannes des canaux d'irrigation.
Dossier d'appel d'offres	3	—	2,50	2,50	Etablissement du dossier d'appel d'offres comme résultat du concept d'exécution.
Dossier d'appel d'offres	6	—	2,50	2,50	Etude structurelle des structures de génie civil, des vannes et calculs quantitatifs.
Personnel technique	6	—	2,50	2,50	Etablissement du plan détaillé de structures de génie civil, des vannes, et compilation des plans.
Interprète	4	0,83	0,00	0,83	Interprète pour l'explication du contenu de l'étude chargée par la partie malgache avant la conception d'exécution.
Total		3,49	20,50	23,99	

Le plan d'affectation du personnel sera établi de sorte que les activités d'appel d'offres et de supervision de l'exécution se déroulent bien et sans retard. En particulier, il s'agit de travaux variés tels que réhabilitation de structure de prise existante et déversoirs de sécurité, construction de dessableurs, réhabilitation de canaux d'irrigation et de pistes rurales, et les sites sont répartis sur une vaste surface. Par conséquent, il faudra nommer un technicien ayant des connaissances de l'exécution et la conception des ouvrages d'irrigation et de l'opération et supervision des ouvrages comme résident permanent.

Pour les travaux concernant l'appel d'offres, un interprète sera prévu parce que Madagascar fait partie de la zone francophone.

Vu les points ci-dessus, le plan d'affectation du personnel sera comme suit.

Tableau 2-2-4-3 Plan d'affectation du personnel pour les travaux concernant l'appel d'offres du Consultant

Consultant (japonais)

Fonction	Catégorie	Période (M/M)			Responsabilités
		Sur place	Japon	Total	
Chef du projet (chef des travaux)	2	0,33	0,25	0,58	Annonce de la préqualification (PQ), examen des candidats à l'appel d'offres et évaluation des offres, évaluation technique.
Technicien travaux de génie civil	3	0,33	0,25	0,58	Annonce de la préqualification (PQ), examen des candidats à l'appel d'offres et évaluation des offres, évaluation technique.
Interprète	4		0,33	0,33	Un interprète sera prévu pour l'explication du contenu de l'étude chargée par la partie malgache avant la conception d'exécution.
Total		0,66	0,83	1,49	

Tableau 2-2-4-4 Plan d'affectation du personnel pour la gestion de l'exécution du Consultant

Consultant (japonais)

Fonction	Catégorie	Période (M/M)			Responsabilités
		Sur place	Japon	Total	
Superviseur technicien d'exécution	2	1,00	—	1,00	Présence pendant la période de démarrage des travaux et la période d'achèvement des travaux, et coordination avec les

					organismes locaux concernés
Superviseur de l'exécution permanent	3	10,50	—	10,50	Présence et coordination sur place générales, des travaux de génie civil aux travaux concernant les vannes, conseils pour le programme, la qualité et la sécurité. Approbation des plans concernant les travaux de génie civil et les vannes, les modifications de la conception etc., et conseils pour la méthode d'opération-maintenance.
Inspecteur pour l'inspection finale	3	0,23	—	0,23	Inspection des travaux achevés.
Total		11,73	—	11,73	

(Consultant (personnel local))

Fonction	Catégorie	Période (M/M)			Responsabilités
		Sur place	Japon	Total	
Technicien assistant (expérience de 10 ans)	—	8,00	—	8,00	Accompagnera les techniciens japonais pour la supervision de l'exécution, vérifiera les spécifications locales, les accompagnera et les aidera pour les visites aux ministères et agences concernés afin de collecter les documents concernant les règles etc.
Office boy	—	8,50		8,50	Travaux de bureau divers (Classement des factures, assistance à l'établissement des documents, aide à la gestion hygiénique, entretien du bureau)
Conducteur A	—	10,50	—	10,50	Conduite, entretien et maintenance des véhicules sur place pour la supervision de l'exécution.
Total		27,00	—	27,00	

(2) Plan de gestion de l'exécution du contractant

Le contractant prévoit l'affectation de personnel japonais et local.

