



République du SENEGAL
**MINISTRE DE L'EAU ET DE
L'ASSAINISSEMENT**



**OFFICE DES LACS ET
COURS D'EAU**

**RAPPORT D'ETUDE DE FAISABILITE
SUR
LE PROJET DE RENFORCEMENT DE LA RESILIENCE DES
ECOSYSTEMES DU FERLO AU SÉNÉGAL**

Volume I : Résumé analytique



长江勘测规划设计研究有限责任公司
CHANGJIANG SURVEY, PLANNING, DESIGN AND RESEARCH CO., LTD.



长江国际工程设计有限公司
Changjiang International Engineering Co., Ltd.

Mai 2021

Volume I: Résumé analytique

Volume II: Rapport principal

Volume III: Estimation de l'investissement du projet

Volume IV: Évaluation économique et financière

Volume V: Atlas

Volume VI: Annexes

Annexe A: Résultats des levés topographiques

Annexe B: Données hydrologiques

Annexe C: Résultats des reconnaissances géotechniques

Sommaire

1	Aperçu général	1
1.1	Contexte du projet	1
1.2	Zone du projet	4
1.3	Études précédentes	5
1.4	Études actuelles	6
2	Hydrologie.....	8
2.1	Ruissellement	8
2.2	Inondation	8
2.3	Capacité de transport de sédiments	8
3	Levé technique.....	9
3.1	Collecte de données topographiques	9
3.2	Données topographiques mesurées sur le terrain	9
4	Études géotechnique.....	10
4.1	Géologie régionale	10
4.2	Aperçu géologique du projet	10
4.3	Principaux problèmes géologiques du projet et des observations finales	11
4.4	Matériaux naturels.....	11
5	Mission et échelle du projet	12
5.1	Mission du projet.....	12
5.2	Année de niveau de conception et taux de garantie de conception	12
5.3	Prévision des besoins en eau	12
5.4	Résumé des besoins en eau	14
5.5	Plan de disposition général.....	14
5.6	Dimensions de canaux et de stations de pompage	15
5.7	Dimensions des autres constructions	16
5.8	Dimensions du projet	16
6	Aménagement du projet et constructions	19
6.1	Grade des ouvrages	19
6.2	Aménagement général du projet	19
6.3	Conception des ouvrages principales	21
	6.3.1 Élargissement du canal de la Taouey	21
	6.3.2 Ouvrages de l'endiguement et des écluses autour du lac de Guiers	22
	6.3.3 Dragage du marigot Ferlo.....	23

6.3.4	Ouvrage des stations de pompage et des conduites	25
6.3.5	Ouvrages du système de réseau de canaux	29
6.3.6	Conception de l'écluse dans les canaux principaux et secondaires	34
6.3.7	Réservoirs	35
6.3.8	Siphon inverse	35
6.3.9	Station de pompage de suralimentation	37
6.3.10	Autres	37
6.3.11	Jardin agricole de démonstration	38
6.3.12	Conception de la ferme piscicole	38
6.3.13	Embarcadères	38
7	Génie électrique et mécanique et Structures métalliques	40
7.1	Machine hydraulique	40
7.2	Génie électrique	40
7.3	Structure métallique	41
8	Centrale électrique	43
8.1	Génie électrique primaire	43
8.2	Génie électrique secondaire	44
9	Conception de l'organisation de construction	46
9.1	Sélection de la source de matériaux	46
9.2	Dérivation et coupure du cours d'eau pour l'exécution des travaux	46
9.3	Façon de construction principale	47
9.4	Trafic de la construction	47
9.5	Disposition générale de la construction	48
9.6	Calendrier total de la construction	48
10	Suggestions de mise en œuvre par phase	49
11	Tableau des caractéristiques techniques	50

Table de matières des figures

Figure 1.1-1	Localisation du Sénégal.....	2
Figure 1.1-2	Localisation du Ferlo	4
Figure 5.8-1	Disposition du projet	18
Figure 6.2-1	Aménagement des ouvrages de connexion du réseau d'eau du lac de Guiers ..	20
Figure 6.2-2	Aménagement des ouvrages d'approvisionnement en eau d'irrigation en vue du projet	21
Figure 6.3-1	Coupe typique de l'expansion du canal de la Taouey	21
Figure 6.3-2	Coupe typique de la conception de rehaussement des digues sur les rives du lac de Guiers	22
Figure 6.3-3	Plan de dragage du marigot Ferlo.....	24
Figure 6.3-4	Coupe typique de l'ouvrage de dragage	24
Figure 6.3-5	Plan d'aménagement des canaux principaux et secondaires dans la région Ouest I.....	30
Figure 6.3-6	Schéma d'aménagement des canaux dans la région Ouest II.....	33

Table de matières des tableaux

Tableau 5.4-1 Synthèse des prévisions de besoins en eau Unité: 10000 m ³	14
Tableau 6.3-1 Eléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de la région Ouest I	31
Tableau 6.3-2 Tableau des éléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de la région Ouest II	34
Tableau 6.3-3 Paramètres caractéristiques des réservoirs	35
Tableau 6.3-4 Statistiques des siphons inverses sur les canaux secondaires	36
Tableau 11-1 Tableau des caractéristiques techniques	50

1 Aperçu général

1.1 Contexte du projet

La République du Sénégal est située au Côte ouest de l'Afrique, par $12^{\circ}\sim 17^{\circ}\text{N}$, $11^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{W}$. Elle est bordée par la Mauritanie au nord, le Mali à l'est, la Guinée et la Guinée-Bissau au sud, et les îles du Cap-Vert à l'ouest, avec une superficie de 196700 km^2 et une population d'environ 16,2 millions d'habitants. La capitale, Dakar, est le centre économique et politique du pays, avec une population de plus de 3,5 millions d'habitants. Depuis des années, le Sénégal jouit d'une stabilité politique et connaît une croissance économique continue, le PIB du pays en 2019 est de 23,578 milliards de dollars.

Le climat du Sénégal est affecté par les alizés et appartient au climat de steppe tropicale avec des étés pluvieux et des hivers secs. La température dans le pays est relativement élevées avec une température annuelle moyenne de 29°C , les précipitations annuelles sont d'environ 600 mm et augmentent du nord au sud.

Le terrain du Sénégal est principalement plat, avec des zones vallonnées au sud-est et semi-désertiques au centre et à l'est. Le terrain est légèrement incliné d'est vers ouest, avec des fleuves se jetant dans l'Océan Atlantique dont les principaux sont le fleuve Sénégal et le fleuve Gambie, et le lac majeur comme le Lac de Guiers. Le fleuve Sénégal est le deuxième plus grand fleuve d'Afrique de l'Ouest, qui traverse quatre pays, la Guinée, le Mali, le Sénégal et la Mauritanie, dont le bassin couvre une superficie d'environ $440\ 000\text{ km}^2$, avec un débit moyen d'environ $760\text{ m}^3/\text{s}$ à l'embouchure de la station hydrologique de BAKEL.

Le Sénégal est l'un des pays les moins avancés dans le monde. Selon le « Rapport sur le développement humain 2019 » qu'a publié le Programme des Nations Unies pour le développement, l'indice de développement humain du Sénégal est classé au 166 rang sur 189 pays et régions. Les trois secteurs principaux de production se développent de manière équilibrée dans le pays, la pêche, l'arachide, l'exportation de phosphate et le tourisme constituent les quatre industries traditionnelles qui représentent la principale source de revenu en devises étrangères au Sénégal. En termes d'élevage, il s'agit principalement des bovins, des moutons, des cochons et des chevaux.

L'agriculture est l'un des principales industries de l'économie sénégalaise. La valeur de la production agricole représente environ 17% du PIB national (en 2018) avec plus de la moitié de la population est engagé dans l'agriculture. Il y a environ 3,8 millions ha de terres arables agricoles, principalement sont les champs dont la récolte dépend de la chute de pluie, avec peu de terres agricoles à irriguer. Les terres agricoles sont principalement plantées d'arachides et de coton, c'est le principal producteur d'arachides et de coton en Afrique de l'Ouest. Le Sénégal n'est pas autosuffisant en nourriture. La production céréalière est affecté par la sécheresse et les ravageurs, et la production est faible. En outre, les changements climatiques tels que l'accroissement de température et les sécheresses extrêmes ont eu de graves répercussions sur l'agriculture.



地图来源：中国地图出版社

Figure1.1-1 Localisation du Sénégal

Le fleuve Ferlo est l'affluent en aval du fleuve Sénégal. La vallée du Ferlo se trouve dans le centre-nord du Sénégal, les précipitations annuelles ont diminué à 100 mm-300 mm au cours des dernières décennies. L'agriculture et l'élevage constituent les principales industries de la région.

Dans les années 1950, le Sénégal a lancé des projets pour le développement économique pastoral dans le Ferlo, basés sur l'extraction des eaux souterraines profondes, mais la sécheresse des années 1970 a entraîné de graves dommages aux ressources naturelles du bassin et a rendu l'extraction plus difficile. La grave pénurie d'eau dans la vallée du Ferlo a entraîné de très mauvaises conditions de vie pour les habitants, des restrictions sur le développement de l'agriculture et de l'élevage, et des conflits sur l'utilisation des terres et de l'eau pour l'agriculture et l'élevage.

Le fleuve Sénégal est un fleuve international, géré par l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS), créée en 1972, qui a construit les barrages de Diama et de Manantali sur le fleuve Sénégal à la fin des années 1980. Le barrage de Manantali est situé en amont du fleuve Sénégal, qui maîtrise environ 50% des eaux de ruissellement du bassin avec une capacité de retenue de 11,3 milliards m³. Le barrage de Diama se trouve à l'embouchure du fleuve. Sa fonction principale initiale consistait à arrêter l'eau salée. Un réservoir d'eau douce s'y est formé après l'achèvement du barrage, en disposant d'une certaine capacité de régulation et de stockage avec une superficie et une capacité de retenue relativement importantes. Le volume moyen de décharge du barrage pendant de nombreuses années est d'environ 13 milliards m³.

L'achèvement des barrages de Diama et de Manantali a créé de bonnes conditions pour l'utilisation des ressources en eau dans la région. À partir de 1988, le Sénégal a envisagé de dériver les eaux de surface de la Matam et du lac Guiers vers le Ferlo afin de remédier aux pénuries d'eau de la région pour l'irrigation, l'élevage, les usages domestiques et écologiques. En 1994, OMVS a autorisé le projet initial du canal de Cayor au Sénégal avec un débit de 26 m³/s, mais le projet n'a pas été mis en œuvre. En 1998, le Sénégal a proposé un plan plus ambitieux: il a proposé de détourner les eaux du fleuve Sénégal de Matam vers toute la vallée du Ferlo, mais le plan n'a pas été réalisé. En 1999, OMVS a approuvé la demande du Sénégal pour approvisionner Dakar et d'autres villes de 2 m³/s à partir du débit de 26 m³/s autorisé. Actuellement, le Sénégal dispose d'un débit de 24 m³/s pour prendre l'eau du fleuve Sénégal.

En 2016, Office des Lacs et Cours d'eau de Sénégal (OLAC) a lancé le « Projet pour le

Renforcement et la R ésilience des Écosyst èmes du Ferlo »(PREFERLO), qui vise à transf érer les riches ressources en eau de surface du fleuve S énégal et du lac Guiers vers la région du Ferlo afin de résoudre les problèmes d'eau, ainsi de développer les installations régionales d'irrigation et l'élevage, et d'am éliorer l'environnement écologique.

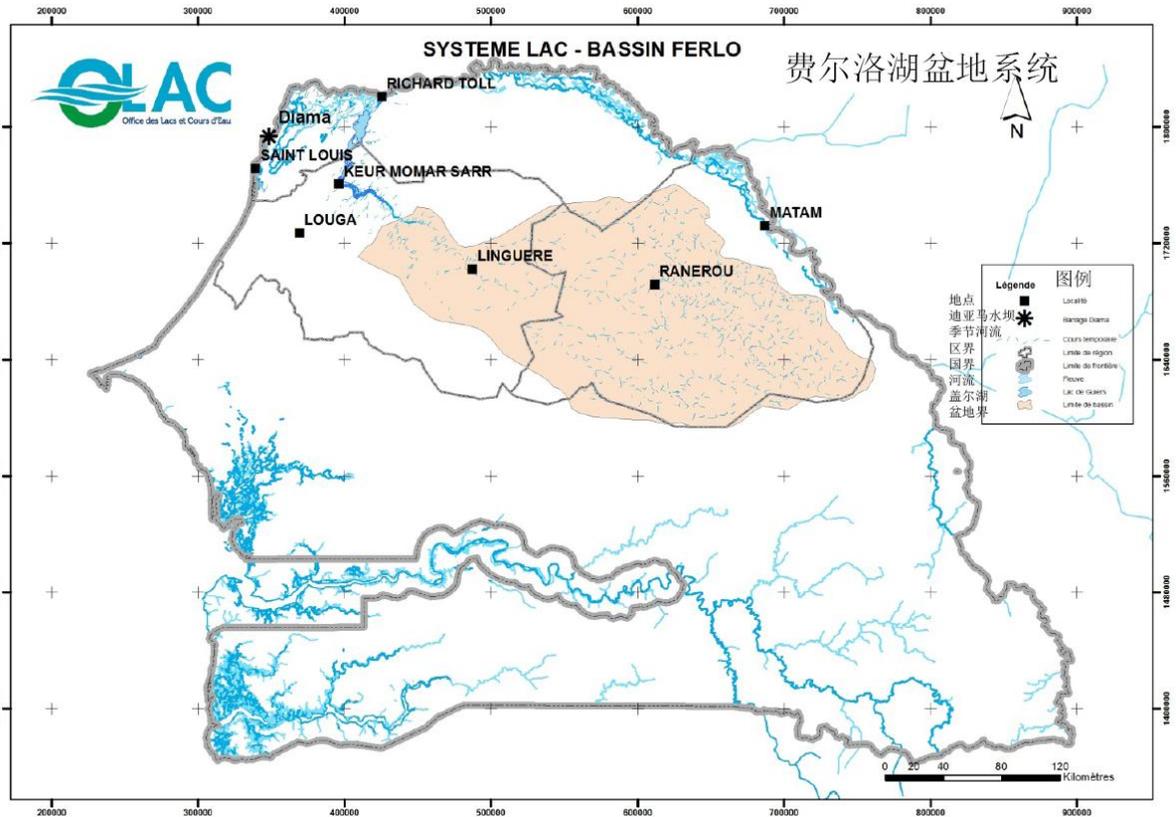


Figure 1.1-2 Localisation du Ferlo

En août 2020, le Consortium de Changjiang Survey, Planning, Design and Research Co. Ltd et Changjiang International Engineering Co. Ltd, à la demande d'OLAC, s'est engagé à la préparation du rapport d'étude de faisabilité et de la proposition d'EPC de la phase I sur ce projet.

