



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**

Vol.II: Rapport principal



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.

Mars 2021

Volume I: Résumé analytique

Volume II: Rapport principal

Volume III: Estimation de l'investissement du projet

Volume IV: Évaluation économique

Volume V: Atlas

Volume VI: Annexes

Annexe A: Résultats des levés topographiques

Annexe B: Données hydrologiques

Annexe C: Résultats des reconnaissances géotechniques

Sommaire

1	Généralité.....	6
1.1	Généralité.....	6
1.2	Contexte du projet.....	7
1.3	Objectifs et portée du projet.....	10
1.4	Résultats principaux.....	11
2	Aperçu du projet.....	13
2.1	Localisation du projet.....	13
2.2	Études préliminaires.....	13
2.3	Résultats principaux de cette étude.....	15
2.4	Tableau des caractéristiques techniques.....	46
3	Hydrologie.....	53
3.1	Aperçu du bassin.....	53
3.2	Aperçu de la zone de réception d'eau.....	54
3.3	Météorologique.....	56
3.4	Informations de base.....	59
3.5	Ruissellement.....	60
3.6	Niveau d'eau du Richard Toll.....	63
3.7	Inondation.....	66
3.8	Sédiment.....	67
3.9	Système automatique d'observation et de prévision de hydrologie.....	68
4	Levé techniques.....	70
4.1	Utilisation de système de coordonnées et de système géodésique.....	70
4.2	Utilisation d'équipements et de logiciels.....	70
4.3	Point de contrôle.....	70
4.4	Analyse des données.....	70
4.5	Conclusion et suggestion.....	71
5	Reconnaissances Géotechnique.....	73
5.1	Description générale.....	73
5.2	Structure géologique régionale et tremblement de terre.....	74
5.3	Conditions géologiques.....	75
5.4	Problèmes principaux géologiques du projet.....	80
5.5	Évaluation de l'effet sismique du site.....	80
5.6	Conditions géologiques du projet.....	80

5.7	Matériaux naturels.....	91
5.8	Conclusion et suggestion.....	91
6	Mission et échelle du projet.....	93
6.1	Nécessité et missions de construction	93
6.2	Prévisions de la demande en eau	104
6.3	Sélection de la source d'eau.....	125
6.4	Plan général d'aménagement	149
6.5	Échelle de canaux et de stations de pompage de prise d'eau.....	155
6.6	Analyse de la quantité d'eau et niveau d'eau caractéristique	166
6.7	Échelle du projet.....	169
7	Aménagement du projet et ouvrages	171
7.1	Documents de référence de la conception	171
7.2	Grade des ouvrages et standard	172
7.3	Aménagement général du projet	175
7.4	Ouvrages principaux	183
7.5	Surveillance de la sécurité.....	216
8	Génie Mécanique et Électrique et Structure Métallique	225
8.1	Mécanisme Hydraulique	225
8.2	Génie Électrique	233
8.3	Structure métallique	258
9	Conception de Centrale électrique.....	267
9.1	Aperçu général du projet	267
9.2	Mode d'alimentation électrique	269
9.3	Ressources solaires.....	271
9.4	Schéma de conception des travaux.....	279
9.5	Conception électrique.....	285
9.6	Travaux civils	291
10	Informatisation sur la zone d'irrigation.....	294
10.1	Système de dispatch et d'information	294
10.2	Système de communication.....	300
10.3	Tableau de quantités des travaux	302
11	Conception de l'organisation de la construction.....	306
11.1	Conditions de construction	306
11.2	Planification source matérielle	312
11.3	Déviations de construction.....	313

11.4	Construction de gros œuvre.....	314
11.5	Circulation de la construction et plan g é n é r a l de la construction.....	318
11.6	Avancement global de la construction.....	322
12	Suggestion de la mise en œuvre par phases	324
12.1	Principe et objectif de la mise en œuvre par phases	324
12.2	Contenu de la mise en œuvre à chaque phase	326
13	Conclusion et suggestion.....	332