Tableau 2-2-4-5 Plan de personnel du contractant

Techniciens japonais

Fonction	Catégorie	Période (M/M)	Responsabilités
Directeur	3	10,5	Gestion globale de l'ensemble des travaux, gestion de la sécurité et de l'hygiène, ainsi que discussions et ajustements avec le Client. En particulier, au démarrage des travaux, coordination avec le technicien en chef, et prise en charge des pistes pour les travaux, et des sites des travaux sur les déversoirs de sécurité.
Technicien en chef	3	8,5	Gestion globale de l'exécution de tous les types de travaux et ajustements pour la gestion du processus. En charge des pistes pour les travaux, et des sites des travaux sur les déversoirs de sécurité, la structure de prise et les dessableurs.
Gestionnaire de l'exécution (travaux de génie civil)	4	7,0	En charge des travaux de la piste RM, et du site R2 (C5.5), du canal primaire (C5.5), du canal primaire (C5.3) et des canaux secondaires.
Gestionnaire de l'exécution (travaux de génie civil)	4	7,5	En charge des travaux de la piste RI, et du site R2 (C5.6), du canal primaire (C5.6), des canaux secondaires et des canaux de drainage.
Gestionnaire administratif	4	10,5	En charge de la gestion du dédouanement et du transport des matériaux, de la direction du personnel et de l'aménagement du cadre de vie du personnel recruté, de l'hygiène et de la sécurité, des mesures concernant les environs.
Total		44,0	

Technicien local

Fonction	Période (M/M)	Responsabilités
Technicien travaux de génie civil (A) (expérience de 15 ans)	10,5	En charge de l'ensemble des travaux de génie civil, sur la base des instructions du technicien en chef. En particulier, coordination entre la main-d'œuvre et le personnel locaux, et des achats. En particulier, au début des travaux, en charge des pistes pour les travaux, des sites des travaux sur les déversoirs de sécurité sur la base des instructions du directeur du projet et du technicien en chef.
Technicien travaux de génie civil (B) (expérience de 10 ans)	7,5	En charge des pistes des travaux, des sites des travaux de prise d'eau et des dessableurs sur la base des instructions du technicien en chef.
Technicien travaux de génie civil (C) (expérience de 10 ans)	7,0	En charge des travaux de la piste RM, et du site R2 (C5.5), du canal primaire (C5.5), du canal primaire (C5.3) et des canaux secondaires sur la base des instructions du gestionnaire de l'exécution (travaux de génie civil).
Technicien travaux de génie civil (D) (expérience de 10 ans)	7,5	En charge des travaux de la piste R1, et du site R2 (C5.6), du canal primaire (C5.6), des canaux secondaires et des canaux de drainage sur la base des instructions du gestionnaire de l'exécution (travaux de génie civil).
Arpenteur A	7,5	En charge des relevés pour les pistes des travaux, les travaux des déversoirs de sécurité, les travaux de prise d'eau, les dessableurs, sur la base des instructions du gestionnaire de l'exécution et du gestionnaire des sites.
Arpenteur B	7,0	En charge des relevés pour les travaux de la piste RM, R2 (C5.5), le canal primaire (C5.5), le canal primaire (C5.3) et les canaux secondaires sur la base des instructions du gestionnaire de l'exécution et du gestionnaire des sites, ainsi que du gestionnaire de l'exécution (travaux de génie civil).
Arpenteur C	7,5	En charge des relevés pour les travaux de la piste R1, R2 (C5.6), le canal primaire (C5.6), les canaux secondaires et les canaux de drainage sur la base des instructions du gestionnaire de l'exécution et du gestionnaire des sites, ainsi que du gestionnaire de l'exécution (travaux de génie civil).
Dessinateur	8,5	En charge de l'établissement des plans à approuver et des plans d'exécution, sur la base des instructions du gestionnaire de l'exécution et du technicien de site.
Employé de bureau	8,5	En charge de dédouanement et du transport des matériaux, de la gestion de la main-d'œuvre locale des sites, de la comptabilité, et des mesures concernant les environs, sur la base des instructions du gestionnaire administratif.
Travaux de bureau divers (office boy)	8,5	En charge des activités administratives, sur la base des instructions du personnel administratif (assistance pour le classement des factures, le classement des documents, assistance pour la gestion de l'hygiène, rangement des bureaux)
Conducteur A B C D	10,5 8,5 7,0 7,5	Conduite, entretien et maintenance des véhicules
Total	113,5	

(3) Système de contrôle de la sécurité

Un système de sécurité convenable sera établi avec la collaboration du gouvernement malgache etc. pendant la période des travaux, et des installations et un système de gardiennage comprenant environs des sites, bureaux, installations de communication des résidences, clôture provisoire, gardiens, seront mis en place.