1.2 Zone du projet

Le Projet pour le Renforcement et la R ésilience des Écosyst èmes du Ferlo au S énégal peut être divisé en projet de dérivation d'eau, projet de pompage d'eau et projet de distribution d'eau. Le cadre général du projet consiste à transf érer l'eau du fleuve S énégal par l'écluse

Richard Toll qui se trouve à environ 120 km du barrage de Diama, en utilisant le Canal de Taouey élargi qui est d'une longueur de 17 km, le lac Guiers et le marigot dragué de 70 km du bas Ferlo comme canaux de transmission de l'eau. Une station de pompage est construite à l'extrémité du marigot dragué du Bas Ferlo pour amener l'eau à la tête des canaux de la zone d'irrigation, d'où l'eau est distribuée à chaque zone réceptrice par des canaux principaux et secondaires qui sont nouvellement construits. La zone du projet est située entre 14°40' et 16°00' de longitude ouest et 15°06' et 16°29' de latitude nord dans les régions de Saint-Louis et Louga.

La zone de réception d'eau est principalement située dans la région de Louga, à environ 100 km à l'ouest de Saint-Louis et 170 km à l'est de Matam. Elle est de forme allongée avec une longueur totale d'environ 110 km en comprenant 6 parcelles agricoles d'une superficie irriguée nette d'environ 24000 ha, 4 prairies d'une superficie irriguée nette de 9000 ha, et 6 villages environnants.

1.3 Études précédentes

En septembre 2016, le consortium Provence (SCP) / SCET-Tunisie / TPF-SETICO / GRET, financé par la Banque africaine de développement, s'est engagé à la préparation de « le Rapport d'étude de faisabilité étude APS et APD pour le PREFERLO », qui s'est achevé en mai 2017. Compte tenu de la limitation de l'eau disponible pour l'adduction, ce rapport a comparé trois différentes options de la demande en eau dans la zone d'étude, la demande en eau dans la zone d'étude et la zone d'impact, et la quantité maximale d'eau disponible pour l'adduction. Parmi eux, la surface d'irrigation de 17000 ha a été proposée et la capacité maximale de 22 m³/s a été recommandée. Au cours de cette période, des études topographiques, la collecte de données hydrologiques, des expériences et analyses de sédiments ont également été réalisées.

En juillet 2018, le CGCOC Group a achevé « le Rapport d'étude de faisabilité sur PREFERLO ». Dans ce rapport, la zone de projet se divise en zone Est et zone Ouest avec la zone d'agriculture de superficie totale de 28000 ha (dont 23 000 ha dans la zone Ouest et 5000 ha dans la zone Est) et la zone d'élevage de 15000 ha (dont 5000 ha dans la zone Ouest et 10000 ha dans la zone Est). Le rapport met en évidence la conception de la zone Ouest où

trois options de configuration du site ont été mises en place à des fins de comparaison, et les options recommandées comprennent l'augmentation de la capacité de dérivation de l'eau du Canal de la Taouey, l'extension de l'écluse KMS, le dragage du marigot Ferlo en amont de l'écluse KMS, et la construction de nouvelles pompes pour amener l'eau au canal d'irrigation principal. Le débit de conception des deux nouvelles stations de pompage est respectivement de $6,63 \text{ m}^3/\text{s}$ et $16,82 \text{ m}^3/\text{s}$.

En décembre 2018, « l'Étude d'impact social et environnemental sur Projet pour le Renforcement et la Résilience des Écosystèmes du Ferlo au Sénégal » avait été achevée. Les autorités sénégalaises ont approuvé ce rapport en octobre 2020.

1.4 Études actuelles

En août 2020, le Consortium de Changjiang Survey, Planning, Design and Research Co. Ltd et Changjiang International Engineering Co. Ltd et OLAC ont signé « le Protocole d'Accord sur la Réalisation du Projet de Renforcement de la Résilience des Écosystèmes du Ferlo (PREFERLO) Phase I » (ci-après dénommé MoU), sur la base duquel la préparation du rapport d'étude de faisabilité sur PREFERLO est proposée.

De septembre à octobre 2020, OLAC a réalisé des levés topographiques des canaux principaux et une partie des études géotechniques.

En janvier 2021, le rapport d'étude de faisabilité est pratiquement terminé. Selon les études, ce projet ajoute environ 24000 hectares de zone d'irrigation agricole nette (dont environ 16000 hectares dans la région Ouest I et environ 8000 hectares dans la région Ouest II), et environ 9000 hectares de zone d'irrigation pour l'élevage (dont environ 4000 hectares dans la région Ouest et environ 5000 hectares dans la région Est). Le projet propose de détourner l'eau du fleuve Sénégal vers le lac de Guiers à travers le canal de la Taouey pour contrôler les eaux du lac de Guiers qui s'écoulent vers la région de Ferlo par la construction de l'écluse de Keur Momar Sarr (KMS) dans la zone sud du lac de Guiers. Deux stations de pompage seront installées sur le marigot dragué de 70 km du Bas Ferlo pour pomper l'eau vers les canaux d'irrigation principaux et secondaires. Le débit de dérivation total du projet est de $23,81 \text{ m}^3/\text{s}$ avec deux stations de pompage. Parmi eux, le débit de conception de la station de pompage

dans la région Ouest I est de $16,06 \text{ m}^3/\text{s}$, et le débit de conception de la station de pompage dans la région Ouest II est de $7,75 \text{ m}^3/\text{s}$.

2 Hydrologie

2.1 Ruissellement

Selon une série des statistiques de débits que la station hydrologique de Bakel a faite de 1987 à 2017, le débit moyen de la station pendant de nombreuses années est de 16,1 milliards m³. La variation interannuelle du débit est évidente, parmi laquelle celle de 2012 était la plus grande, avec un débit de 26,6 milliards m³; la plus petite en 1990, avec un débit de 6,96 milliards m³; le ratio extrême est de 3,82.

2.2 Inondation

Le bassin du Ferlo est situé dans la zone tropicale aride. En fonction de la topographie du bassin, de la cote, des conditions du sous-sol, de la structure du sol, des précipitations et de l'évaporation, le bassin est provisoirement considéré comme une zone sans inondation.

2.3 Capacité de transport de sédiments

Le volume annuel moyen de transport de sédiments dans le bassin du fleuve Sénégal est d'environ 750 000 tonnes. Les particules de sédiments dans la région du lac de Guiers sont relativement fines. L'ouverture et la fermeture de l'écluse Richard-Toll déterminent la quantité d'eau et de sédiments transportée dans le lac. L'estimation préliminaire de la quantité annuelle de sédiments entrant dans le lac de Guiers est d'environ 28 500 tonnes.

3 Levé technique

3.1 Collecte de données topographiques

(1) Canal de Taouey

Le Canal de Taouey, entre l'aval du fleuve Sénégal et la partie nord du lac de Guiers, est d'une longueur d'environ 17 km. Les données sur 12 points de cote de section transversale sont disponibles. L'espacement maximal des sections est de 5,6 km et la moyenne est de 1,5 km.

(2) Marigot Ferlo

La distance entre l'écluse KMS et Mboula du marigot Ferlo est d'environ 70 km, et les données sur des points de cote de section transversale d'environ 200 à 600m sont disponibles.

(3) Cartes topographiques

3 cartes topographiques à petite échelle de la zone du projet sont disponibles, qui sont en format raster JPG, générées à partir des données SRTM 90M, avec un intervalle vertical de 2 m.

3.2 Données topographiques mesurées sur le terrain

Les données sur les points de cote de section transversale le long du canal principal proposé pour l'axe Mboula-Dahra sont disponibles pour environ 40 km de long et 200 m de l'espacement des sections ; les données sur les points de cote de section transversale le long du canal principal proposé pour l'axe Mboula-Linguère, sont disponibles pour environ 60 km de long et 200 m de l'espacement des sections.

4 Études géotechnique

4.1 Géologie régionale

La zone du projet est située dans le sous-bassin nord, et aucun développement de structure de faille significatif n'est observé dans la région ou dans les zones adjacentes.

Selon la carte mondiale des risques sismiques publiée par OCHA, l'intensité de fortification sismique dans la zone à l'ouest de Saint-Louis et du lac de Guiers est de 6 degrés et celle à l'est de la zone du lac est inférieure à 6 degrés. Il est recommandé que l'intensité de fortification sismique dans la zone du projet soit considérée comme 6 degrés, et l'accélération maximale du sol devrait être considérée comme 0,05 g.

4.2 Aperçu géologique du projet

La zone du projet est principalement constituée de plaine éolienne avec de petits reliefs, la cote du sol est généralement de 1 à 10 m.

Selon les informations fournies par le maître d'ouvrage, l'étude du site et les informations pertinentes collectées, la couche de recouvrement quaternaire dans la zone du projet est principalement constituée des accumulations manuelles (Q^{ml}), des sédiments lacustres (Q_4^l), des sédiments éoliens (Q_4^{eol}) et des sédiments alluviaux-proluviaux (Q_4^{apl}); le substratum sous-jacent est principalement constitué de marnes tertiaires et de glauconite (R).

La zone du projet est structurellement stable et aucun développement de structure de faille significatif n'y est observé.

Les eaux souterraines peuvent être divisées en eau interstitielle quaternaire et eau de fissure du substratum rocheux en fonction de ses conditions d'occurrence. L'eau interstitielle est principalement stockée dans les pores de la couche de sol meuble quaternaire, enfouie profondément et rechargée par les précipitations atmosphériques. L'eau de fissure du substratum rocheux se produit principalement dans les fissures altérées du substratum rocheux avec une forte altération, et elle reçoit principalement la reconstitution de la perméation verticale de l'eau interstitielle sus-jacente et s'infiltrer le long des fissures.

Il n'y a pas d'effets géologiques négatifs tels que glissements de terrain, effondrements et coulées de boue sur le site. Les sols spéciaux sont principalement un remblai manuel et un sol mou.

4.3 Principaux problèmes géologiques du projet et des observations finales

Il peut y avoir des dépôts de limon suite à l'agrandissement et la construction de nouveaux canaux, et devant des bâtiments tels que des pompes et des écluses. Il faut renforcer les mesures anti-envasement.

La zone du projet est principalement composée de limon argileux ③₁, de sable moyen ④₁ etc, qui ont une perméabilité modérée-forte, il est recommandé de renforcer les mesures anti-infiltration des bâtiments. Le sol sableux a une faible résistance à l'érosion, ce qui n'est pas propice à la stabilité des pentes. Il faut renforcer la protection des pentes et les mesures de drainage.

Le sol mou distribué dans les ouvrages a une compressibilité élevée, une sensibilité élevée, une compression et une déformation faciles et doit être excavé

4.4 Matériaux naturels

Les matériaux de remplissage viennent principalement de matériaux excavés des ouvrages de canalisation, des stations de pompage et des écluses, dont les réserves et la qualité peuvent répondre aux exigences des matériaux de remplissage généraux. Cependant, le limon argileux ③₁ et le sable moyen ④₁ excavés ont une perméabilité modérée-forte et ne répondent pas aux exigences anti-infiltration. D'autres mesures doivent être prises pour répondre aux exigences. Le conglomérat sableux modérément altéré et le marne dans la zone sont des roches relativement molles et peuvent être utilisés comme source de remblai général en morceaux ; il est recommandé d'acheter le granulats de béton auprès de Thiès, avec une distance de transport d'environ 180 km.

5 Mission et échelle du projet

5.1 Mission du projet

Les missions du projet comprennent l'ouvrage d'irrigation agricole et des pâturages, l'approvisionnement en eau pour des zones urbaines et rurales, l'approvisionnement en eau pour l'élevage, celui pour la pisciculture, et l'amélioration de l'environnement écologique, etc. La superficie de 6 zones d'irrigation agricole est d'environ 24348 ha, et la superficie irriguée de 4 pâturages est d'environ 8844 ha; L'approvisionnement en eau pour les zones urbaines et rurales couvre environ 220000 habitants dans 6 communes de Louga, ainsi de l'eau pour l'élevage du bétail porté par les 4 pâturages mentionnés ci-dessus. La superficie de la ferme piscicole est de 500 ha. La quantité d'eau nécessaire pour améliorer l'environnement écologique de la vallée du Ferlo est aussi incluse.

5.2 Année de niveau de conception et taux de garantie de conception

L'année 2016 est considérée comme année de niveau actuel, 2035 comme année de niveau de conception à court terme, et 2050 comme année de niveau de conception à long terme. Le taux de garantie de conception d'agriculture, d'irrigation des pâturages et d'élevage est de 75%, et le taux de garantie d'approvisionnement en eau pour les humains et les animaux dans les zones urbaines et rurales est de 95%.

5.3 Pr évision des besoins en eau

(1) Besoin en eau domestique

L'approvisionnement en eau du projet concerne 6 communes. La population en 2016, considérée comme année de niveau actuel, est de 87 824 habitants et le taux d'accroissement démographique annuel moyen de 2016 à 2025 est d'environ 2,5%, celui dans les zones rurales de 2025 à 2050 est de 2,7% et celui en milieu urbain est de 3,7%. La population passera à 25 541 habitants d'ici 2050.

En 2050, la consommation d'eau domestique par habitant des zones urbaines est de 135 L/j et celle des zones rurales est de 55 L/j. Le taux de fuite du réseau de canalisations est de 20%, le

coefficient de variation du pic de consommation d'eau domestique des habitants urbains est de 1,6 et celui des habitants ruraux est de 1,2. On prévoit que le besoin annuel net en eau à un usage domestique de l'année de niveau de conception est de 9,36 millions de m³ et le besoin annuel brut en eau est de 11,71 millions de m³.

(2) Besoin en eau agricole

La superficie totale des 6 zones d'irrigation de la zone d'étude est de 34782 ha et le coefficient de réduction de la superficie est de 0,7. La superficie nette d'irrigation de la zone irriguée est de 24348 ha.

Les cultures plantées dans la zone d'irrigation sont principalement le maïs, les pommes de terre, les tomates, la canne à sucre, les oignons, le sorgho, etc. Le logiciel CROPWAT-8 développé par la FAO est utilisé pour prédire le besoin en eau des cultures. L'année 1972 (P=75%) est choisie comme année de conception typique, le quota d'irrigation conçu est de 10833 m³/ha et le taux d'irrigation conçu est de 0,72 L/s/ha, ce qui est proche du taux d'irrigation conçu de 0,73 L/s/ha dans l'étude originale. Le taux d'irrigation de 0,73 L/s/ha est pris pour cette conception.

(3) Besoin en eau pastoral

La superficie totale de 4 pâturages dans la zone d'étude est de 12634 ha, le coefficient de réduction de la superficie est de 0,7 et la superficie nette irriguée des pâturages est de 8844 ha. Le quota d'irrigation des pâturages est de 7292 m³ / an / ha.

(4) Besoin en eau pour l'élevage

En prenant le besoin en eau unitaire du «Équin» comme norme, on compare le besoin en eau d'autres espèces à celle du «Équin», et le coefficient de conversion du besoin en eau unitaire correspondant est ainsi obtenu. Il est prévu d'élever 30 «Équin» par hectare, et le besoin en eau unitaire des «Équin» en années sèches est de 67 L/j, ce qui permet de prévoir la demande en eau pour le bétail que chaque pâturage peut supporter.