Table de matières des figures

Figure 1.1-1	Carte de localisation du S é n é gal	7
Figure 1.2-1	Document original d'autorisation de pr é l è v e m e n t d'eau du projet du canal Cayor de 26 m ³ /s (D é c i s i o n 0255 / C M / N / 38 ^e / S O).....	9
Figure 1.2-2	Carte de localisation du Ferlo.....	10
Figure 2.3-1	Am é n a g e m e n t du projet	22
Figure 2.3-2	Am é n a g e m e n t des ouvrages de connexion du r é s e a u d'eau du lac de Guiers pour le P R E F E R L O.....	24
Figure 2.3-3	Am é n a g e m e n t des ouvrages d'approvisionnement en eau d'irrigation pour le P R E F E R L O.....	24
Figure 2.3-4	Coupe typique de l'expansion du Canal de la Taouey.....	25
Figure 2.3-5	Coupe typique de la conception de rehaussement des digues sur les rives du lac de Guiers.....	25
Figure 2.3-6	Plan du dragage du Ferlo	27
Figure 2.3-7	Coupe typique du projet de dragage	27
Figure 2.3-8	Plan d'am é n a g e m e n t des canaux principaux et secondaires dans l'Ouest I.....	32
Figure 2.3-9	Plan d'am é n a g e m e n t des canaux dans la zone Ouest II	35
Figure 3.1-1	Vue d'ensemble du bassin du fleuve S é n é gal	54
Figure 3.2-1	Sch é m a de la localisation du projet.....	55
Figure 3.4-1	Carte de r é p a r t i t i o n des bassins fluviaux et des stations de mesure	60
Figure 3.5-1	Courbe de fr é q u e n c e annuelle de ruissellement à la station de Bakel sur le fleuve S é n é gal.....	61
Figure 3.5-2	Sch é m a de d é c h a r g e des eaux du barrage de Diama au fil des ans.....	62
Figure 3.5-3	Processus de d é b i t de d é c h a r g e du barrage de Manantali pendant la p é r i o d e d'exploitation de 1988 à 2011	63
Figure 3.6-1	L'évolution des niveaux d'eau moyens en amont et en aval de l'écluse Richard-Toll au fil des ans.....	66
Figure 3.7-1	Carte de r é p a r t i t i o n des pr é c i p i t a t i o n s du bassin du fleuve S é n é gal	67
Figure 5.1-1	Localisation du projet P R E F E R L O	74
Figure 6.1-1	Photos de l'état actuel de la vall é e de Ferlo	93
Figure 6.1-2	R é p a r t i t i o n des terres agricoles actuelles au Ferlo	94
Figure 6.1-3	Photos de l'état actuel de des sites de l'élevage à Ferlo	94
Figure 6.1-4	Situation de la r é p a r t i t i o n des sites d' é v e a g e à Ferlo.....	95
Figure 6.1-5	R é s u l t a t s de l' é t u d e sur la cultivabilit é du sol pr è s de la vall é e du Ferlo.....	96

Figure 6.1-6	Consommation d'eau actuelle humaine et du b étail dans la r égion	102
Figure 6.1-7	D éterioration de l'environnement écologique dans la r égion du Ferlo.....	103
Figure 6.2-1	Port ée de la zone de planification	105
Figure 6.2-2	Sch éma de la port ée d'approvisionnement en eau.....	106
Figure 6.2-3	Sch éma de disposition de la zone d'irrigation et de p âturage dans la zone d'étude	111
Figure 6.2-4	Analyse du taux d'irrigation de conception dans la zone du projet	120
Figure 6.3-1	Sch éma de la localisation du projet (le bloc de couleur sur la figure est la localisation de la zone d'irrigation propos ée).....	126
Figure 6.3-2	Ruissellement annuel à la station de Bakel.....	127
Figure 6.3-3	Ruissellement mensuel et ruissellement maximum et minimum à la station de Bakel	128
Figure 6.3-4	Sch éma de principe des barrages construits et prévus sur le fleuve S énégal.....	131
Figure 6.3-5	Ruissellement annuel de la station de Bakel, du barrage de Diama et de la station de Matam.....	134
Figure 6.3-6	Relation entre le ruissellement mensuel à la station de Bakel et l'eau de d écharge au barrage de Diama	134
Figure 6.3-7	Relation entre le d ébit mensuel de la station de Bakel et le d ébit de d écharge mensuel du barrage de Diama (2003-2016).....	135
Figure 6.3-8	Carte de profondeur du lac	136
Figure 6.3-9	Courbe niveau d'eau-surface-volume du lac de Guiers.....	138
Figure 6.3-10	Relation entre le cours d'eau principal du fleuve S énégal et le r éseau du lac de Guiers.....	138
Figure 6.3-11	Processus de mesure du niveau d'eau à la station Ngnith	140
Figure 6.3-12	Niveau d'eau à l'int érieur et à l'ext érieur de l' écluse Richard Toll	140
Figure 6.3-13	Processus de variation de transparence du lac de Guiers (2008-2010).....	141
Figure 6.3-14	Processus de variation de la concentration de chlorure dans le lac de Guiers (2008-2010).....	142
Figure 6.3-15	Processus de variation du phosphore total et de l'azote total dans le lac de Guiers (2008-2010).....	142
Figure 6.3-16	Processus de variation d'azote ammoniacal, d'azote nitrique et de pH du lac de Guiers (2008-2010).....	143
Figure 6.3-17	Processus de variation de la chlorophylle a à la station Ngnith du lac de Guiers (2016 et 2017)	144
Figure 6.3-18	Processus de variation de pH à la station Ngnith du lac de Guiers	144
Figure 6.3-19	Processus de variation de l'OD à la station Ngnith du lac de Guiers	145