Voici la répartition du personnel de sécurité prévu.

Tableau 2-2-4-6 Plan de personnel de sécurité

Personnel de sécurité	Affectation	Nombre et période
Personnel de contrôle de la circulation	Pistes provisoires <ul style="list-style-type: none"> ▪ Point d'accès de la route nationale 3a à la zone des travaux. ▪ Croisement des pistes R1 et RM ▪ Croisement des pistes R1 et R2 ▪ Croisement <1> de la piste des travaux et de la piste rurale R2 (C5.5) ▪ Croisement <2> de la piste des travaux et de la piste rurale R2 (C5.5) ▪ Croisement de la piste des travaux et de la piste rurale R2 (C5.6) ▪ Croisement de la piste pour les travaux dans la partie nord 	3pers. ×8,5 mois 1pers. ×2,5 mois (accès aux sites des déversoirs de sécurité) 1 pers.×8,5 mois 1 pers.×8,5 mois 1 pers.×8,5 mois 1 pers.×7,0 mois 1 pers.×7,0 mois 1 pers.×2,0 mois Total 69,5 mois × 30 jours = 2085 jours - 69,5 mois × 8 jours/mois (jours congés) = 1529 jours
Personnel de sécurité	Aire de stockage provisoire <ul style="list-style-type: none"> ▪ Travaux sur la structure de prise d'eau, les dessableurs ▪ Travaux sur les déversoirs de sécurité 	Nuit et jour, 1 pers. x 1 emplacement x 5,5 mois Nuit et jour, 1 pers. x 1 emplacement x 2,5 mois Total 16,0 mois × 30 jours= 480 jours
	Bureau de site	Nuit et jour, 1 pers. x 8,5 mois× 30 jours= 510 jours

Clôture de protection

Type	Norme	Unité	Qté (par 1m)	Longueur totale
Tronçon de bois	φ80mm, L=2,5m	unité	0,8	Déversoirs de sécurité :115m Structure de prise d'eau, Dessableurs:385m Total 500m
Fil de fer barbelé	7 étapes, #=14	m	11,9	
Cavalier		kg	0,04	

Installation de sécurité

Type	Unité	Qté (par site)	Nbre de sites (prendre en compte de rotation)
Cône	unité	20,0	Déversoirs de sécurité, canaux secondaires, C5.3 :1 Structure de prise d'eau :1 Dessableurs :1 RM, R2 (près de C5.5), C5.5 :1 R1, R2(près de C5.6), C5.6 :1 canaux principaux P5 :1 Canaux de drainage:1 Total 7
Corde de sécurité	m	200,0	
Extincteur	unité	2	

2-2-4-5 Plan de contrôle de la qualité

Le plan pour le contrôle de la qualité suivant sera établi concernant les travaux de génie civil et le bétonnage, ainsi que les travaux mécaniques et électriques.

Tableau 2-2-4-7 Plan de contrôle de la qualité

Travaux	Élément contrôlé	Méthode	Fréquence
Fouille	Qualité du sol Largeur et hauteur Portance	De visu Mesure des dimensions et hauteur Nombre de pieux enfoncés	Par élément principal Par élément principal 1 structure principale
Remblai	Degré de compactage	Densité sur place	Par 500 m ²
Béton	Agrégats Ciment Béton frais Résistance du béton	Essai de grosseur de grains Essais physiques et chimiques Hauteur d'affaissement, teneur en air, teneur en chlorures Essai de résistance à la compression	Par 200 m ³ Par 100 t Par coulage Par lieu de mise en place des pieux ou tous les 300 m ³
Armatures	Résistance Arrangement	Résistance à la traction Inspection de l'arrangement	Par 20 t Par partie coulée
Achèvement des structures	Dimensions d'achèvement	Relevé des dimensions	Par élément principal

2-2-4-6 Plan de fourniture des équipements et matériaux etc.

(1) Personnel

Il est généralement possible de se fournir en main-d'œuvre, gardiens et autres personnels divers dans les villes et villages aux environs d'Ambatondrazaka, le site du projet, mais le recrutement de personnel ayant des capacités techniques est jugé difficile. Il est donc prévu de recruter des techniciens en travaux de génie civil et des conducteurs à Antananarivo.