(5) Préviation du besoin en eau pour la pisciculture

La superficie de la ferme piscicole est de 500 ha. Selon le besoin annuel en eau estim é à 9 000 m³ / ha, le besoin annuel moyen en eau pour la pisciculture est de 4,5 millions de m³.

(6) Besoin en eau pour l'amélioration écologique

Compte tenu du besoin en eau pour l'amélioration écologique dans la vallée du Ferlo, la quantité d'eau nécessaire est de 8% de la somme des besoins en eau pour l'irrigation agricole et l'élevage.

5.4 R ésum é des besoins en eau

R ésum é des besoins en eau, comme indiqu é dans le tableau 5.4-1.

Tableau 5.4-1 Synth èse des pr évisions de besoins en eau Unit é: 10000 m³

Pr évision des besoins en eau		Besoin net en eau	Besoin brut en eau	
Ann ée de niveau 2050	Zone urbaine		824	1030
	Irrigation agricole	Irrigation des terres agricoles	26376	37680
		Irrigation des p âturages	6449	9213
		Eau de pisciculture	450	643
		Sous-total	34099	48566
	Zone rurale	Usage domestique	113	141
		Besoin en eau pour l'élevage	649	811
		Sous-total	757	946
	Écosyst ème		2678	3816
	Total		37534	53328

5.5 Plan de disposition g énéral

Après la production d'électricité de Manantali, le débit moyen de la station de Bakel au mois le plus sec est globalement supérieur à 200 m³/s; le débit journalier garanti à 95% est fondamentalement supérieur à 100 m³/s pour tous les mois; le débit journalier garanti à 90% dépasse 110 m³/s et le débit journalier garanti à 75% est globalement supérieur à 150 m³/s. La proportion de débit d'eau dérivé dans ce projet est petite et par conséquent la dérivation d'eau est garantie.

Deux plans de dérivation peuvent être envisagés : l'un consiste à dériver l'eau près de Matam sur le cours principal du fleuve Sénégal (plan de dérivation en amont) et l'autre est de dériver

l'eau de l'écluse Richard Toll du fleuve Sénégal jusqu'au lac de Guiers (plan de dérivation en aval). Après avoir comparé et sélectionné, le plan de dérivation de l'écluse Richard Toll du fleuve Sénégal au lac de Guiers est adopté

Selon l'utilisation ou non du marigot Ferlo, trois options sont élaborées, à savoir :

Plan 1 : Utilisation du marigot Ferlo comme canal de distribution d'eau

Plan 2 : Pompage d'eau gradué sans utilisation du marigot Ferlo

Plan 3 : Pompage d'eau de premier niveau sans utilisation du marigot Ferlo

Après comparaison et sélection, le plan d'utilisation du marigot Ferlo comme canal de transfert d'eau est adopté

En ce qui concerne l'utilisation de la longueur du marigot Ferlo, deux plans sont élaborés avec un canal dragué de 70 km et un canal dragué de 50 km. Après comparaison et sélection, le plan de 70 km pour le dragage du marigot Ferlo est recommandé

5.6 Dimensions de canaux et de stations de pompage

En fonction de la localisation des terres agricoles irriguées, des pâturages, et des points d'eau concentrés dans les zones urbaines et rurales, et compte tenu des facteurs topographiques, les stations de pompage à la tête des canaux d'irrigation, des canaux principaux et secondaires et des réservoirs sont disposés.

Deux stations de pompage en tête de canal seront mis en œuvre: la station de pompage PL1 et la station de pompage PL2. En aval de la station de pompage PL1, 1 tronçon de canalisation, 6 tronçons de canal principal, 17 tronçons de canaux secondaires et 4 réservoirs sont mis en place. En aval de la station de pompage PL2, 1 tronçon de canalisation, 1 tronçon de canal principal, 5 tronçons de canaux secondaires et 1 réservoir sont mis en place.

Le temps de fonctionnement quotidien de la station de pompage est de 24 heures. Le calcul du débit de conception des canaux est fait en fonction de la disposition des canaux principaux et secondaires. Dans le calcul, le coefficient de correction de la perte du canal de revêtement est de 0,10 et le coefficient d'utilisation de l'eau d'irrigation, de l'eau des champs aux canaux secondaires, est de 0,85. À partir de ce calcul, le débit de chaque tronçon du canal

principal et secondaire et le débit de conception de la station de pompage sont obtenus. Le débit de conception de la station de pompage PL1 est de $16,06 \text{ m}^3/\text{s}$, et celui de la station de pompage PL2 est de $7,75 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.7 Dimensions des autres constructions

(1) Niveau d'eau caractéristique

Le niveau d'eau le plus bas du lac de Guiers est de 1,5 m, le niveau d'eau le plus élevé du lac de Guiers est de 3,0 m. Le niveau d'eau avec 95% de taux de garantie est de 1,74 m.

Selon les calculs, le niveau d'eau le plus élevé à la prise d'eau de la station de pompage PL1 est de 2,907 m et le plus bas est de 0,827 m; le niveau d'eau le plus élevé à la prise d'eau de la station de pompage PL2 est de 2,913 m et le plus bas est de 0,901 m.

(2) Canal de la Taouey

Compte tenu de l'adéquation entre la capacité de passage d'eau du canal de la Taouey et la capacité de passage d'eau de l'écluse Richard Toll, le canal de la Taouey est élargi et sa capacité de passage d'eau atteint $120 \text{ m}^3/\text{s}$ après l'expansion.

(3) Écluse KMS

Le débit de conception actuel de l'écluse KMS est de $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Il est prévu de reconstruire l'écluse KMS pour que son débit de conception soit le même que le débit de dérivation de l'écluse Richard Toll, c'est-à-dire que le débit de conception sera de $120 \text{ m}^3/\text{s}$.

(4) Écluse Keur-Idy et écluse Syer

Le débit de conception de l'écluse Keur-Idy reconstruite est de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ et la dimension de l'écluse Syer nouvellement construite est de $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.8 Dimensions du projet

La zone de service du PREFERLO comprend 6 zones d'irrigation agricole et 4 pâturages. La superficie irriguée nette de la zone d'irrigation agricole, qui est divisée en région Ouest I et

région Ouest II, est de 24 348 ha, dont 16 230 ha dans la région Ouest I et 8097 ha dans la région Ouest II. La superficie irriguée nette de la zone des pâturages est de 8844 ha, dont 4318 ha dans la région Ouest I et 4526 ha dans la région Ouest II. En outre, il comprend également l'eau utilisée pour la vie des habitants urbains et ruraux et l'élevage de bétail dans 6 communes de la région. Le contenu global de la construction et la dimension sont :

Élargir le canal de la Taouey avec un débit de conception de $120 \text{ m}^3/\text{s}$; rehausser et renforcer la digue du lac de Guiers de 31 km, surélever à 4,0 m; construire l'écluse KMS avec un débit de conception de $120 \text{ m}^3/\text{s}$; draguer le marigot du bas Ferlo de l'écluse KMS vers Mboula avec une longueur d'environ 70 km; construire deux stations de pompage à la tête du canal près de Mboula, dont le débit de conception de la station de pompage PL1 est de $16,06 \text{ m}^3/\text{s}$; le débit de conception de la station de pompage PL2 est de $7,75 \text{ m}^3/\text{s}$, et l'eau est respectivement pompée vers la tête du canal principal L dans la région Ouest I et la tête du canal principal M dans la région Ouest II. Le système de canaux L dans la région Ouest I est composé d'un canal principal d'une longueur d'environ 108,25 km et des canaux secondaires d'une longueur totale d'environ 194,24 km. Le système de canaux M dans la région Ouest II est composé d'un canal principal d'une longueur d'environ 41 km et des canaux secondaires d'une longueur totale d'environ 48,02 km.

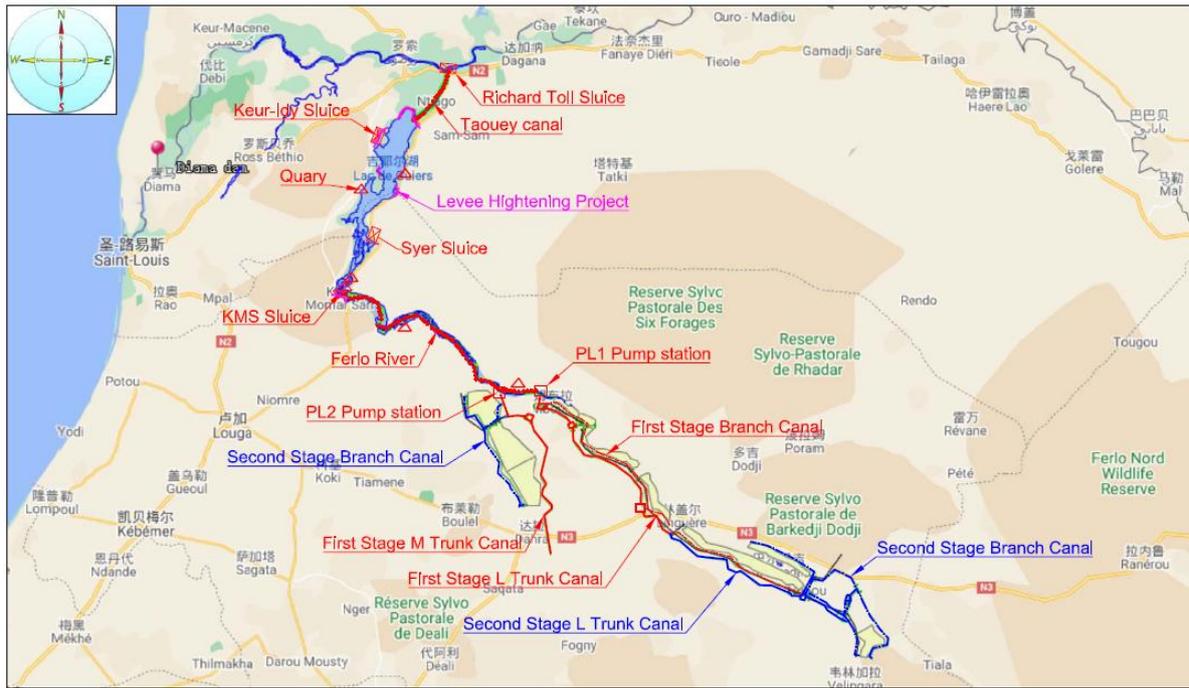


Figure 5.8-1 Disposition du projet

6 Aménagement du projet et constructions

6.1 Grade des ouvrages

La superficie d'irrigation agricole nette nouvellement exploitée de ce projet est d'environ 24000 hectares, et la superficie irriguée nette nouvellement exploitée des prairies est d'environ 9000 hectares. Le débit d'adduction total du projet est de 23,81 m³/s, dont le débit de conception de la station de pompage de tête de canal dans la région Ouest I est de 16,06 m³/s, et celui dans la région Ouest II est de 7,75 m³/s. Selon la superficie d'irrigation, l'ouvrage est déterminé comme grand type de II (2). Les principales constructions telles que les rives du lac de Guiers, les écluses de KMS, de Keur-Idy et de Syer sont de Grade 2 et les constructions secondaires sont de Grade 3. En fonction du débit de conception et de la capacité installée, la station de pompage PL1 est de Grade 2 au niveau de la principale construction permanente du projet, et la station de pompage PL2 est de Grade 3. La Grade des constructions hydrauliques permanentes des canaux et du réseau de distribution dans l'ouvrage de la zone d'irrigation est de Grade 4-5 en fonction du débit d'irrigation conçu.

6.2 Aménagement général du projet

Le projet PREFERLO comprend principalement les ouvrages de connexion du réseau d'eau du lac de Guiers et les ouvrages d'approvisionnement en eau d'irrigation dans la zone Ouest. L'aménagement général du projet consiste notamment à élargir le canal de la Taouey situé entre l'aval du fleuve Sénégal et le nord du lac de Guiers pour améliorer la capacité de passage d'eau du canal et alimenter le lac de Guiers ; draguer le marigot d'environ 70 km de l'écluse KMS dans le sud du lac de Guiers à Mboula sur le fleuve Ferlo, afin que l'eau puisse être transportée vers la région de Mboula ; construire deux stations de pompage PL1 et PL2 en amont du marigot Ferlo dragué et un système de production d'électricité photovoltaïque à accumulation diesel pour alimenter la station de pompage. Construire le système de canaux d'irrigation L près de la station de pompage PL1 pour transporter l'eau vers la région Ouest I ; construire le système de canaux d'irrigation M près de la station de pompage PL2 pour transporter l'eau vers la région Ouest II.

Dans la région Ouest I, le canal principal L d'une longueur d'environ 108,25 km et 16 canaux

secondaires d'une longueur d'environ 194,24 km, en coop érant avec les constructions de canalisation du syst ème, transportent l'eau vers les cinq zones agricoles ZAL2, ZAL3, ZAL4, ZAL5, ZAL6 et les trois zones pastorales ZPL2, ZPL3, ZPL4 ; en m ême temps, 4 r éservoirs sont à r éaliser sur le canal principal L pour r épondre aux besoins en eau des habitants et de l'élevage des 5 communes telles que Mboula, YangYang, Mbeuleukhe, Lingu ère dans la r égion.

Dans la r égion Ouest II, le canal principal M d'une longueur d'environ 41,12 km et des canaux secondaires d'une longueur d'environ 48,02 km, transportent l'eau vers la zone agricole ZAL1 et la zone pastorale ZPL1 ; en m ême temps, des r éservoirs sont à construire sur le canal principal M pour r épondre aux besoins en eau des habitants et de l'élevage à Dahra. La mise en œuv re de ce projet comprend également la construction de 10 embarcad ères sur le lac de Guiers et le marigot de bas Ferlo, la mise en place de deux jardins agricoles de d émonstration de 100 hectares à Kamb et Thiam ène sur le canal principal M, et la construction d'une ferme piscicole de d émonstration de 500 ha pr ès de Lingu ère sur le canal principal L.