Figure 6.3-20	Processus de variation de l'azote ammoniacal à la station Ngnith du lac de Guiers (2016 et 2017)	145
Figure 6.3-21	Nappes aquifères dans diverses régions du Sénégal	146
Figure 6.3-22	Coupe hydrogéologique du Sénégal	146
Figure 6.3-23	Densité de forage dans la région du Ferlo	147
Figure 6.4-1	Schéma de principe de la disposition de la source d'eau à la zone du projet de l'option 0.....	150
Figure 6.4-2	Schéma de la disposition de l'écluse KMS jusqu'à la zone du projet dans l'option 1	151
Figure 6.4-3	Schéma de principe de la disposition depuis le dessus de l'écluse KMS jusqu'à la zone du projet pour l'option 2	152
Figure 6.4-4	Schéma de principe de la disposition depuis le dessus de l'écluse KMS jusqu'à la zone du projet pour l'option 3	153
Figure 6.4-5	Répartition de l'altitude au fond du Ferlo	154
Figure 6.4-6	Schéma de principe de la dispositions de l'option 4	155
Figure 6.5-1	Plan général d'aménagement des canaux.....	157
Figure 6.5-2	Diagramme généralisé de l'adduction et de la distribution de l'eau dans la zone Ouest (I)	158
Figure 6.5-3	Diagramme généralisé de l'adduction et de la distribution de l'eau dans la zone Ouest (II)	159
Figure 6.6-1	Emplacement des écluses de ponceaux Keur-Idy et Syer proposés.....	169
Figure 6.7-1	Plan d'aménagement du projet	170
Figure 7.3-1	Aménagement des ouvrages de connexion du réseau d'eau du lac de Guiers	176
Figure 7.3-2	Aménagement des ouvrages d'approvisionnement en eau d'irrigation dans les zones Ouest	177
Figure 7.3-3	Plan d'aménagement des canaux principaux et secondaires de l'ouest I.....	180
Figure 7.3-4	Plan d'aménagement des canaux principaux et secondaires de l'ouest II.....	181
Figure 7.4-1	Section typique de l'expansion du canal Taouey	183
Figure 7.4-2	Situation actuelle de digues du lac Guiers	184
Figure 7.4-3	Coupe typique de la conception de rehaussement des digues sur les rives du lac Guiers.....	186
Figure 7.4-4	Plan de dragage du marigot Ferlo	188
Figure 7.4-5	Section typique de l'ouvrage de dragage.....	189
Figure 7.4-6	Sections transversales typiques de canal principal.....	201
Figure 7.4-7	Sections typiques des vannes à simple trou et à double trou	207

Figure 7.4-8	Section transitoire de sortie du ponceau de ruisseaux de montage (grandeur en cm et diamètre de tuyau en mm)	211
Figure 7.4-9	Dimension de la section transversale du ponceau de ruisseaux de montagne (grandeur en cm et diamètre de tuyau en mm)	211
Schéma 8.2-1	Solution 1	237
Schéma 8.2-2	Solution 2	237
Figure 9.1-1	Carte de localisation.....	268
Figure 9.2-1	Alimentation électrique autour des travaux et schéma de la ligne de transmission de 225kV	269
Figure 9.3-1	Répartition du rayonnement solaire total dans le monde (Unité kWh/m ²).....	271
Figure 9.3-2	Répartition du rayonnement solaire total au Sénégal (Unité kWh/m ²).....	272
Figure 9.3-3	Figure des variations mensuelles de la quantité totale de rayonnement dans le plan horizontal solaire	276
Figure 9.3-4	Variations saisonnières du rayonnement total	277
Figure 9.3-5	Variations saisonnières du rayonnement diffusé.....	277
Figure 9.3-6	Variations saisonnières du rayonnement direct	278
Figure 9.4-1	Position de micro-réseau photovoltaïque de stockage avec générateur diesel	280
Figure 9.4-2	Structure de micro-réseau de production photovoltaïque-diesel avec stockage d'énergie	281
Figure 9.5-1	Parcours de lignes de sortie	288
Figure 10.1-1	La structure générale du Système de dispatch.....	299
Figure 12.2-1	Le dessin généralisé de la distribution de l'eau dans la région Ouest I pour Phase I	331