(2) Matériaux pour les travaux

• Situation de la fourniture en équipements et matériaux de construction dans le pays bénéficiaire

[Matériaux de construction ordinaires]

Pratiquement tous les matériaux de construction comme le ciment, les armatures, produits en acier allégé, fixations, équipements d'aération et d'éclairage etc. sont disponibles à Madagascar. Mais ces produits ne sont pas fabriqués à Madagascar, beaucoup sont importés d'Afrique du Sud et d'Europe. Pour cette raison, les matériaux de construction nécessaires aux travaux seront fournis depuis Antananarivo, la capitale, où se concentrent les produits.

[Matériaux de remblai, agrégats et pierraille]

Les matériaux de remblai, les agrégats et la pierraille seront fournis de carrières aux environs des sites du projet.

Matériaux de remblai sablonneux : Carrière située au bord de la route nationale à environ 8 km de la structure de prise d'eau sur la rivière Sahabe

Pierraille (agrégats) : Ville voisine, à environ 8 km de la structure de prise d'eau sur la rivière Sahabe

Sable pour le béton : Sable de rivière en amont/aval des environs de la prise d'eau sur la rivière Sahabe

Matériaux de remblai : Le long de la route proche du site d'approvisionnement en pierraille, à environ 8 km de la structure de prise d'eau sur la rivière Sahabe

[Matériaux pour échafaudages et coffrages]

Des échafaudages en bois et des matériaux de coffrages en planches séparées sont utilisés pour les travaux de génie civil simples aux environs du site du projet. Mais pour des motifs comme les échafaudages en bois ne sont pas sûrs, et que les coffrages en planches séparées ne sont pas utilisables à répétition, et la finition des structures en béton perd de ce fait de sa précision, des échafaudages en acier et des coffrages en alliage seront importés du Japon et transportés jusqu'au site du projet.

[Matériel de vanne]

Les vannes qui seront fournies pour le projet seront des vannes à sièges obliques simples, de plusieurs dizaines de cm² à un maximum de 2 m x 1 m environ; et un total de 80 portes sera fournie de toutes tailles. Il y a plusieurs aciéries à Madagascar, et après étude de questions comme la technique de production, des réalisations, de la qualité, de la capacité de fourniture (période), il a été décidé de fournir le lot d'équipements de vannes à Madagascar.

(3) Fourniture des équipements

Les équipements importés parmi les équipements à fournir seront transportés par navire depuis le Japon jusqu'au port de Toamasina, puis amenés sur place par transport terrestre.

Tableau 2-2-4-8 Partage des travaux de la fourniture des principaux équipements et matériaux

Type	Désignation	Fourniture		Remarques (motif de la fourniture)
		Locale	Japon	
Matériaux pour les travaux	Pieux en bois	○		
	Plaque de couverture		○	Fourniture impossible sur place
	Armatures hétérogènes		○	Fourniture du Japon moins chère
	Fil barbelé	○		
	Ciment	○		
	Agrégats fins	○		
	Agrégats grossiers	○		
	Réducteur d'eau	○		
	Matériaux de remblai	○		
	Remblai de moellon, pierres à maçonnerie	○		
	Pierres concassées	○		
	Bois équarri	○		
	Cadre en contre-plaqué		○	Fourniture impossible sur place
	Matériel de soutien d'échafaudage métallique		○	Fourniture impossible sur place
	Essence, gasoil	○		
	Equipements et matériaux de vanne	○		

*Dans le cadre du projet, la fourniture d'un pays tiers n'est pas prévue.

Tableau 2-2-4-9 Fourniture des engins pour les travaux

Type	Désignation	Fourniture	Remarques (motif de la fourniture)
		Locale	
Engin de construction pour les travaux	Bulldozer (15 t)	○	
	Bulldozer (20 t)	○	
	Excavatrice (à ras 0,6 m ³)	○	
	Excavatrice (à ras 0,35 m ³)	○	
	Camion benne (10 t)	○	
	Camion avec grue (4 t/2,9 t)	○	
	Camion-grue (25 t)	○	
	Rouleau sur pneus (8-20 t)	○	
	Rouleau compresseur (10 t)	○	
	Bétonnière (0,5 m ³)	○	
	Générateur (75 kVA)	○	
	Générateur (200 kVA)	○	

*Dans le cadre du projet, la fourniture du Japon ou d'un pays tiers n'est pas prévue.