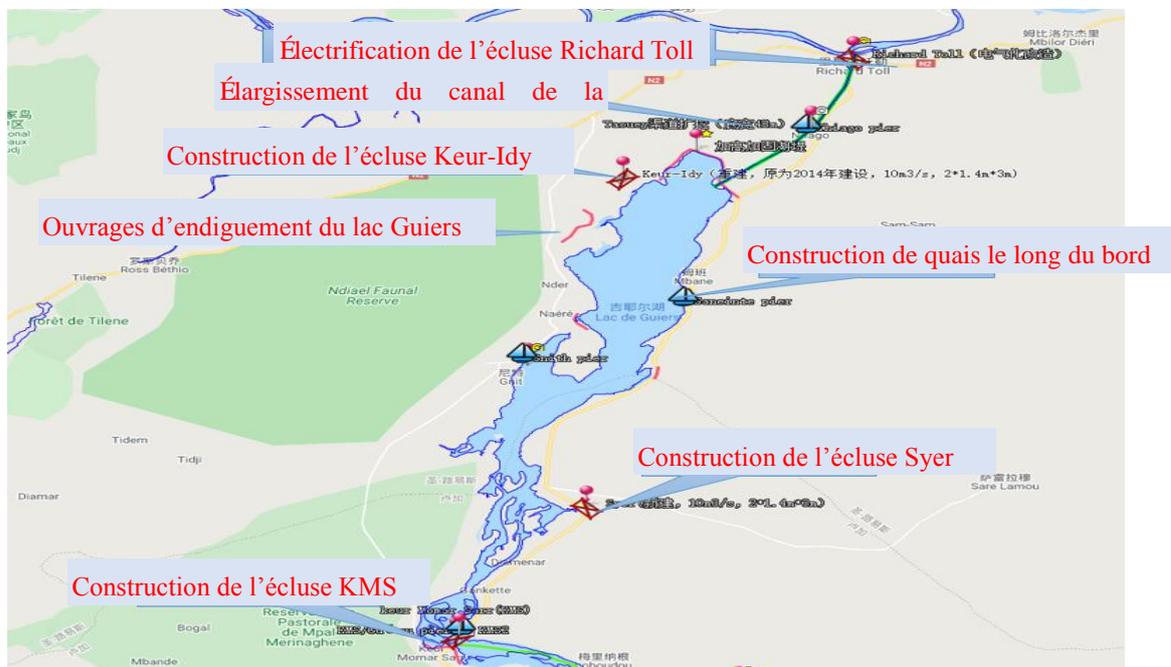


Figure 6.2-1 Am énage ment des ouvrag es de connexion du r ése au d'eau du lac de Guiers

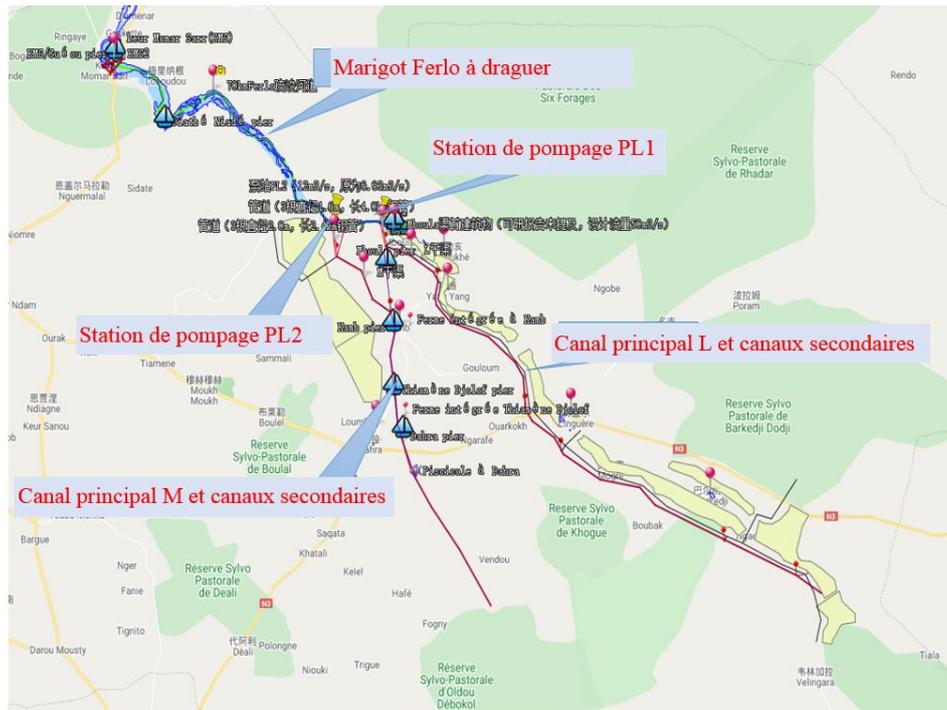


Figure 6.2-2 Aménagement des ouvrages d’approvisionnement en eau d’irrigation en vue du projet

6.3 Conception des ouvrages principales

6.3.1 Élargissement du canal de la Taouey

La surface d'écoulement moyenne de la section actuelle du canal de la Taouey est d'environ 200 m², le canal s'élargit pour que sa capacité d'écoulement s'augmente à 120 m³/s. Après l'expansion du canal de la Taouey, la cote du fond de la coupe est de -2m, la largeur moyenne du fond de la section est d'environ 48 m et la surface d'écoulement moyenne de la section atteint 280 m².

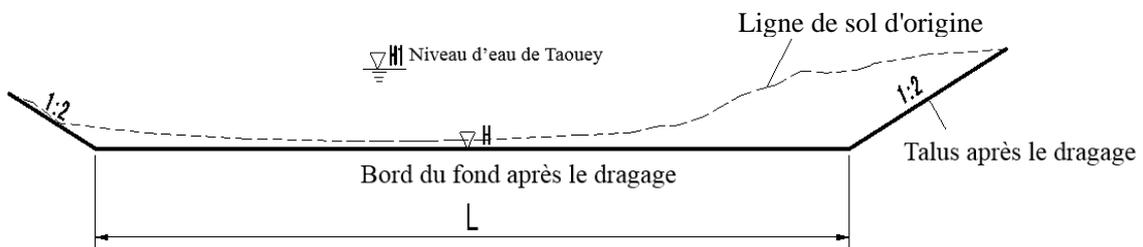


Figure 6.3 -1 Coupe typique de l'expansion du canal de la Taouey

6.3.2 Ouvrages de l'endiguement et des écluses autour du lac de Guiers

(1) Ouvrages de l'endiguement du lac de Guiers

Il s'agit du rehaussement et du renforcement de 10 digues d'une longueur totale de 30,9 km au bord du lac de Guiers. La coupe typique de la conception de rehaussement des digues est illustrée à la figure 6.3-2. Le niveau d'eau maximal prévu du lac de Guiers est de 3,0 m, la cote de la crête des digues sera de 4,0 m après le rehaussement, le rapport de pente des deux côtés est de 1:3 et la largeur du haut est de 5 m ou 6 m en fonction de différents types de digues. Un revêtement latéritique d'une épaisseur de 8 cm et d'un degré de compactage de 100% (densité Proctor) est posé sur la crête des digues, avec un rapport de pente de 2% défini des deux côtés de la ligne médiane pour faciliter le drainage. Les digues seront remplies d'un sol homogène, et les pentes des digues en amont et en aval peuvent être protégées par du gazon. Pour les sections des digues fortement affectées par l'érosion hydrique ou par le vent et les vagues, les pentes sur le côté d'eau sont protégées par la maçonnerie en pierre.

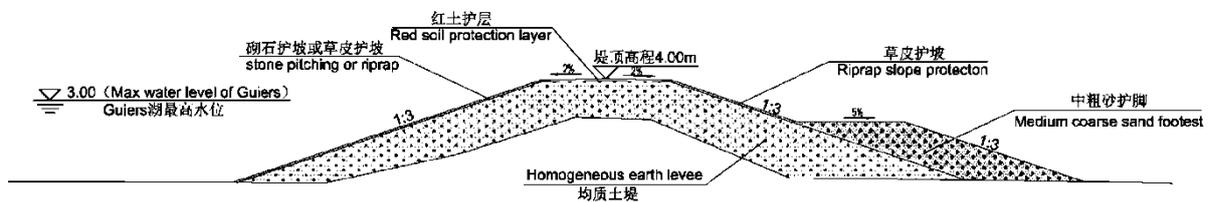


Figure 6.3-2 Coupe typique de la conception de rehaussement des digues sur les rives du lac de Guiers

(2) Écluse KMS

L'écluse KMS à construire a un débit de conception de 120 m³/s et un niveau d'eau de fonctionnement de 1,5 m à 3 m. L'écluse est principalement composée d'une section de connexion en amont, d'une salle de l'écluse et d'une section de connexion en aval. La section de connexion en amont est équipée de rainure anti-affouillement et de couverture. La section de la salle de l'écluse adopte la forme de parapet, la cote du radier est de -1 m, et celle du plafond est de 4,0 m; la section de la salle de l'écluse mesure 25 m de long et 12 trous dont chacun a une largeur de 3 m et une hauteur de 1,4 m; l'épaisseur des piliers latéraux et

médians est de 2 m et l'épaisseur du radier de la salle est de 1,5 m. Une vanne de service et une vanne de contrôle sont installés dans chaque trou, qui sont toutes plates et en acier; l'ouverture et fermeture de la vanne de service est contrôlée par un treuil à vis implanté au-dessus de l'écluse, et celles de la vanne de contrôle est contrôlée par un palan électrique. La section de connexion en aval est pourvue d'un tablier de protection et d'une rainure anti-affouillement d'aval. L'amont et l'aval de l'écluse sont respectivement reliés aux talus des deux rives par des murs d'aile.

(3) Reconstruction de l'écluse Keur-Idy

L'écluse Keur-Idy reconstruite a un débit de conception de $10 \text{ m}^3/\text{s}$. C'est une écluse à 2 trous de $1,4 \text{ m} * 3,0 \text{ m}$ (hauteur * largeur) avec un parapet. L'écluse est composée d'une section de connexion en amont, d'une salle de l'écluse et d'une section de connexion en aval. La cote du radier est de $-0,5 \text{ m}$ et le niveau d'eau de fonctionnement est de $1,5$ à 3 m . Une vanne de service et une vanne de contrôle sont placés dans les trous, toutes plates en acier et contrôlées par un treuil à vis disposé au-dessus de l'écluse.

(4) Écluse Syer

L'écluse Syer nouvellement construite a un débit de conception de $10 \text{ m}^3/\text{s}$. C'est une écluse à 2 trous de $1,4 \text{ m} * 3,0 \text{ m}$ (hauteur * largeur) avec un parapet. La conception de l'écluse est la même que celle de l'écluse Keur-Idy.

6.3.3 Dragage du marigot Ferlo

Il est nécessaire de draguer le marigot Ferlo d'environ 70 km entre l'écluse KMS et Mboula, et le dragage se fait essentiellement le long du chenal principal du marigot original comme illustré à la Figure 6.3-3.



Figure 6.3-3 Plan de dragage du marigot Ferlo

Après le dragage, la cote du fond du canal est de -2,0 m, la largeur du fond est de 15 m et la pente est de 1: 5. La géomembrane composite est utilisé e pour la prévention des infiltrations dans la section de canal dragu e à forte perméabilité à l'eau. La coupe typique de dragage est illustré e à la Figure 6.3-4.

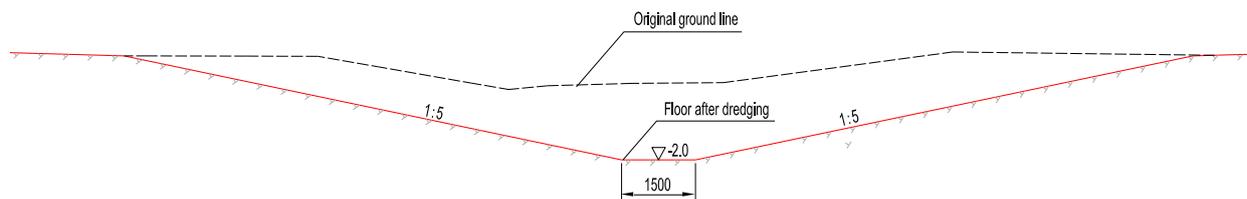


Figure 6.3-4 Coupe typique de l'ouvrage de dragage

6.3.4 Ouvrage des stations de pompage et des conduites

(1) Station de pompage PL1

La station de pompage PL1 se trouve au bout du marigot Ferlo dragué et le débit de conception est de $16,06 \text{ m}^3/\text{s}$. 14 pompes à eau (dont 2 pompes en réserve) sont initialement sélectionnées à ce stade. La station de pompage PL1 est principalement constituée d'un canal de dérivation d'eau, d'un bassin d'avant, d'un bassin d'entrée d'eau, d'une salle de pompage, de tuyaux de transport d'eau et d'un bassin de sortie d'eau.

(1) Ouvrages d'entrée d'eau

Les ouvrages d'entrée d'eau de la station de pompage se composent d'une section du canal de dérivation revêtue en béton, du bassin d'avant et du bassin d'entrée d'eau.

La longueur de la section du canal de dérivation d'eau revêtue en béton est de 200 m et la largeur du fond est de 10 m. La cote du fond du canal conçue est identique à celle du fleuve Ferlo dragué sont de -2,0 m. La pente latérale du canal est de 1: 2 et l'épaisseur du revêtement en béton est de 15 cm.

L'extrémité du canal de dérivation d'eau est reliée au bassin d'avant qui mesure 101 m de long. La cote du fond du canal passe progressivement de -2,0 m à -3,8 m et la largeur du fond du canal passe progressivement de 10 m à 83,4 m. Les pentes conçues aux deux côtés du bassin d'avant sont de 1: 2 et l'épaisseur du revêtement en béton du bassin est de 15cm, ce qui est la même que celle du canal de dérivation d'eau.

Le bassin d'entrée d'eau mesure 16 m de long et 83,4 m de large. Le radier en béton mesure 80 cm d'épaisseur et la cote du fond est de -3,8 m. Le bassin est conçu avec 14 trous d'entrée d'eau de largeur de 4m. L'épaisseur des piliers médians des trous d'entrée est de 2,0 m et de 2,2 m, celle des piliers latéraux des deux côtés est de 1,5 m et les piliers des deux côtés sont pourvus de murs d'aile pour se connecter aux pentes latérales du bassin d'avant. Chaque trou d'entrée d'eau est équipé de dégrilleur et de rainure de vanne de contrôle, et dispose de dégrilleurs de largeur de 4 m. Des murs en béton sont disposés aux deux côtés du bassin

d'entrée d'eau pour se raccorder à la section de la salle de l'écluse.

(2) Disposition de la salle de pompage

La salle de pompage est composée d'une salle de pompage principale, d'une salle de pompage secondaire et des sites d'installation aux deux côtés.

La salle de pompage principale a une longueur de 106 m dans le sens vertical de l'écoulement de l'eau et de 14,6 m dans le sens horizontal de l'écoulement de l'eau. Les 14 pompes à eau dans la salle sont disposés en rangée. La cote du radier de la salle est de -3,55m, celle du point de centre du tuyau d'entrée d'eau de pompage est de -2,55 m et du point de centre du tuyau de sortie d'eau est de -2,45 m. Une grue de pont à double poutre au type de palan électrique 16/3t LH s'installe dans la salle avec une portée de 13m et une cote du sommet du rail de poutre de grue de 7,25m. Les sections des sites d'installation se positionnent aux deux côtés de la salle d'hôte, avec la même longueur de 8 m et la largeur identique à celle de la salle d'hôte. Les vannes d'entrée sont disposées aux deux extrémités des sites d'installation. Le radier de la salle principale est en béton d'agrégat secondaire de C25, la poutre de la grue est en béton armé fabriqué de C30 et la périphérie de la salle de pompage est une structure en brique-béton.