Table de matières des tableaux

Tableau 2.3-1	Synthèse des prévisions de besoins en eau.....	19
Tableau 2.3-2	Eléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de l'Ouest I.....	33
Tableau 2.3-3	Eléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de l'Ouest II.....	36
Tableau 2.3-4	Paramètres caractéristiques du réservoir.....	37
Tableau 2.3-5	Statistiques du Siphon inverse des canaux secondaires.....	37
Tableau 2.4-1	Tableau des caractéristiques techniques.....	46
Tableau 3.3-1	Valeurs caractéristiques des éléments météorologiques à la station météorologique de Louga au Sénégal.....	58
Tableau 3.5-1	Résultats du débit moyen pluriannuel de la station hydrologique de Bakel.....	60
Tableau 3.5-2	Résultats du calcul de la fréquence annuelle de ruissellement à la station Bakel.....	61
Tableau 3.5-3	Valeur caractéristique du volume de décharge moyen mensuel du barrage de Diama.....	62
Tableau 3.5-4	Le volume et le débit de décharge mensuel 2003-2019.....	63
Tableau 3.6-1	Niveaux d'eau moyen mensuel de l'éluse Richard-Roll.....	65
Tableau 3.8-1	Tableau des résultats de la granulométrie des sédiments dans le lac de Guiers....	68
Tableau 5.3-1	Tableau des valeurs suggérées des caractéristiques principales physiques et mécaniques du sol.....	79
Tableau 5.3-2	Valeurs recommandées des indices physiques et mécaniques de la masse rocheuse.....	79
Tableau 5.3-3	Tableau des valeurs recommandées pour l'excavation de pente.....	79
Tableau 5.6-1	Liste des données de la résistivité de l'axe Mboula-Linguère.....	89
Tableau 5.6-2	Liste des données de la résistivité de l'axe Mboula-Dahra.....	89
Tableau 5.6-3	Tableau des résultats d'interprétation de la résistivité de l'axe Mboula-Linguère..	89
Tableau 5.6-4	Tableau des résultats de l'interprétation de la résistivité de l'axe Mboula-Dahra.....	90
Tableau 6.2-1	Tableau de la portée d'approvisionnement en eau.....	105
Tableau 6.2-2	Projections démographiques pour 2016-2025 dans les zones de réception.....	106
Tableau 6.2-3	Projections démographiques pour 2025-2050 les zones de réception.....	106
Tableau 6.2-4	Consommation d'eau des villes de la zone d'étude de 2013 à 2016.....	107
Tableau 6.2-5	Prévision de la demande en eau potable pour 2016-2050.....	108
Tableau 6.2-6	Prévision des besoins en eau potable de 2016 à 2025 (moyenne journalière) Unité m ³	109
Tableau 6.2-7	Résumé de la surface de la zone d'irrigation.....	110
Tableau 6.2-8	Structure des cultures des zones d'irrigation.....	112

Tableau 6.2-9	Paramètres caractéristiques de la période de croissance du maïs.....	113
Tableau 6.2-10	Paramètres caractéristiques de la période de croissance du sorgho	113
Tableau 6.2-11	Paramètres caractéristiques de la période de croissance de la tomate.....	113
Tableau 6.2-12	Paramètres caractéristiques de la période de croissance de la canne à sucre.....	113
Tableau 6.2-13	Paramètres caractéristiques de la période de croissance de la pomme de terre..	114
Tableau 6.2-14	Paramètres caractéristiques de la période de croissance de l'oignon	114
Tableau 6.2-15	Évapotranspiration des cultures (ET _o)	115
Tableau 6.2-16	Coefficient de culture des cultures principales.....	115
Tableau 6.2-17	Quota d'irrigation de la zone du projet Unité m ³ /ha	118
Tableau 6.2-18	Besoins nets en eau pour l'irrigation en série longue de la zone d'irrigation	121
Tableau 6.2-19	Besoin brut en eau d'irrigation de série longue de la zone d'irrigation	122
Tableau 6.2-20	Prévision des besoins en eau des pâturages dans la zone d'étude	122
Tableau 6.2-21	Proportion de chaque espèce d'élevage dans le nombre total du bétail	123
Tableau 6.2-22	Coefficients de conversion entre la demande unitaire en eau de chaque espèce d'élevage et la demande unitaire en eau de l'équin	123
Tableau 6.2-23	Statistiques de prévisions des besoins en eau dans chaque zone d'élevage.....	123
Tableau 6.2-24	Tableau récapitulatif des indicateurs de développement économique et social de la zone de réception.....	124
Tableau 6.2-25	Résumé des principaux quotas de besoins en eau dans les zones de réception d'eau	124
Tableau 6.2-26	Synthèse des besoins en eau pour la production et la vie Unité 10000 m ³	125
Tableau 6.3-1	Valeurs caractéristiques du ruissellement mensuel à la station de Bakel (1989 ~ 2016)	128
Tableau 6.3-2	Valeurs caractéristiques du débit mensuel à la station de Bakel (1989 ~ 2016)	128
Tableau 6.3-3	Valeurs caractéristiques du ruissellement mensuel à la station Bakel (2003 ~ 2016) Unité m ³ /s	129
Tableau 6.3-4	Valeurs caractéristiques du débit mensuel de la station de Bakel (2003 ~ 2016) Unité m ³ /s.....	129
Tableau 6.3-5	Valeurs caractéristiques de débit journalier à la station de Bakel Unité m ³ /s...	130
Tableau 6.3-6	État des centrales hydroélectriques construites, en construction et prévues sur le fleuve Sénégal	132
Tableau 6.3-7	Volume et débit d'eau de décharge chaque mois de 2003 à 2019	132
Tableau 6.3-8	Relation entre le volume de décharge du barrage de Diama et le ruissellement mensuel (moyenne de 1994 à 2016) à la station de Bakel	133