(4) Equipements à fournir

Les engins de curage, qui seront les engins à fournir (chargeur d'excavatrice), exigeront la maintenance et le service après-vente sur place dans l'avenir; ils seront fournis à Madagascar parce que cette maintenance pourra être assurée par des concessionnaires et revendeurs sur place.

2-2-4-7 Plan d'instructions pour l'opération initiale et le fonctionnement

Ce projet prévoit l'installation de vannes de structure de prise d'eau, de vannes de prise d'eau, de vannes de déversoir de sécurité et de vannes d'ouvrage de dérivation. Toutes ces vannes sont à fonctionnement manuel, et les opérations d'ouverture/fermeture seront enseignées à la livraison des ouvrages par les techniciens japonais de l'entreprise de construction ayant réalisé les travaux. Toutefois les instructions techniques concernant les méthodes d'opération des vannes en fonction du plan d'irrigation et des vannes au moment de l'inondation seront incluses dans le Plan d'assistance technique (Soft Components).

2-2-4-8 Plan d'assistance technique (Soft Components)

Le programme de soutien par Soft Components comprend un programme de renforcement de l'opération et gestion de l'organisation pour la Fédération AUE, un programme de renforcement de la maintenance des ouvrages pour la Fédération AUE, les AUE et la DRDR, et un programme d'établissement de plans d'utilisation des terres irriguées et de renforcement du monitoring de l'état d'irrigation pour la Fédération AUE et les AUE. Les programmes de soutien et leur contenu sont prévus comme suit.

Tableau 2-2-4-10 Programmes de soutien par Soft Components (assistance technique) et leur contenu

Programme de soutien	Destination	Activités
Renforcement de l'opération et gestion de l'organisation	Fédération AUE	(1) Susciter un leadership dans l'organisation (2) Compréhension des règles connexes, y compris la Loi sur l'irrigation (3) Etablir un programme d'activités annuel (4) Acquérir la méthode du monitoring du programme d'activités annuel (5) Acquérir la méthode d'organisation de réunions et d'établissement de procès-verbal de réunion (6) Acquérir la méthode d'annonce des activités (7) Susciter l'établissement de statuts (DINA y compris), la promotion de la légalisation, et la volonté de propriété (8) Comprendre la gestion comptable (9) Apprendre la méthode de conservation et de libellé pour le registre de

Programme de soutien	Destination	Activités
		base, les factures, les reçus, etc. (10) Etablir un rapport comptable mensuel (11) Acquérir la méthode d'annonce publique et d'inspection des données comptables
Renforcement de la maintenance des ouvrages	Fédération AUE AUE Agents DRDR	(1) Etablir un inventaire des ouvrages d'irrigation (2) Etablir un programme d'activités de maintenance (3) Comprendre les éléments de base des travaux de génie civil (4) Acquérir la méthode de contrôle de la qualité des travaux (5) Acquérir la méthode d'établissement des programmes de travaux (6) Acquérir la méthode de gestion des engins fournis (chargeur d'excavatrice)
Etablissement de plans d'utilisation des terres irriguées et renforcement du monitoring de l'état d'irrigation	Fédération AUE AUE	(1) Etablir un plan d'utilisation des terres (utilisation de la carte à établir dans le projet de coopération financière remboursable et des photos aériennes) (2) Etablir un registre des usagers des terres (3) Acquérir la méthode de monitoring de l'état d'irrigation (4) Créer un système de collecte des frais d'utilisation de l'eau

Les employés du Consultant japonais assureront un soutien direct pour les activités proposées ci-dessus. Par ailleurs, des consultants locaux seront aussi affectés pour les activités de soutien. Deux (2) homologues malgaches seront également affectés.

Personnel de Consultant japonais : 1 pers. (renforcement des AUE)
 Agents de consultant local malgache : 1 pers. long terme (expert du renforcement des AUE), 4 pers. à court terme (expert-comptable, arpenteur, technicien de travaux de génie civil, technicien expérimenté travaux de génie civil)

Homologue de l'organisme d'exécution : 2 pers.

Les Soft Components sont prévus sur 14 mois, à partir du début de la conception détaillée. Comme la zone concernée entre ordinairement dans la période d'irrigation à partir d'octobre, le soutien pour le renforcement de l'opération et gestion de l'organisation aura lieu pendant la saison sèche de juin à octobre, et le soutien pour l'établissement de plans d'utilisation des terres irriguées et de renforcement du monitoring de l'état d'irrigation à partir de la période d'irrigation en novembre. Le soutien pour le renforcement de la maintenance des ouvrages centré sur les exercices pratiques sur place sera aussi effectué pendant la période d'exécution, pendant la saison sèche de juin à septembre 2010.