La salle de pompage secondaire est placée au côté de sortie d'eau de la salle principale avec une longueur de 40 m et une largeur de 15 m. Elle est équipée d'une salle de commande centrale, d'une salle de communication, d'une salle de repos de permanence, d'une salle de commutation, d'une salle de distribution à basse tension, d'un laboratoire électrique etc.

Afin d'améliorer la stabilité de la fondation de la salle de pompage, des pieux coulés forés d'un diamètre de 80 cm et d'un espacement de 3 m sont mis en place pour traiter la fondation de la salle.

(3) Conduites forcées de dérivation d'eau

À environ 16 m en aval de la station de pompage principale, un tuyau en acier d'interconnexion de 3,5 m de diamètre sera installé pour connecter 14 tuyaux de sortie de la station de pompage d'un diamètre de 1,0 m, puis 6 tuyaux en acier de distribution d'eau d'un

diamètre de 1,6 m et d'une longueur de 2,4 km seront connectés en parallèle. Les tuyaux de transport d'eau en acier sont enterrés et des blocs d'ancrage sont implantés aux tournants des tuyaux en acier. Les tuyaux de transport en acier sont connectés au bassin de sortie d'eau à l'extrémité

(2) Station de pompage PL2

La station de pompage PL2 se trouve au bout du marigot Ferlo dragué, à environ 10 km de la station de pompage PL1, et le débit de conception est de $7,75 \text{ m}^3/\text{s}$. 6 pompes à eau sont initialement sélectionnées (dont 1 pompe en réserve). La station de pompage PL2 est principalement constituée d'un canal de dérivation d'eau, d'un bassin d'avant, d'un bassin d'entrée d'eau, d'une salle de pompage, de tuyaux de transport d'eau et d'un bassin de sortie d'eau.

(1) Ouvrage d'entrée d'eau

La construction d'entrée de la station de pompage se compose d'une section du canal de dérivation revêtue en béton, du bassin d'avant et du bassin d'entrée d'eau.

La longueur totale de la section du canal de dérivation d'eau avec revêtement est de 200 m et la largeur du fond est de 6 m. La cote du fond du canal est de -2,0 m. La pente latérale du canal est de 1: 2 et l'épaisseur du revêtement en béton est de 15 cm.

L'extrémité du canal de dérivation d'eau est reliée au bassin d'avant qui mesure 30,8 m de long. La cote du fond du canal passe progressivement de -2,0 m à -3,8 m et la largeur du fond du canal passe progressivement de 10 m à 37 m. Les pentes latérales du bassin d'avant sont de 1: 2 et l'épaisseur du revêtement en béton est de 15 cm.

Le bassin d'entrée d'eau mesure 16 m de long et 37 m de large. Le radier en béton mesure 80 cm d'épaisseur et la cote du fond est de -3,8 m. Le bassin est conçu avec 6 trous d'entrée d'eau de largeur de 4 m. L'épaisseur des piliers médians dans les trous d'entrée est de 2,0 m, celle des piliers latéraux des deux côtés est de 1,5 m et les piliers des deux côtés sont pourvus de murs d'aile pour se connecter aux pentes latérales du bassin d'avant. Chaque trou d'entrée d'eau est équipé de dégrilleur et de rainure de vanne de contrôle. Des murs en béton sont

disposés aux deux côtés du bassin d'entrée d'eau pour se raccorder à la section de la salle de l'écluse.

L'aval du bassin d'entrée est équipé de vanne de contrôle. Des murs en béton sont disposés aux deux côtés du bassin d'entrée d'eau pour se raccorder à la section de la salle de pompage.

(2) Disposition de la salle de pompage

La salle de pompage principale a une longueur de 41,5 m dans le sens vertical de l'écoulement de l'eau et de 15,5 m dans le sens horizontal de l'écoulement de l'eau. Les 6 pompes à eau dans la salle sont disposées en rangée. La cote du radier de la salle est de -3,55m, du point de centre du tuyau d'entrée d'eau de pompage est de -2,55 m et du point de centre du tuyau de sortie d'eau est de -2,4 m. Une grue de pont à double poutre du type de palan électrique 16/3t LH s'installe dans le bâtiment avec une portée de 13 m et une cote du sommet du rail de poutre de grue de 7,25m. Les sections des sites d'installation se positionnent aux deux côtés de la salle d'hôte, avec la même longueur de 8 m et la largeur identique à celle de la salle d'hôte. Les vannes d'entrée sont disposées aux deux extrémités des sites d'installation. Le radier de la salle principale est en béton d'agrégat secondaire de C25, la poutre de la grue est en béton armé préfabriqué de C30 et la périphérie de la salle de pompage est une structure en brique-béton.

La salle de pompage secondaire est placée au côté droit en aval de la salle principale avec une longueur de 21 m et une largeur de 20 m. Elle est équipée d'une salle de commande centrale, d'une salle de communication, d'une salle de permanence, d'une salle de commutation, d'une salle de distribution à basse tension, d'un laboratoire électrique etc.

Afin d'améliorer la stabilité de la fondation de la salle de pompage, des pieux coulés forés d'un diamètre de 80 cm et d'un espacement de 3 m sont mis en place pour traiter la fondation de la salle.

(3) Conduites forcées de dérivation d'eau

Au côté de la sortie d'eau de la station de pompage principale, un tuyau en acier d'interconnexion de 3,0 m de diamètre sera installé pour connecter 6 tuyaux de sortie d'un

diamètre de 1,0 m de la station de pompage, puis 3 tuyaux en acier de distribution d'eau d'un diamètre de 1,6 m et d'une longueur de 4,0 km sont connectés en parallèle. Les tuyaux de transport d'eau en acier sont enterrés et des blocs d'ancrage seront implantés aux tournants des tuyaux en acier. Les tuyaux de transport en acier sont connectés au bassin de sortie d'eau à l'extrémité

6.3.5 Ouvrages du système de réseau de canaux

(1) Région Ouest I

La région Ouest I dispose de 6 canaux principaux et 17 canaux secondaires qui sont respectivement les canaux principaux L1 à L6, les canaux secondaires de ZPL2-1, de ZAL2-1 à ZAL2-3, de ZAL3-1, de ZPL3-1, de ZAL4-1 à ZAL4-3, de ZAL5-1, de ZPL4-1 et de ZAL6-1 à ZAL6-6.

Les canaux principaux L1 à L6 sont respectivement raccordés aux réservoirs RL1 à RL4 et sont disposés parallèlement du nord-ouest au sud-est aux courbes de niveau, avec une longueur totale de 108,25 km. Les canaux secondaires sont disposés en fonction de l'étendue du service. Après calcul, les éléments hydrauliques et les dimensions de la section transversale des canaux principaux et secondaires sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

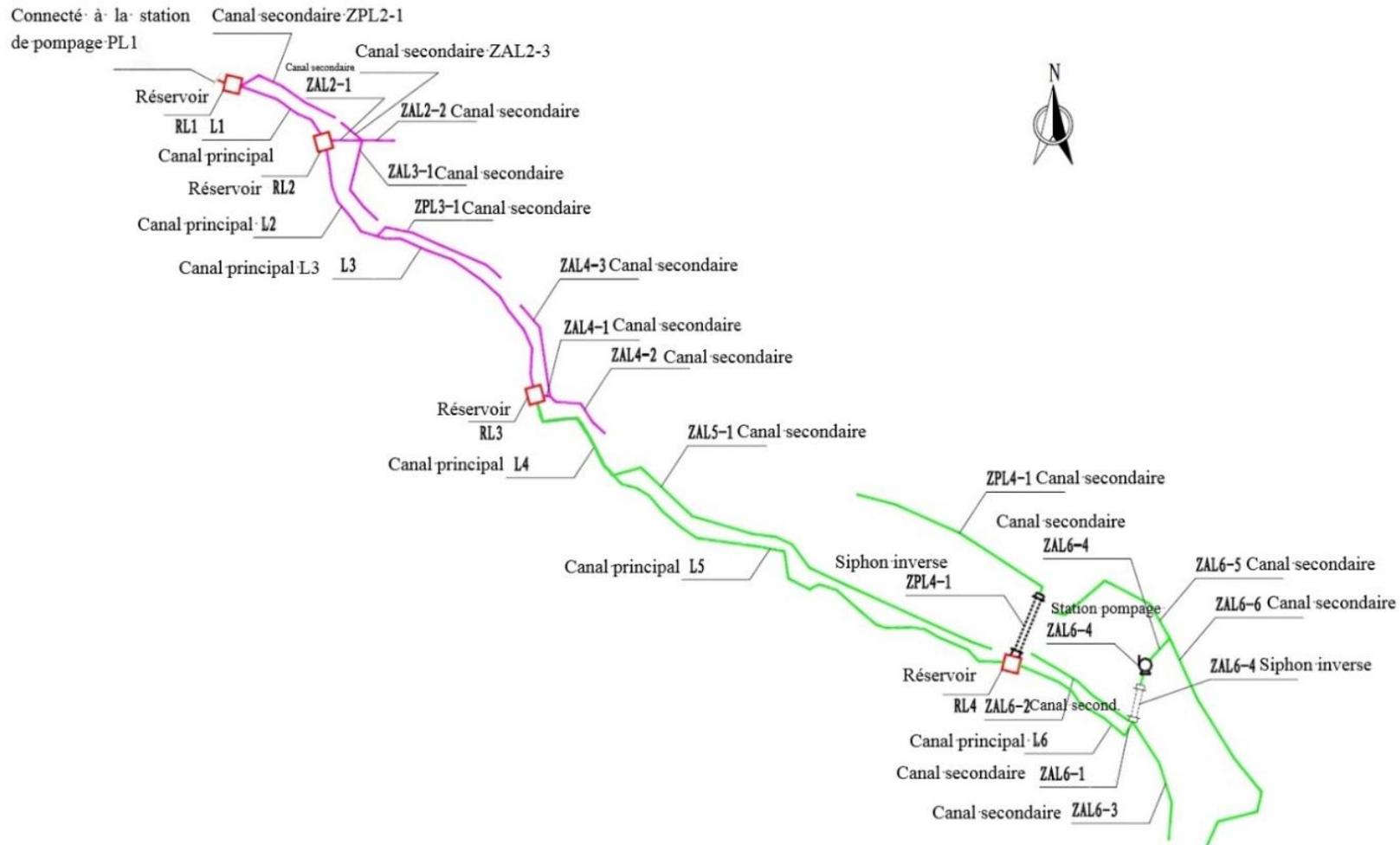


Figure 6.3-5 Plan d'aménagement des canaux principaux et secondaires dans la région Ouest I

Tableau 6.3-1 Éléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de la région Ouest I

Nom de canal	N° de pieu de départ	N° de pieu de fin	Débit de conception (m ³ /s)	Profondeur d'eau normale (m)	Débit (m/s)	Type de coupe	Largeur du fond(m)	Hauteur (m)
Canal principal L1	0+000,00	9+278,33	16,01	1,88	0,87	Trapèze	6,00	2,5
Canal principal L2	9+278,33	19+678,33	14,75	2,28	0,61	Trapèze	6,00	3,0
Canal principal L3	19+678,33	41+890,07	14,57	2,14	0,66	Trapèze	6,00	2,9
Canal principal L4	41+890,07	53+430,39	12,49	2,09	0,59	Trapèze	6,00	2,8
Canal principal L5	53+430,39	95+730,30	7,23	2,17	0,53	Trapèze	2,00	2,9
Canal principal L6	95+730,30	108+030,3	6,73	2,10	0,52	Trapèze	2,00	2,8
Canal secondaire ZPL2-1	0+000,00	1+855,16	0,39	0,22	1,25	Trapèze	1	0,5
	1+855,16	10+325,53	0,39	0,53	0,35	Trapèze	1	0,9
Canal secondaire ZAL2-1	0+000,00	1+387,00	1,11	0,42	1,46	Trapèze	1	0,7
	1+387,00	3+450,00	1,11	0,60	0,84	Trapèze	1	1,0
Canal secondaire ZAL2-2	0+000,00	2+954,00	0,29	0,42	0,37	Trapèze	1	0,7
Canal secondaire ZAL2-3	0+000,00	2+530,00	0,29	0,41	0,39	Trapèze	1	0,7
Canal secondaire ZAL3-1	0+000,00	8+941,00	0,54	0,63	0,38	Trapèze	1	1,0
Canal secondaire ZPL3-1	0+000,00	1+094,76	0,77	0,31	1,53	Trapèze	1	0,6
	1+094,76	12+571,16	0,77	0,67	0,49	Trapèze	1	1,0
Canal secondaire ZAL4-1	0+000,00	1+370,00	1,63	0,52	1,55	Trapèze	1	0,8
Canal secondaire ZAL4-2	1+370,00	7+820,00	0,57	0,52	0,55	Trapèze	1	0,8
Canal secondaire ZAL4-3	0+000,00	8+780,00	1,06	0,73	0,59	Trapèze	1	1,1
Canal secondaire ZAL5-1	0+000,00	2+550,00	5,12	0,79	1,16	Trapèze	4	1,2
	2+550,00	38+786,00	5,12	1,45	0,51	Trapèze	4	2,0
Canal secondaire ZPL4-1	0+000,00	6+000,00	1,11	Siphon inverse de diamètre de 1,6 m		Cercle	Tuyau en PCP de diamètre de 1,6 m	
	6+000,00	25+966,32	1,11	1,02	0,36	Trapèze	1	1,5
Canal secondaire ZAL6-1	0+000,00	1+405,16	6,63	0,91	1,26	Trapèze	4	1,3
Canal secondaire ZAL6-2	0+000,00	10+968,38	1,31	1,10	0,37	Trapèze	1	1,6
Canal secondaire ZAL6-3	0+000,00	11+366,18	1,63	1,21	0,39	Trapèze	1	1,7
Canal secondaire ZAL6-4	1+405,16	6+525,30	3,67	Siphon inverse de diamètre de 2,2 m		Cercle	Tuyau en PCP de diamètre de 2,2 m	
	6+525,30	9+743,74	3,67	Station de pompage pour l'élévation d'eau d'une course 18 m		Cercle	Tuyau en fonte sphéroïdale de diamètre 1,0 m	
Canal secondaire ZAL6-5	0+000,00	14+877,29	1,98	0,79	0,98	Trapèze	1	1,2
Canal secondaire ZAL6-6	0+000,00	23+739,59	1,67	0,82	0,77	Trapèze	1	1,2

La coupe transversale des canaux principaux et secondaires adoptent le type trapézoïdal, celles des canaux principaux de L1 à L6 sont respectivement de 6 m (largeur du fond) * 2,5 m (hauteur du canal), 6 m * 3,0 m, 6 m * 2,9 m, 6 m * 2,8 m, 2 m * 2,9 m et 2 m * 2.8 m, tous avec un coefficient de pente intérieur de $m=2$. Le revêtement est en béton préfabriqué C20 avec une épaisseur de 8 cm. Des dalles en béton préfabriqué C20 d'une épaisseur de 20 cm et d'une largeur de 50 cm sont installées sur les deux côtés du plafond de canal dépassant 2,5 m. Un dalot en gravats de mortier est installé près du flanc de montagne pour le drainage sur le talus, avec une section nette à 40 cm* 40 cm et une épaisseur de 30 cm. Une chaussée de gravier boueux d'une largeur de 2,5 m est disposée au côté extérieur. La pente du talus permanent de l'excavation est de 1: 2 et celle du remblayage est de 1: 2. Le déblai du canal sert du remblai et la compacité ne doit pas être inférieure à 91%. Un joint de dilatation horizontal est installé tous les 6 m dans le canal, et un joint longitudinal est installé entre le radier et les murs de côté gauche et droite. Les joints sont scellés avec une surface en caoutchouc polysulfure.