Tableau 6.3-9	Relation entre le volume de décharge et le débit moyen mensuel du barrage de Diama et de la station Bakel (moyenne de 2003 à 2016).....	134
Tableau 6.3-10	Relation de niveau d'eau du lac-superficie-volume	137
Tableau 6.3-11	Données de dérivation de l'eau du fleuve Sénégal dans divers pays au cours d'une année typique.....	147
Tableau 6.5-1	Volume de stockage brut régulier du réservoir résidentiel	160
Tableau 6.5-2	Paramètres de perméabilité à l'eau du sol.....	162
Tableau 6.5-3	Coefficient de correction pour la perte par suintement du canal de revêtement de section complète.....	162
Tableau 6.5-4	Tableau de calcul du débit de conception des canaux en aval de la station de pompage PL1	164
Tableau 6.5-5	Tableau de calcul du débit de conception des canaux en aval de la station de pompage PL2	165
Tableau 6.6-1	Résultats des calculs	167
Tableau 7.2-1	Classification et Standard de protection contre les inondations des ouvrages principaux de l'ouvrage dans les zones irriguées	174
Tableau 7.2-2	Limites inférieures du franc-bord de sécurités des écluses (en m)	175
Tableau 7.3-1	Tableau des statistiques du réseau de canaux et des ouvrages du réseau.....	182
Tableau 7.4-1	Caractéristiques des ouvrages d'endiguement du lac Guiers	184
Tableau 7.4-2	Tableau de calcul des lignes de surface d'eau sur les canaux principaux L et ses canaux secondaires.....	193
Tableau 7.4-3	Tableau de calcul des lignes de surface d'eau sur le canal principal M et ses canaux secondaires	195
Tableau 7.4-4	Tableau des éléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de l'Ouest I.....	198
Tableau 7.4-5	Tableau des éléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de l'Ouest II.....	202
Tableau 7.4-6	Tableau des caractéristiques des réservoirs	203
Tableau 7.4-7	Tableau des caractéristiques des écluses	205
Tableau 7.4-8	Statistiques des siphons inverses sur des canaux secondaires.....	208
Tableau 7.5-1	Quantité des instruments et des équipements de surveillance pour l'ouvrage d'extension de canal	218
Tableau 7.5-2	Quantité des instruments et des équipements de surveillance pour les digues et les écluses.....	220
Tableau 7.5-3	Quantité des instruments et des équipements de surveillance pour l'ouvrage de	

dragage de chenal.....	220
Tableau 7.5-4 Quantité des instruments et des équipements de surveillance pour les ouvrages de stations de pompage et de conduites	221
Tableau 7.5-5 Quantité des instruments et des équipements de surveillance pour l'ouvrage du réseau de canaux	222
Tableau 7.5-6 Quantité des instruments et des équipements de surveillance pour les ouvrages du réseau de canaux	223
Tableau 8.1-1 Niveau d'eau caractéristique de la station de pompage.....	225
Tableau 8.1-2 Hauteur d'installation	228
Tableau 8.1-3 Puissance du moteur électrique de station de pompage	228
Tableau 8.1-4 Répartition de vannes d'admission et de sortie de pompage.....	229
Tableau 8.1-5 Liste d'équipements principaux des engins mécaniques.....	231
Tableau 8.2-1 Statistiques de charge électrique de la station de pompage.....	233
Tableau 8.2-2 Tableau statistique de la charge électrique dans les stations d'écluses de canal ...	233
Tableau 8.2-3 Comparaison technique et économique de raccordement de 30 kV.....	238
Tableau 8.2-4 Capacité de transformateur principal.....	239
Tableau 8.2-5 Capacité de transformateur pour station et vanne.....	240
Tableau 8.2-6 Installation de compensation de l'énergie réactive	241
Tableau 8.2-7 Paramètres techniques du moteur électrique.....	242
Tableau 8.2-8 Valeurs d'éclairage plus faibles dans les sites principaux	247
Tableau 8.2-9 Listes d'équipements électriques de la station PL1	248
Tableau 8.2-10 Listes d'équipements électriques de la station PL2	250
Tableau 8.2-11 Listes d'équipements électriques de écluse KMS.....	251
Tableau 8.2-12 Listes d'équipements électriques de écluse Richard Toll.....	251
Tableau 8.2-13 Listes d'équipements électriques d'écluse de canal	252
Tableau 8.2-14 Listes d'équipements de contrôle de la station de pompage PL1	256
Tableau 8.2-15 Listes d'équipements de contrôle de la station de pompage PL2	257
Tableau 8.3-1 Paramètres de caractéristique de structure métallique de la zone irriguée.....	263
Tableau 8.3-2 Paramètres de caractéristique de structure métallique de vanne	265
Tableau 8.3-3 Paramètres de caractéristique de structure métallique de la station de pompage .	266
Tableau 9.3-1 Tableau de classification des ressources en énergie solaire.....	273
Tableau 9.3-2 Banque de données sur le rayonnement solaire total annuel (MJ/m ²).....	275
Tableau 9.3-3 Moyenne mensuelle cumulée du rayonnement solaire totale sur plusieurs années (MJ/m ²).....	275
Tableau 9.3-4 Variations annuelles du rayonnement total, du rayonnement diffusé et du	