2-2-4-9 Programme d'exécution

(1) Ordre d'exécution des travaux

Comme la zone concernée est vaste, elle est divisée en deux périmètres de travaux. Le périmètre 1 comprendra les travaux des ouvrages localisés comme les structures de prise d'eau, les dessableurs et les déversoirs de sécurité. Les autres travaux seront des travaux d'ouvrages sur surface large des canaux, pistes rurales et canaux de drainage. Le programme des travaux sera donc comme suit.

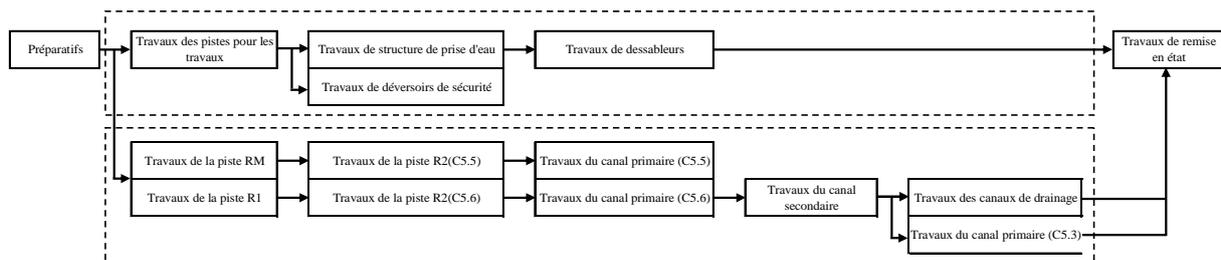


Figure 2-2-4-1 Procédé d'exécution des travaux

(2) Conditions pour la définition de la période des travaux

a) Facteur d'interruption des travaux

Les travaux auront lieu pendant la saison sèche (avril – décembre), et comme il n'y aura pas d'influence sur l'exécution des travaux par des conditions naturelles spéciales affectant les travaux comme la houle en dehors des pluies, le niveau de la marée, les vents violents, ou des causes environnementales, sociales et liées aux coutumes spéciales à la région, le facteur d'interruption des travaux est fixé à 1,35.

Tableau 2-2-4-11 Facteur d'interruption des travaux

	Facteur d'interruption des travaux	
1. Travaux divisés ordinairement (types, activités)	1,35	Adopté
2. Travaux non influencés par les précipitations (types, activités)	1,20	

Source: "Lignes directrices relatives au calcul du coût approximatif des projets de la Coopération financière non-remboursable", p. 11

(3) Définition de la période des travaux

En comptant le nombre de jours de travail pour le programme indiqué dans "1. Ordre d'exécution des travaux" ci-dessus, le rythme critique pour les travaux est: préparatifs: 60 jours -> travaux des pistes rurales R1 : 43 jours -> travaux des pistes rurales R2 (C5.6) : 57 jours ->travaux des canaux primaires (C5.6): 116 jours -> remise en état: 40 jours, ce qui fait une période totale des travaux de 10,5 mois.

Figure 2-2-4-2 Projet d'amélioration du système d'irrigation dans le sud-ouest du lac Alaotra, programme à venir (proposition)

	Saison sèche			Saison des pluies			Saison sèche															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Réunion du cabinet	▼																					
Echange de Notes (E/N)		▼																				
Accord de consultation			▼																			
Approbation du Ministère des Affaires Etrangères				▼																		
Etude sur place, concept de l'exécution, établissement du dossier d'appel d'offres					—																	
Explication sur place						▼																
Approbation du dossier d'appel d'offres							—															
Annonce publique, examen PQ, remise des plans								—														
Soumission									—													
Evaluation des offres, négociation du contrat										—												
Préparatifs et livraison des équipements et matériaux											—											
Travaux de structure de prise d'eau												—										
Travaux de dessableurs													—									
Travaux de déversoirs de sécurité														—								
Travaux de pistes rurales															—							
Travaux du canal d'irrigation principal P5																—						
Travaux des canaux d'irrigation primaires (C5.5, C5.6)																	—					
Travaux des canaux d'irrigation secondaires																		—				
Travaux des canaux de drainage																			—			
Remise en état																				—		
Soft Components																					—	