(2) Région Ouest II

La région Ouest II dispose d'un canal principal et 3 canaux secondaires qui sont respectivement le canal principal M, les canaux secondaires de ZAL1-1, ZAL1-2 et ZAL1-3. Le canal principal M part du bassin de sortie de la station de pompage PL2, et est disposé du nord-ouest au sud-ouest aux courbes de niveau, avec une longueur totale de 41,12 km. Le canal secondaire ZAL1-1 part du bassin de sortie de la station de pompage PL2 et distribue respectivement de l'eau vers les canaux secondaires ZAL1-2 et ZAL1-3, et alimente également le réservoir RM1.

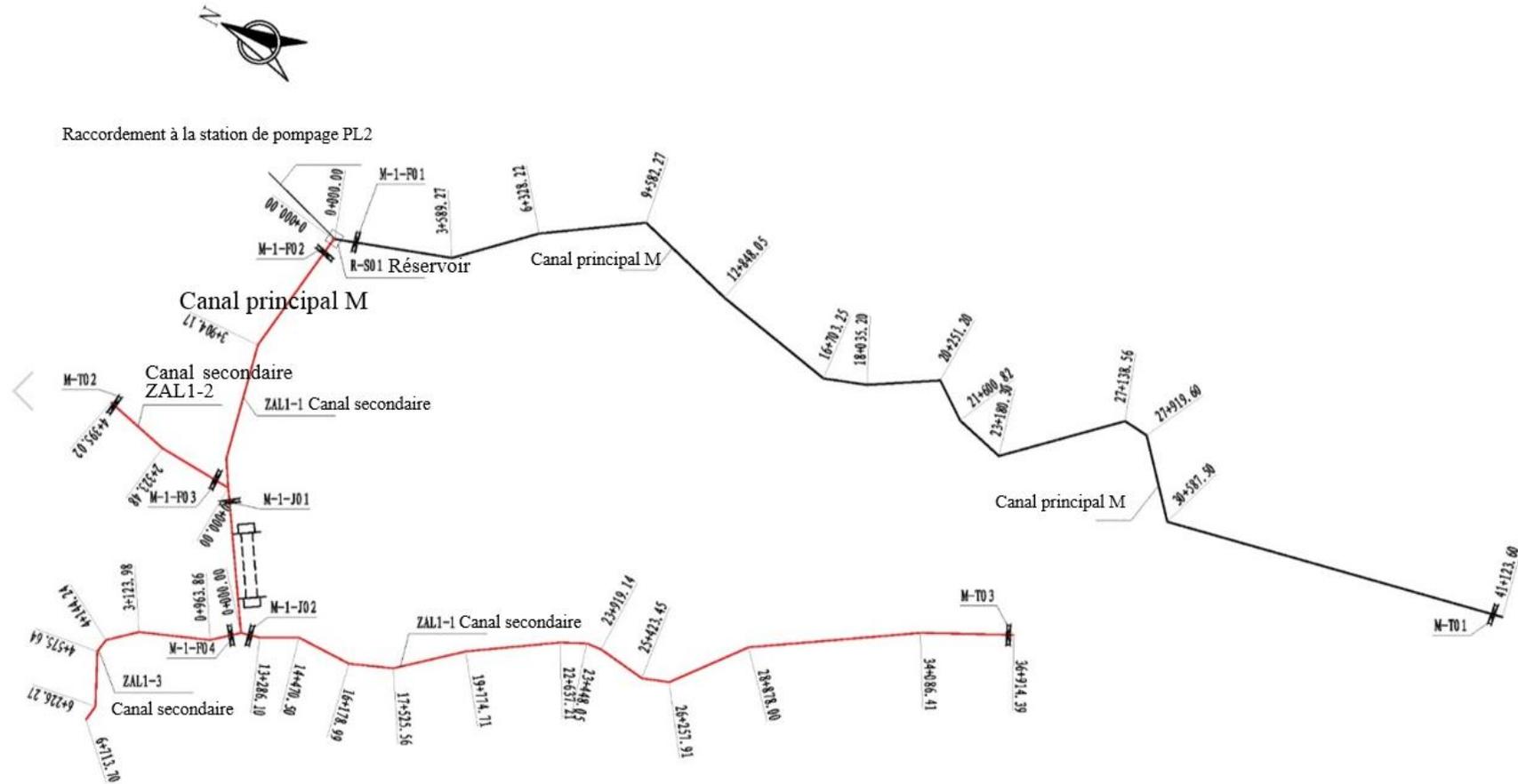


Figure 6.3-6 Schéma d'aménagement des canaux dans la région Ouest II

Après calcul, les éléments hydrauliques et les dimensions de la section transversale des canaux principaux et secondaires de la région Ouest II sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.3-2 Tableau des éléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de la région Ouest II

Nom de canal	N° de pieu de départ	N° de pieu de fin	Débit de conception (m ³ /s)	Profondeur d'eau normale (m)	Débit (m/s)	Type de coupe	Largeur du fond(m)	Hauteur (m)	Coefficient de pente de trapèze m
Canal principal e M	0+000.00	3+600.00	3,03	1,31	0,45	Trapèze	2.5	2	2
	3+600.00	33+600.00	3,03	1,18	0,59	Trapèze	2	2	2
	33+600.00	41+123.60	3,03	0,97	0,83	Trapèze	2	2	2
ZAL1-1	0+000.00	8+317.84	4,37	1,13	0,91	Trapèze	2	2	2
	12+617.84	36+914.39	1,85	1,1	0,4	Trapèze	2	2	2
ZAL1-2	0+000.00	1+000.00	0,70	0,57	0,58	Trapèze	1	1	2
	1+000.00	4+395.05	0,70	0,4	1,26	Trapèze	1	1	2
ZAL1-3	0+000.00	6+713.70	1,77	1,08	0,4	Trapèze	2	2	2

Les sections transversales des canaux principaux et secondaires adoptent le type trapézoïdal. Les types de section sont respectivement de 2,5 m (largeur du fond) * 2 m (hauteur du canal), 2 m * 2 m et 1 m * 1 m, et la conception est la même que celle des canaux dans la région Ouest I.

6.3.6 Conception de l'écluse dans les canaux principaux et secondaires

L'ouvrage de l'écluse contient les écluses de répartition, des écluses de régulation, des écluses de retour d'eau et des vannes de constructions, qui sont toutes de type ouvert et 46 écluses au total, 21 écluses de répartition sont disposées dans la région Ouest I et 4 sont disposées dans la région Ouest II, soit 25 au total. 1 écluse de régulation est disposée dans la région Ouest I et 2 sont disposées dans la région Ouest II, soit un total de 3. 12 écluses de retour d'eau sont disposées dans la région Ouest I et 4 sont disposées dans la région Ouest II, soit 16 au total. 3 siphons inverses et 1 vanne d'entrée et de sortie de la station de pompage pour un total de 8, dont 6 sont considérés conjointement avec les écluses de répartition de canaux. En plus, deux siphons inverses doivent être disposés séparément, qui sont respectivement l'écluse de régulation en sortie et l'écluse d'entrée d'eau.

La salle de l'écluse et le support des treuils sont en béton armé C25. Il y a quatre tailles de section nette pour le trou des vannes à simple trou : 1,5 m * 2 m, 2 m * 2,5 m, 3 m * 3 m et 4 m * 2,5 m. La taille de la section nette du trou de vanne à double trou est de 2m * 3 m * 3 m. L'épaisseur du radier est de 1,5 m, celle des piliers latéraux et celle du pilier médian de la vanne à double trou sont toutes de 1m. La vanne de vanne est une vanne en acier plate.

6.3.7 Réservoirs

Ce projet mettra en place 5 réservoirs, dont 4 sont installés le long du canal principal L dans la région Ouest I. Le réservoir RM1 est situé le long du canal principal M dans la région Ouest II. Le volume net de stockage du réservoir est déterminé en fonction de 70% du besoin en eau domestique des habitants et de l'élevage couverts par celui-ci.

Le corps du réservoir est disposé dans l'endroit d'excavation, avec une forme de prisme quadrangulaire et un rapport de pente d'excavation de 1: 2. La profondeur d'eau de chaque réservoir est de 3 m, et la profondeur du réservoir est de 4 m. Les principaux paramètres caractéristiques techniques des réservoirs sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.3-3 Paramètres caractéristiques des réservoirs

No	Fond		Surface d'eau		Surface de la crête		Volume du réservoir (m ³)	Capacité con que (m ³)
	Longueur (m)	Largeur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)		
RL1	21	21	33	33	37	37	3449	2284
RL2	22	22	34	34	38	38	3685	3624
RL3	50	50	62	62	66	66	13541	10100
RL4	32,5	32,5	44,5	44,5	48,5	48,5	6607	5778
RM1	88,2	88,2	100,2	100,2	104,2	104,2	37103	27827

Le fond et les quatre flancs de réservoir sont en béton préfabriqué C20 d'une épaisseur de 10 cm pour la prévention des infiltrations. Un joint structurel est installé tous les 8 m dans les sens transversal et longitudinal, et la surface est scellée avec caoutchouc polysulfure.

6.3.8 Siphon inverse

3 siphons inverses seront mis en place dans les dépressions en traversant le canal, avec une longueur totale de 15420 m. Les paramètres caractéristiques techniques des siphons inverses sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.3-4 Statistiques des siphons inverses sur les canaux secondaires

Région irriguée	Canal	Nom de siphon inverse	Longueur (m)	Diamètre de tuyau (m)	Débit de conception (m ³ /s)	Perte (m)
Région Ouest I	Canal secondaire ZPL4-1	Siphon inverse du canal secondaire ZPL4-1	6000	2.0	1.107	0.57
	Canal secondaire ZAL6-4	Siphon inverse du canal secondaire ZAL6-4	5120	3.0	3.674	0.44
Région Ouest II	Canal secondaire ZAL1-1	Siphon inverse du canal secondaire ZAL1-1	4300	2.6	4.37	1.23

Le siphon inverse adopte le tuyau PCCP à simple tube, qui est composé d'une section d'entrée, d'une section de corps de tuyau et d'une section de sortie.

La section d'entrée en béton C25 mesure 25 m de long. Elle comprend une section de transition, un bassin de sédimentation, une section de salle de l'écluse et une section de raccordement. La section de salle de l'écluse et la vanne de régulation seront installées fusionnement. La section de transition mesure 5 m de long et passe progressivement d'une section trapézoïdale à une section rectangulaire. Le bassin de sédimentation est de 7 m de long, 4 m de large et 3,2 m de haut. Une vanne de contrôle est installée derrière le bassin de sédimentation et un dégrilleur est installé devant la salle de l'écluse. Le dégrilleur est incliné à 80 °, avec des barres de grille espacées de 10 cm. Il a la même largeur et hauteur que la salle de l'écluse correspondante. Une section de raccordement est installée derrière la vanne. Après calcul, le bassin de la section de raccordement mesure 7 m de long (5 m de long en pente et 2 m de long en horizontal) et la pente longitudinale est de 1: 2,5. La section de raccordement est reliée au mur de soutènement d'entrée du tuyau de siphon inverse.

Le tuyau sont en PCCP et légèrement enterrés avec une épaisseur de paroi de 130 mm à 240 mm. Un lit de tuyaux en béton C15 coulé est mis en place au fond avec une profondeur d'enfouissement de plus de 2 m. À partir de 0,5 m au-dessus du haut de tuyaux jusqu'au fond de la tranchée de tuyaux, de la terre avec graviers est compactée manuellement avec une densité relative $\geq 0,65$, les zones restantes sont remblayées mécaniquement avec une densité

relative $\geq 0,6$. Des blocs d'ancrage intermédiaires sont installés aux points du changement de l'axe de tuyau tous les 100 à 150 m entre deux blocs adjacents.

La section de sortie mesure 12 m de long et est en béton C25. Elle est composée d'un bassin d'absorption, une section de salle de l'écluse et une section de transition. Le bassin d'absorption est de 7 m de long et le coefficient de pente longitudinale est de 1: 2,5. La vanne de contrôle est placée derrière le bassin. Derrière la vanne, il y a une section de transition de sortie d'une longueur de 5 m, qui passe d'un rectangle à un trapèze.

6.3.9 Station de pompage de suralimentation

Le canal secondaire ZAL6-4 est équipé d'une station de pompage pour la suralimentation. 4 pompes centrifuges sont installées (1 en réserve). Le débit de conception total est de 3.674 m³/s, la hauteur d'élévation (pump head) est de 18m et la capacité totale installée est de 2000 kw. La station de pompage est principalement composée de canal de dérivation, de bassin d'entrée, de salle de pompage principale, de site d'installation, d'usine auxiliaire, de tuyaux en acier de sortie, de bassin de sortie, etc.

6.3.10 Autres

(1) Ouvrage de drainage

Lorsque la cote du bassin versant est inférieure à celle de la digue de canal, un ponceau de ruisseau en béton préfabriqué est configuré pour évacuer les crues du canal. 118 ponceaux seront aménagés dans les zones d'irrigation, dont 105 dans la région Ouest I et 13 dans la région Ouest II. Le diamètre des ponceaux de ruisseaux est défini à 1200 DN, et peut répondre aux crues d'un débit de 1,5 m³/s. Un ponceau de ruisseau est composé d'une section transitoire d'entrée, de corps de tuyaux et d'une section transitoire de sortie.

(2) Ponts et ponceaux

Des ponts de travail, des ponts à l'usage agricole et des ponts pour piétons seront installés dans les tronçons où le canal traverse la route dans les zones d'irrigation. La traversée de route est réalisée sous forme de ponceaux à tuyau circulaire, avec 100 ponceaux à tuyaux aménagés au total. Le ponceau adopte un tuyau PCCP d'un diamètre de 2,4 m et d'une épaisseur de 160

mm. Un lit de tuyaux en béton C15 coulé est mis en place sur toute la section de ponceau à tuyau.

6.3.11 Jardin agricole de démonstration

Les jardins agricoles de démonstration A et B seront mis en place dans l'Ouest II, tous avec une superficie de 100 ha, utilisant l'irrigation goutte à goutte. Le jardin A est conçu pour la culture d'arachides et d'autres cultures économiques, et le jardin B est conçu pour la plantation d'arbres fruitiers. Les jardins agricoles de démonstration de 50 ha seront mis en place dans l'Ouest I.