rayonnement direct.....	277
Tableau 9.3-5 Classe de rayonnement total (GHR) dans le plan horizontal annuel	278
Tableau 9.3-6 Classe de stabilité totale du rayonnement dans le plan horizontal	278
Tableau 9.3-7 Classe de rapport du rayonnement direct des ressources solaires	279
Tableau 9.4-1 Tableau de conditions charge	280
Tableau 9.4-2 Tableau du schéma de configuration	282
Tableau 9.4-3 Tableau statistique de la consommation annuelle moyenne d'électricité sur 25 ans	284
Tableau 9.5-1 Liste d'œuvres de centrale électrique	290
Tableau 11.1-1 Table récapitulatif des principales quantités de génie civil.....	307
Tableau 11.1-2 Niveau d'eau moyen mensuel supérieure et inférieure de l'éluse Richard-Roll du lac Guiers	309
Tableau 11.3-1 Tableau de quantités des travaux principaux des ouvrages de dérivation	314
Tableau 11.5-1 Zone de construction des maisons temporaires de diverses installations	319
Tableau 11.5-2 Bilan de terrassement	321
Tableau 12.1-1 Les objectifs de service de chaque phase	326
Tableau 12.2-1 Liste du contenu de la mise en œuvre à chaque phase	328

Abr éviations et Acronymes en l'anglais

A Amp ère

AH ampere-hour

cm centimeter

cm/s centimeter per second

CRT Cathode Ray Tube

CSS Compagnie sucri ère s énégalaise

DC Direct Current

DLP Digital Light Processing

DMIS Dispatch Management Information System

DN Nominal Diameter

DTS Dispatcher Training Simulator

EMS Energy Management System

EPC Engineering Procurement and Construction

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations

g gram

G gravity

g/m^3 gram per cubic meter

g/cm^3 gram per cubic centimeter

GDP Gross Domestic Product

GHRG Global Horizontal Radiation Stability

GIS Geographic Information System

GPS Global Positioning System

H head

h hour

Ha Hectare

HDPE	High Density Polyethylene
Hz	Hertz
I/O	Input/Output
IEC	International Electrotechnical Commission
IP	Internet Protocol
Ip	Plasticity Index
IPPBX	IP-private branch exchange
JPG	Joint Photographic Experts Group
kA	Kiloampere
kg	Kilogram
km ²	Square kilometer
KMS	Keur Momar Sarr
kN	kilonewton
kpa	kilopascal
kV	kilovolt
kVA	kilovolt-ampere
kVar	kilovar
kW	kilowatt
kWh	kilowatt-hour
kWh/(m ² a)	kilowatt-hour per square meter per year
L/d	Liter per day
L/s/ha	Liter per second per day
LCU	Local Control Unit
LPSD	Lettre de Politique Sectorielle de D éveloppement
m	meter
m/s	Meter per second

m ²	Square meter
m ³	Cubic meter
m ³ /min	Cubic meter per minutue
m ³ /s	Cubic meter per second
m ³ /ha	Cubic meter per hectare
Mbps	Million bits per second
Med	Medium
Mg/L	Milligrams per litre
MJ/m ²	Megajoule per square meter
MJ/(m ² a)	Megajoule per square meter per year
mm	millimeter
mm/d	Millimeter per day
MoU	Memorandum of Understanding
MOY	Moyenne
Mpa	Megapascal
MPPT	Maximum Power Point Tracking
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-hour
MWp	Peak Megawatt
MWac	Megawatt of alternating current
N2	Nationale 2
N3	Nationale 3
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OCHA	the Office for the Coordination of Humanitarian Affairs
ODB	Optical Distribution Box
OLAC	Office des Lacs et Cours d'eau

- OMVS Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve S é n é gal
- OMM L'Organisation m é t é orologique mondiale
- ONAN Oil Natural Air Natural
- PCCP Prestressed Concrete Cylinder Pipe
- PCP Prestressed Concrete Pipe
- PL1 Station de pompage 1
- PL2 Station de pompage 2
- PREFERLO Projet de Renforcement de la R é silienc e des Ecosyst è mes du Ferlo
- PSE Plan S é n é gal Emergeant
- PVC Polyvinyl chloride
- PE polyethylene
- pH hydrogen ion concentration
- PN Definition of nominal pressure
- ppt part per trillion
- PT Potential Transformer
- Rpm Rotations Per Minute
- RTU Remote Terminal Unit
- S second
- SCADA Supervisory Control And Data Acquisition
- SKI Skewness
- SOGEM Soci é t é de Gestion de l'Energie de Manantali
- SOGED Soci é t é de Gestion et d'Exploitation du barrage de Diama
- SRTM Shuttle Radar Topography Mission
- SVG Static Var Compensator
- t ton

TCP/IP Transmission Control Protocol/Internet Protocol

TP Total Phosphorus

TN Total Nitrogen

UPS Uninterruptible Power Supply

UTM Universal Transverse Mercator

WGS 1984 World Geodetic System 1984

WMO World Meteorological Organization

Wp Watt Peak

1 Généralité

1.1 Généralité

La République du Sénégal est située au Côte ouest de l'Afrique, par 12°~17°N, 11°~18°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 196 700 km² 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. Le PIB du Sénégal 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 élevée avec une température annuelle moyenne de 29°C, les précipitations annuelles sont d'environ 600mm 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 km², avec un débit moyen d'environ 760 m³/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 principaux 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 engagée dans l'agriculture. Il y a environ 3,8 millions ha de terres cultivables agricoles, principalement sont les champs dont la récolte dépend de la chute de pluie, avec peu de terres agricoles de irrigation. Les terres agricoles sont principalement plantées d'arachides et de coton, qui 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 affectée 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

Figure 1.1-1 Carte de localisation du S é né gal

1.2 Contexte du projet

Le marigot 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 100mm-300mm au cours des derniers 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 m^3 . 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 m^3 .