Les jardins de démonstration A et B se compose de deux zones (1000 m de long et 500 m de large). Chaque zone est équipée d'un tuyau principal en PVC de DN200/DN160 et de 5 tuyaux secondaires en PVC de DN160/DN110 avec une distance de 200 m entre ceux-ci. Chaque tuyau secondaire est équipé de 5 paires de tuyaux de branche de DN75PE avec une distance de 100 m entre eux. Plusieurs tubes capillaires de DN16PE sont disposés sur chaque tuyau de branche et avec des trous d'égouttement. La distance entre les tubes capillaires et la distance entre les trous d'égouttement sont différentes en fonction des cultures. Pour le jardin A, l'espacement des tubes capillaires est de 0,6 m, et celui des trous d'égouttement est de 0,3 m. Chaque tuyau de branche dispose de 168 paires de tubes capillaires dont chacun mesure 49 m de long. Pour le jardin B, l'espacement des tubes capillaires est de 2 m, celui des trous d'égouttement est de 2 m. Chaque tuyau de branche dispose de 51 paires de tubes capillaires dont chacun mesure 49 m de long.

6.3.12 Conception de la ferme piscicole

La ferme piscicole est excavée en forme de prisme quadrangulaire. Le coefficient de pente de l'excavation est de 1: 3. Le fond du prisme est de 100 m (longueur) * 50 m (largeur), la hauteur du prisme est de 2,5 m et la profondeur de réserve d'eau est de 1,5 m à 2 m.

6.3.13 Embarcadères

Au total, 10 embarcadères seront aménagés, dont 6 sont situés sur le lac de Guiers et le canal de Bas Ferlo, et 4 sur les canaux d'irrigation principaux. La barque motorisée est prise comme type de bateau représentatif de la conception. Les embarcadères du lac de Guiers et du bas

Ferlo sont d'une structure du quai flottant, et l'embarcadère de Mboula-Dahra est d'une structure du quai en pente.

7 Génie électrique et mécanique et Structures métalliques

7.1 Machine hydraulique

Le projet comprend deux stations de pompage, soit PL1 et PL2. La station de pompage PL1 a un débit de conception de $16.06 \text{ m}^3/\text{s}$ avec 14 pompes centrifuges horizontales à double aspiration de simple étage (dont 2 en réserve); La station de pompage PL2 est conçue avec un débit de $7.75 \text{ m}^3/\text{s}$ et 6 pompes centrifuges horizontales à double aspiration de simple étage (dont 1 en réserve).

Une vanne est placée sur le tuyau d'entrée d'eau de chaque pompe, et deux vannes sont placées sur le tuyau de sortie. La première vanne sur le tuyau de sortie est une vanne de service dont le type est la vanne de commande multifonctionnelle du pompage. La deuxième vanne est la vanne de contrôle pour l'unité de pompage et la vanne de commande multifonctionnelle, et le type est la vanne hémisphérique excentrique à commande liquide.

7.2 Génie électrique

Les équipements électromécaniques principaux conçus pour ce rapport sont les treuils de l'écluse, les vannes de commande, les unités de pompes à eau etc.

(1) Génie électrique primaire

Le niveau de charge d'alimentation des stations de pompage PL1 et PL2 à la tête du canal peut être classé au grade 2 en fonction de la capacité unitaire et de la position dans le système de distribution d'eau; le niveau de charge des vannes différentes est de grade 3.

Les stations de pompage sont connectées à la ligne spéciale initiale à double circuit du système électrique et les points d'alimentation sont situés à la centrale photovoltaïque entre les stations de pompage PL1 et PL2. L'écluse Richard Toll et l'écluse KMS seront connectées au réseau de distribution électrique spécifique du projet, avec une tension de 30kV.

Le raccordement en section de bus simple est essentiellement sélectionné comme le câblage électrique principal pour le système de 30kV de la station de pompage; le système de 10kV et le système électrique de la station de 0,4 kV sont également câblés en section de bus simple.

L'écluse Richard Toll et l'écluse KMS sont connectées au réseau d'électricité local avec des lignes de 30 kV et le réseau de 30 kV est câblé par une variante de câble; le côté de tension basse est de 0,4 kV et est câblé par un bus simple.

Chaque station de pompage est équipée de deux transformateurs principaux, qui utilisent les transformateurs triphasés immergés dans l'huile, les transformateurs à double enroulement, les transformateurs à tension variable sous charge et les transformateurs à dépression en cuivre. Ces transformateurs sont en réserve alternativement. Le démarreur progressif d'état solide est essentiellement choisi en tant que méthode de démarrage de l'unité de pompes à eau. Le treuil de l'écluse est démarré de manière directe. En termes de moteur électrique, il s'agit d'un moteur synchrone et d'un moteur asynchrone, et la tension nominale du moteur est de 10 kV.

Le dispositif de compensation de l'énergie réactive de la station de pompage prévoit d'adopter la méthode de compensation centralisée du groupe de condensateurs.

(2) Contrôle, protection et communication interne de la station

Chaque station de pompage et station de vanne est équipée d'un système de surveillance informatique et d'un système de communication.

Chaque ligne d'aménée de 30kV est équipée d'un dispositif de protection et de surveillance.

Chaque transformateur principal est équipé d'un dispositif de prospection de transformateur.

Chaque station de pompage est équipée d'un système d'alimentation en courant continu.

Chaque station de pompage est équipée d'un système de surveillance d'images.

7.3 Structure métallique

La structure métallique de ce projet est principalement composée d'une partie de la zone d'irrigation, d'une partie de l'écluse et d'une partie de la station de pompage.

La zone d'irrigation se compose essentiellement du canal L et du canal M, dont la structure métallique comprend la vanne de répartition, la vanne de contrôle, la vanne de retour d'eau et le treuil de l'écluse, soit 42 vannes et treuils au total. Compte tenu de la petite taille des orifices et de la faible tête d'eau con que, toutes les vannes de la zone d'irrigation sont en fonte et avec les treuils à vis à usage manuel et électrique.

La partie des écluses comprennent principalement l'écluse Keur-Idy, l'écluse Syer, l'écluse KMS et l'écluse Richard Toll. L'écluse Keur-Idy, l'écluse Syer, l'écluse KMS sont toutes équipées de vanne de contrôle et de vanne de service, soit 21 vannes et treuil au total. Comme l'écluse Richard Toll est une écluse existante, dont le principal contenu est de remplacer 8 treuils à vis manuels avec des treuils à vis à usage manuel et électrique.

La station de pompage PL1 a 14 unités, sa structure métallique comprend principalement des dégrilleurs d'entrée et des équipements de nettoyage, des vannes de contrôle et des équipements de treuil, et des tuyaux de raccordement et des conduites d'eau en acier à l'entrée et à la sortie de la station de pompage; la station de pompage PL2 dispose de 6 unités, sa structure métallique comprend principalement des dégrilleurs d'entrée et des équipements de nettoyage, des vannes de contrôle et des équipements de treuil, ainsi que des tuyaux de raccordement et des conduites d'eau en acier à l'entrée et à la sortie de la station de pompage.

8 Centrale électrique

La station de pompage de ce projet prévoit de construire un système à micro-réseau de photovoltaïque-diesel avec stockage d'énergie pour alimenter les équipements de station de pompage.

L'échelle de la centrale électrique photovoltaïque est de 40,509 MWp/ 34 MWac, il est prévu d'utiliser des composants de 450 Wp, une boîte d'onduleur intégré de 6800 kW. Pour la production d'électricité diesel, il est proposé de mettre en place 11 générateurs diesel légers d'une puissance de 1,6 MW en charge normale (1,8 MW en réserve d'urgence (EPS) avec une capacité de 2250 kVA). Quant au stockage d'énergie, il est prévu d'utiliser 2 onduleurs de 1MW avec un accumulateur pour le stockage d'énergie de 33 MWh.

La partie photovoltaïque prévoit d'adopter une fondation de battage de pieux et le soutènement est un soutènement fixe intégré. Pour la fondation de la plateforme de transformateur à boîte, il est prévu d'utiliser de pieux de tubes en béton armé précontraint. Le projet prévoit la construction d'une nouvelle centrale électrique avec un bâtiment complexe de production, une salle pour les installations de distribution de 30 kV, deux chambres pour les générateurs diesel, des conteneurs de stockage d'énergie, une salle de pompage d'eau et une salle SVG.

8.1 Génie électrique primaire

La centrale électrique photovoltaïque est divisée en 5 unités de production, avec 8.1018 MWp comme une unité de production PV, chaque unité de production PV se compose de 18004 pièces de composants PV de 450 Wp, tous les 28 composants constituent une chaîne, au total 643 chaînes. Après avoir été raccordé au collecteur à courant continu, la centrale photovoltaïque est connectée à une boîte d'onduleur intégré. Chacune matrice carrée est équipée d'une boîte d'onduleur intégré de 6800 kW.

Les lignes de captage électrique sont directement enterrées par option de câble, et les lignes de captage électrique sur le terrain sont conçues avec un réducteur pour réduire le coût.

Une nouvelle centrale de commutation est construite dans ce projet, qui intègre le photovoltaïque, le stockage d'énergie et le générateur diesel pour une régulation unifiée. Le câblage principal à moyenne tension de la centrale de commutation est câblé en section de bus simple, le photovoltaïque, le stockage d'énergie et le générateur diesel sont respectivement reliés à deux bus à moyenne tension, chaque bus débouche sur une ligne de sortie vers PL1 et PL2, ce qui garantit une alimentation de deux circuits pour chaque station de pompage et améliore la fiabilité de l'alimentation de la station de pompage.

Ce projet utilise des armoires de commande centrales, isolées à l'air, et des armoires de disjoncteurs à vide. 22 armoires de switch sont installées au total dans ce projet et sont disposées sur deux côtés dans la salle de distribution. Il y a 10 intervalles sur chaque section de bus à moyenne tension, dont 1 pour les lignes de captage électrique, 1 pour le stockage d'énergie, 2 pour le générateur diesel, 1 pour les bus PT, 1 pour la consommation d'électricité à la station, 1 pour les SVG, 1 pour les bus, 1 pour les sorties de ligne PL1 et 1 pour les sorties de ligne PL2.

8.2 Génie électrique secondaire

(1) Système de surveillance

Après traitement par le dispositif terminal de commande à distance du micro-ordinateur RTU de ce transformateur de suralimentation, l'état de fonctionnement de la centrale électrique à micro-réseau est ensuite transmis au système informatique de l'autorité d'alimentation électrique de niveau supérieur via le canal de commande à distance et affiché sur le moniteur CRT et le pseudo-écran du système. Il peut également être imprimé pour que le personnel de garde puisse surveiller et s'informer à tout moment et puis traiter en conséquence.

(2) Protection du relais

Les équipements électriques de la station de commutation à micro-réseau sont protégés par micro-ordinateur. La protection du relais des lignes de 30 kV, de la mise à la terre et du dévolteur, de la SVG, des générateurs diesel et des équipements de stockage d'énergie, etc., est conforme aux prescriptions d'IEC et des codes locaux. Il vise à réaliser une surveillance

complète sur les équipements du système à micro-réseau.

(3) Système de communication

Il est proposé d'adopter un système de commutation numérique à commande par programme qui combine les fonctions d'administration et de régulation. Le système de commutation à commande par programme pourrait non seulement répondre aux exigences de la régulation de la production et de la communication administrative dans la centrale électrique, mais aussi réaliser également le réseau de communication avec les centres de télécommande.

9 Conception de l'organisation de construction

9.1 Sélection de la source de matériaux

1) Sable et gravier

Ce projet nécessite environ 805 200 m³ de granulats de béton, 93 800 m³ de sable et de gravier, 639 900 m³ de coussin de sable grossier et de gravier et 283 700 m³ de maçonnerie en pierre. En résumé un total de 1822 600 m³ de sable et de gravier est nécessaire pour ce projet.

Étant donné qu'il n'y a pas de pierre qualifiée à proximité de la zone du projet et que les sources de sable éolien ou aquifère sont principalement du sable moyen-fin et du sable fin, il est recommandé que tous les matériaux de sable et de gravier soient achetés à la cour de roche volcanique dure de Thiès dans cette phase.

2) Matériaux de remblai

La quantité totale de remblais de terres dans ce projet est d'environ 6577 600 m³ (carré compacté), soit 7585 100 m³ de carré naturel, dont 6015 200 m³ sont des matériaux excavés (carré naturel), et le reste est extrait dans des parcs de matériaux à proximité. La quantité d'extraction nécessaire est d'environ 1569 900 m³.

9.2 Dérivation et coupure du cours d'eau pour l'exécution des travaux

Le niveau de la structure de dérivation est de 4, et la norme d'inondation est que l'inondation se produit une fois tous les 10 ans pendant la période de construction.

L'écluse KMS et l'écluse Keur-Idy sont protégées par des batardeaux en terre et roche qui forment des fosses de fondation pour la construction d'écluses. La cote du haut du batardeau en terre et roche est de 4 m, la largeur du haut est de 6 m, le rapport de la pente du côté face à l'eau est de 1: 3,0, le rapport de la pente du côté arrière de l'eau est de 1: 2,5, la hauteur du batardeau est d'environ 6 m et la longueur du batardeau est d'environ 150 m et 30 m respectivement. Le batardeau sera enlevé une fois la construction de l'écluse terminée.

Le batardeau de crête enterre réservé est utilisé pour la construction de rétention d'eau de

l'écluse Syer, et la cote de la crête du batardeau mesure 4 m de haut et 6 m de largeur. Une fois la construction de l'écluse terminée, le batardeau de crête de terre sera enlevé

9.3 Façon de construction principale

Le contenu de construction principal de ce projet comprend l'excavation de la terre, le dragage de la terre, le remblayage de la terre, le coulage du béton, l'installation de la structure métallique, etc.

Le terrassement est excavé et chargé avec des excavatrices, et transporté par des camions à benne basculante.

Le terrassement du marigot de la Taouey est dragué par des dragues suceuses à désagrégateur et transporté par conduite de boue jusqu'à la décharge de boue. Le dragage du fleuve Ferlo devrait être effectué sur la terre ferme pendant la saison sèche. Des excavatrices sont utilisées pour l'excavation et le chargement, et des camions à benne basculante sont utilisés pour le transport.

Tout le terrassement pour le remplissage vient des matériaux utilisables excavés par d'autres ouvrages. Après avoir été transportés sur le site par un camion à benne basculante de 10-15t, le terrassement sera étalé et nivelé par des bulldozers, et le rouleau à surface lisse est complété par un pilon de type grenouille pour le compactage.

Le béton de gros volume tel que la plaque de fond en béton est coulé dans l'entrepôt par une goulotte, et le béton dans d'autres parties est versé dans l'entrepôt par une pompe à béton. Le coffrage et les barres d'acier sont hissés par un camion de 10 t.