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 prélèvement de 26 m^3/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 m^3/s à partir du débit de 26 m^3/s autorisé. Actuellement, le Sénégal dispose d'un prélèvement de 24 m^3/s pour prendre l'eau du fleuve Sénégal.



**ORGANISATION POUR LA MISE
EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL
CONSEIL DES MINISTRES**

RESOLUTION N° 0255/CM/N/38e/SO
portant autorisation de prélèvement d'eau au profit du Canal du Cayor.

Le Conseil des Ministres de l'O.M.V.S. réuni en sa 38e Session Ordinaire les 20 et 21 Juillet 1994 à Nouakchott.

VU la Convention du 11 Mars 1972, amendée, relative au statut du fleuve Sénégal,

VU la Convention du 11 Mars 1972, amendée, portant création de l'OMVS,

VU la Convention du 12 Mai 1982 relative aux modalités de financement des Ouvrages Communs,

VU le Règlement intérieur du Conseil des Ministres,
SUR Rapport de la Commission Permanente des Eaux,

APRES en avoir délibéré,

ARTICLE 1 : AUTORISE la République du Sénégal à prélever un volume d'eau sur la base du débit de 26m³/s, au profit du Projet du Canal du Cayor.

ARTICLE 2 : Ce prélèvement est assujéti :

- au paiement d'une redevance, conformément à la tarification en vigueur,
- à l'installation, par le Projet, d'un dispositif de comptage agréé par l'OMVS et accessible à son personnel.

ARTICLE 3 : Si à terme, il y avait concurrence avec les usages agricoles, ce prélèvement viendrait en déduction du quota d'eau alloué au Sénégal pour le développement agricole en rive gauche.

Nouakchott, le 21 Juillet 1994
Pour le Conseil des Ministres,



46, RUE CARNOT DAKAR - TEL : 23.45.30 - TELEX : 670 ORMIVAF - BP : 3152 - DAKAR (SENEGAL)

Figure 1.2-1 Document original d'autorisation de prélèvement d'eau du projet du canal Cayor de 26 m³/s (D écision 0255 /CM /N /38^e /SO)

En 2016, Office des Lacs et Cours d'eau de Sénégal (OLAC) a lancé le « Projet pour le Renforcement et la Résilience des Ecosystèmes du Ferlo » (PREFERLO), qui vise à transférer les riches ressources en eau de surface du fleuve Sénégal 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'améliorer l'environnement écologique.