La structure métallique comprend principalement des vannes de contrôle, des vannes de travail, des treuils et des palans électriques. Le poids maximum d'une seule pièce du treuil de l'écluse et du palan électrique est de 8 t. La grue de voiture est utilisée pour le hissage et les vannes sont installées avec leur propre équipement de treuil

9.4 Trafic de la construction

En partant de la capitale Dakar, la zone du projet est accessible via l'autoroute A1, les

autoroutes nationales N2 et N3. En outre, plusieurs autoroutes au niveau inférieur de la route nationale traversent la zone du projet. Les conditions de circulation externe de ce projet sont bonnes et il répond aux exigences d'entrée de gros matériaux et d'articles majeurs.

Ce projet nécessite un total d'environ 10 km de routes de construction sur le site, et environ 5 km de routes existantes à reconstruire et à agrandir, y compris principalement les routes de raccordement à l'intérieur et à l'extérieur du site, des routes de construction sous les fosses de fondation et des routes de construction reliant les fosses de fondation, temporaires espaces de production et de vie, etc. La chaussée de la route de construction sur le site a une largeur de 6,0 m, toutes en ciment.

9.5 Disposition générale de la construction

Des installations temporaires pour la construction de fleuves et de canaux devraient être aménagés le long de la ligne, et des installations temporaires pour la construction de stations de pompage et de centrales électriques sont disposées de manière centralisée.

9.6 Calendrier total de la construction

Le calendrier de la construction est divisé en quatre phases, à savoir la période de conception du projet, la période de préparation du projet, la période de construction principale du projet et la période d'achèvement du projet. La période de conception du projet n'est pas incluse dans la période totale de construction.

Les travaux de préparation de la construction sont prévus d'être effectués de mars à octobre de la première année, soit 1 mois de la période de construction linéaire; la période de construction principale du projet est d'avril de la première année à janvier de la quatrième année, soit 34 mois de la période de construction linéaire; la période d'achèvement du projet est prévue de janvier à février de la quatrième année, soit 1 mois de la période de construction linéaire. Les derniers travaux de finition du projet sont terminés et la période totale de construction est de 36 mois.

10 Suggestions de mise en œuvre par phase

L'investissement dans la construction du projet PREFERLO est relativement considérable. Selon le plan de développement du projet, l'échelle de prélèvement d'eau actuellement autorisée et l'investissement du projet, le projet devrait être mis en œuvre en deux phases.

La portée de la phase I de mise en œuvre sont les suivants: élargir le canal Taouey, avec un débit conçu de 120 m³/s; construire l'écluse KMS avec un débit de conception de 120 m³/s; draguer le marigot de Bas Ferlo (de l'écluse KMS à Mboula) d'un linéaire d'environ 70 km et une largeur du fond 15 m; construire la station de pompage PL1 près de Mboula, dont le débit de conception est de 16,06 m³/s, avec 14 unités installées. La construction civile de la station de pompage PL1 sera réalisée en une seule fois conformément à l'échelle de conception globale, avec 4 unités installées dans la phase I (dont 1 unité en réserve) et la construction du tuyau de sortie en acier correspondant; 4 générateurs diesel seront mis en place pour alimenter la station de pompage; 41,89 km de canal d'irrigation principal L sera construit près de la station de pompage PL1, 57,3 km de canaux d'irrigation secondaires L seront construits et des bâtiments tels que des réservoirs, des vannes, des ponts de circulation et des ponceaux de drainage seront construits en correspondance; Une ferme intégrée de 50 ha sera construite le long du canal principal, en plus de 6 embarcadères.

11 Tableau des caractéristiques techniques

Le tableau des caractéristiques techniques est présent é dans le tableau 11-1.

Tableau 11-1 Tableau des caractéristiques techniques

No	Nom	Unit é	Quantit é	Note
I	Hydrologie			
1	Caract éristiques du bassin			
	Superficie de bassin du fleuve S énégal	km ²	440 000	
	Longueur du fleuve S énégal	km	1 790	
	Superficie de bassin du fleuve Ferlo	km ²	45 000	
2	Pr écipitation moyenne sur plusieurs ann ées	mm	100~300	Vall ée de Ferlo
3	Ruissellement moyen sur plusieurs ann ées	million m ³	13 000	Barrages de Diama, 1994-2016
		million m ³	16 100	Station BAKEL, 1987-2016
	Ruissellement annuel maximum	million m ³	19 690	Barrages de Diama, 2012
		million m ³	26 600	Station BAKEL, 2012
	Ruissellement annuel minimum	million m ³	6960	Station BAKEL, 1990
4	S édiment			
	D écharge totale de s édiments moyenne sur plusieurs ann ées	mille t	500~1000	Fleuve S énégal
	D écharge totale de s édiments moyenne sur plusieurs ann ées	mille t	28,5	Vers lac du Guiers
II	Échelle de projet			
1	Lac de Guiers			
	Niveau d'eau maximal	m	3,0	
	Niveau d'eau minimal	m	1,5	
	Niveau de l'eau de 95% de garantie	m	1,74	
	Volume total du lac	millions m ³	951	Niveau d'eau de 3,0m
	Volume de r égulation	millions m ³	435	Niveau d'eau, 3,0m-1, 5m
2	Irrigation agricole			
	Superficie nette totale d'irrigation con çue	ha	24348	
	Approvisionnement en eau d'irrigation en l'ann ée de niveau de conception	Million m ³	376,8	Besoin brut en eau
	Superficie totale d'irrigation de phase I	ha	3109	
	Taux de garantie d'irrigation	%	75	
3	Irrigation des p âturages			

No	Nom		Unité	Quantité	Note
	Superficie totale d'irrigation conçue		ha	8844	
	Approvisionnement en eau d'irrigation en l'année de niveau de conception		Million m ³	92,13	Besoin brut en eau
	Superficie totale d'irrigation de phase I		ha	2230	
4	Approvisionnement en eau des zones urbaines et rurales				
	Approvisionnement en eau en l'année de niveau de conception		Million m ³	11,71	Besoin brut en eau
	Taux de garantie d'approvisionnement		%	95	
5	Eau pour le bétail				
	Approvisionnement en eau en l'année de niveau de conception		Million m ³	8,11	Besoin brut en eau
6	Eau pour l'aquaculture				
	Approvisionnement en eau en l'année de niveau de conception		Million m ³	6,43	Besoin brut en eau
7	Eau pour l'environnement écologique		Million m ³	38,16	
8	Débit d'eau dérivée		m ³ /s	23,81	
	Débit d'eau dérivée de Phase I		m ³ /s	6,61	
	Débit de la tête du canal principal L		m ³ /s	16,06	3.23 m ³ /s dans la Phase I
	Débit de la tête du canal principal M		m ³ /s	7,75	
9	Écluse KMS				
	Débit de conception		m ³ /s	120	
10	Station de pompage				
10.1	Débit de la station de pompage PL1		m ³ /s	16,06	
	Débit de conception de phase I		m ³ /s	3,23	
	Niveau d'eau caractéristique				
	Bassin d'entrée d'eau	Niveau d'eau conçu	m	1,31	
		Niveau d'eau maximum de fonctionnement	m	2,91	
		Niveau d'eau minimum de fonctionnement	m	0,83	
	Bassin de sortie d'eau	Niveau d'eau maximum de fonctionnement	m	37,00	
10.2	Station de pompage PL2		m ³ /s	7,75	
	Débit de conception de phase I		m ³ /s		
	Niveau d'eau caractéristique				
	Bassin d'entrée d'eau	Niveau d'eau conçu	m	1,35	
		Niveau d'eau maximum de fonctionnement	m	2,91	
		Niveau d'eau minimum de fonctionnement	m	0,90	
	Bassin de	Niveau d'eau maximum	m	44,95	

No	Nom		Unité	Quantité	Note
	sortie d'eau	de fonctionnement			
10.3	Station de pompage de suralimentation		m ³ /s	3,674	
III	Grade de projet et critère de conception				
1	Grade de projet			II	
2	Grade des constructions principales			2	
3	Capacité antisismique			6	
IV	Constructions principales				
1	Élargissement du canal de la Taouey				Mis en œuvre dans la Phase I
	Longueur		km	17	
	Cote du fond		m	-2	
	Largeur du fond		m	48	
	Talus			1: 2	
2	Rehaussement et Renforcement des digues autour du lac de Guiers				
	Longueur		m	30900	
	Cote de la crête de digue		m	4	
	Largeur de la crête de digue		m	5/6	
	Talus intérieur	Pente		1: 3	
		Type de revêtement de talus		Revêtement de maçonnerie en pierre/ Revêtement de gazon	
	Talus extérieur	Pente		1: 3	
		Type de revêtement de talus		Revêtement de gazon	
3	Écluse KMS				Mis en œuvre dans la Phase I
	Droit de conception		m	120	
	Nombre de trous		Objet	12	
	Dimension des trous		m	1,4×3,0	
	Cote du seuil de fond		m	-1,0	
	Cote de la crête de l'écluse		m	4,0	
4	Dragage du marigot Ferlo en amont de l'écluse KMS				Mis en œuvre dans la Phase I
	Longueur		km	70	
	Cote du fond		m	-2	
	Largeur du fond		m	15	
	Talus			1: 5	

No	Nom	Unit é	Quantit é	Note
5	Station de pompage			
5.1	Station de pompage PL1			
	Nombre d'unit és		14	Dont 2 sets en r éserve, 4 sets install és pour la phase I
	Type de station de pompage			
	Cote centrale des conduits d'admission d'eau	m	-2,55	
	Cote centrale des conduits de sortie d'eau	m	-2,45	
	Cote de planche de fond	m	-3,55	
	Dimension de la salle des pompes	m	106×14,6	
	Longueur des conduits d'eau	m	6×2410	2 conduites pour la phase I
	Diam ètre des conduits d'eau	m	1,6	
5.2	Station de pompage PL2			
	Nombre d'unit és		6	Dont 1 set en r éserve
	Type de station de pompage			
	Cote centrale des conduits d'admission d'eau	m	-2,55	
	Cote centrale des conduits de sortie d'eau	m	-2,4	
	Cote de planche de fond	m	-3,55	
	Dimension de la salle des pompes	m	41,5×15,5	
	Longueur des conduits en acier de l'eau	m	3×4000	
	Diam ètre des conduits d'eau en acier	m	1,6	
6	Constructions de syst ème de r éseau de canaux			
6.1	R égion Ouest I			
6.1.1	Canal principal L			
	Longueur du canal principal L	km	108,25	41,89 km pour la phase I
	Largeur du fond du canal principal L	m	2~6	Largeur du fond de 6m pour la phase I
	Talus int érieur du canal principal L (coupe transversale du trap èze)	-	1: 2	
6.1.2	Canal secondaire			
	Longueur	km	194,24	57,3 km pour la phase I
	Largeur du fond	m	1~4	Largeur du fond de 1m pour la phase I
	Talus int érieur (coupe transversale du trap èze)	-	1: 2	
6.1.3	R éservoir		4	3 sets pour la phase I
6.1.4	Écluse de r épartition		21	12 sets pour la phase I
6.1.5	Écluse de r égulation		1	0 sets pour la phase I

No	Nom	Unité	Quantité	Note
6.1.6	Écluse de retour d'eau		12	6 sets pour la phase I
6.1.7	Vanne de construction		2	0 sets pour la phase I
6.1.8	Siphon inverse		2	
(1)	Siphon inverse du canal secondaire ZPL4-1			
	Longueur	m	6000	
	Diamètre	m	1,6	Débit de conception de 1,107m ³ /s
(2)	Siphon inverse du canal secondaire ZPL6-4			
	Longueur	m	5120	
	Diamètre	m	2,2	Débit de conception de 3,674m ³ /s
6.1.9	Station de pompage de suralimentation		1	
6.1.10	Ponceau		105	36 pour la phase I
6.1.11	Pont de circulation		80	36 pour la phase I
6.2	Région Ouest II			
6.2.1	Canal principal M			
	Longueur du canal principal M	km	41,12	
	Largeur du fond du canal principal M	m	2~2,5	
	Talus intérieur (coupe transversale du trapèze)	-	1: 2	
6.2.2	Canal secondaire			
	Longueur	km	48,02	
	Largeur du fond	m	1~2	
	Talus intérieur	-	1: 2	
6.2.3	Réservoir		1	
6.2.4	Vanne de répartition		4	
6.2.5	Vanne de contrôle		2	
6.2.6	Vanne de retour d'eau		4	
6.2.7	Siphon inverse		1	
	Longueur	m	4300	
	Diamètre	m	2,4	Débit de conception de 4,37m ³ /s
6.2.9	Ponceau		13	
6.2.10	Pont de circulation		20	

No	Nom	Unit é	Quantit é	Note
7	Équipements électricité et mécanique principaux			
7.1	Station de pompage PL1			
	Nombre de pompes à eau	Set	14	12 en service et 2 en réserve, 3 en service et 1 en réserve pour la phase I
	Type		Pompe centrifuge horizontale mono-étage à double aspiration	
	Capacité unitaire	kW	900	
7.2	Station de pompage PL2			
	Nombre de pompes à eau	Set	6	5 en service et 1 en réserve
	Type		Pompe centrifuge horizontale mono-étage à double aspiration	
	Capacité unitaire	kW	900	
7.3	Station de pompage de suralimentation			
	Nombre de pompes à eau	Set	4	3 en service et 1 en réserve
	Type		Pompe centrifuge	
	Capacité unitaire	kW	500	
8	Centrale photovoltaïque			
8.1	Capacité installée			
	Capacité installée photovoltaïque	MWp	40,509	34 MWac
	Capacité de stockage	MWh	33	
8.2	Centrale de commutation			
			Centrale de commutation à micro-réseau de 30kV	
8.3	Moteur diesel			
		Capacité	1600 (Prime power)	
		Set	11	4 unités pour la Phase I
9	Ligne de transmission			
	Tension	kV	30	
	Nombre de circuit	Circuit	Circuit double	
	Distance de transmission	km	9,8	
10	Autres			
	Embarcadères		10	
	Jardin agricole de démonstration	ha	2*100 ha (l'Ouest II) + 50ha (L'Ouest I)	1 pour la Phase I avec superficie de 50 ha
	Ferme piscicole de démonstration	ha	0,5	

No	Nom	Unité	Quantité	Note
	Bâtiment de service	Set	1	Superficie 6000m ²
V	Exécution des travaux Construction			
1	Nombre des ouvrages principaux			
	Excavation de terrassement	mille m ³	11 706,8	Y compris enlèvement du batardeau
	Dragage de terrassement	mille m ³	4880,5	
	Excavation de pierre	mille m ³	845,6	
	Béton	mille m ³	659,9	
	Ferraillage	t	4467	
2	Dérivation			
	Type de dérivation		Dérivation par phase	
	Critère de dérivation	%	10	
	Hauteur maximale du batardeau	m	6	
3	Durée de la construction	Mois		
	Durée totale	Mois	36	