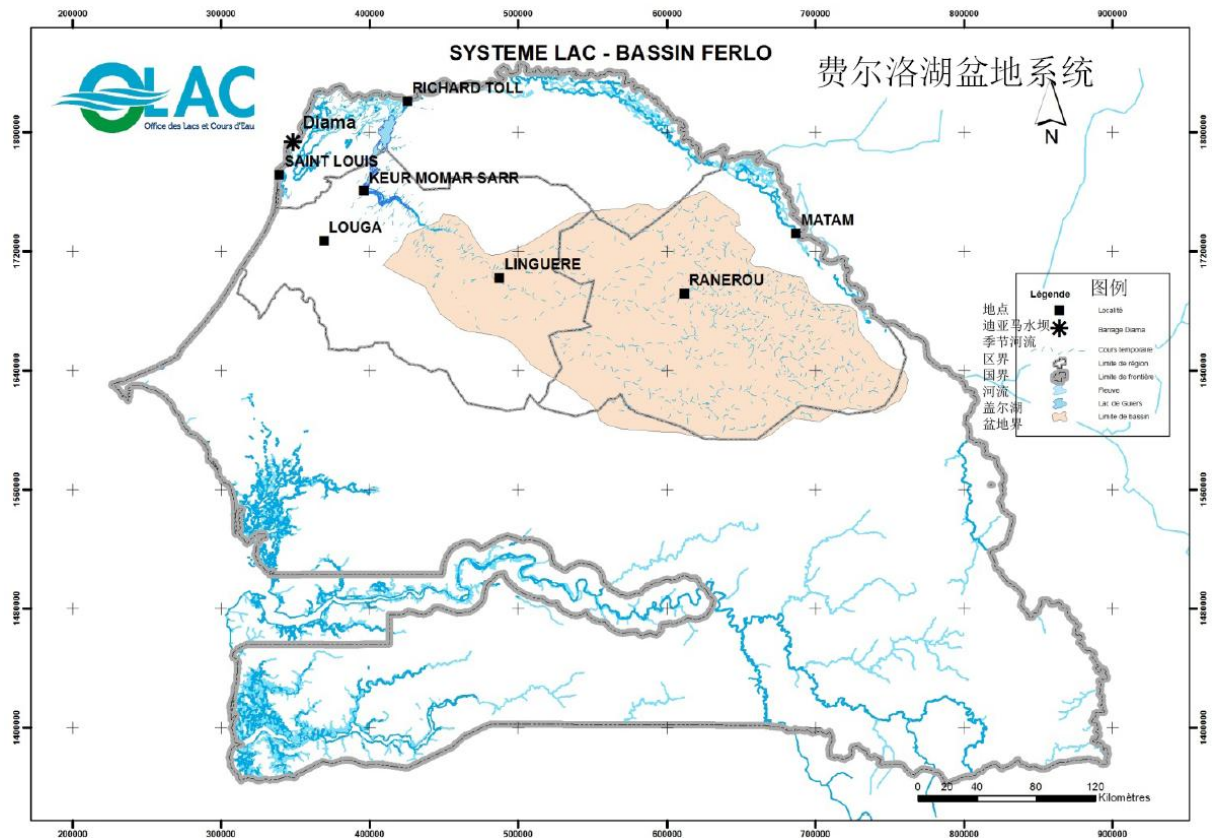


Figure 1.2-2 Carte de localisation du Ferlo

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 de la proposition d'EPC de la phase I et d'étude de faisabilité sur ce projet.

1.3 Objectifs et portée du projet

L'objectif principal de ce rapport consiste à réaliser l'élaboration du rapport d'étude de faisabilité du PREFERLO. Sur la base des résultats de recherche existants, les données hydrologiques, météorologiques et topographiques pertinentes collectées, ainsi que les données pertinentes du levé topographique et du levé géologique réalisés récemment par le maître d'ouvrage, le rapport d'étude de faisabilité de ce projet est réalisé.

Les objectifs et missions spécifiques sont énumérés ci-dessous:

- Recueillir et analyser les résultats existants;
- Analyser les données des levés topographiques sur l'expansion du Canal de la Taouey, sur la rehaussement et du renforcement des digues du lac Guiers, sur le dragage du marigot du Bas Ferlo, sur les canaux principaux et secondaires d'irrigation, sur les stations de pompage et d'autres ouvrages;
- Analyser les résultats du levé géologique de l'écluse du KMS, de la station de pompage de tête de canal proposé et du canal d'irrigation principal;

- Analyser l'hydrologie et les sédiments;
- Comparer et sélectionner la disposition générale du projet;
- Analyser les dimensions du projet;
- Concevoir les ouvrages principaux;
- Concevoir des structures électriques, mécaniques et métalliques;
- Analyser et concevoir l'alimentation électrique de station de pompage;
- Proposer un plan de conception d'organisation de construction;
- Proposer des estimations d'investissements de projets et des évaluations économiques;
- Proposer un plan de mise en œuvre par phases.

Cette mission est principalement basée sur les données fournies par le maître d'ouvrage et les résultats de recherche préliminaires, y compris les données hydrologiques et météorologiques, les rapports de recherche sur les levés topographiques et les études géologiques liés au projet de renforcement de la résilience des écosystèmes du Ferlo au Sénégal.

1.4 Résultats principaux

Le rapport d'étude de faisabilité du projet de renforcement de la résilience des écosystèmes du Ferlo au Sénégal est divisé en quatre volumes suivants:

Volume 1: Résumé analytique

Volume 2: Rapport principal

Le rapport principal comprend les chapitres suivants:

Chapitre 1 Généralité

Chapitre 2 Aperçu du projet

Chapitre 3 Hydrologie

Chapitre 4 Levés techniques

Chapitre 5 Géologie du projet

Chapitre 6 Mission et échelle du projet

Chapitre 7 Aménagement du projet et ouvrages

Chapitre 8 Construction électrique, mécanique et structure métallique

Chapitre 9 Conception de la centrale électrique

Chapitre 10 Informatisation pour la zone d'irrigation

Chapitre 11 Conception de l'organisation de la construction

Chapitre 12 Recommandations de mise en œuvre par phases

Chapitre 13 Conclusion et suggestion

Volume 3: Estimation des investissements du projet

Volume 4: Évaluation économique

Volume 5: Atlas

Tous les dessins du rapport sont dans ce volume.

Volume 6: Annexe

Le volume comprend les éléments suivants:

Annexe A: Résultats des levés topographiques

Annexe B: Données hydrologiques

Annexe C: Résultats des reconnaissances géologique

2 Aperçu du projet

2.1 Localisation du projet

Le Projet pour le Renforcement et la Résilience des Ecosystèmes du Ferlo au Sénégal 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 transférer l'eau du fleuve Sénégal par l'écluse Richad 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. Les stations de pompage sont construites à l'extrémité des canaux dragués 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 de réception 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 24348 ha, 4 pâturage d'une superficie irriguée nette d'environ 8844 ha, et 6 villages environnants.

La zone du projet bénéficie de bonnes conditions de circulation extérieure. Au départ de la capitale Dakar, la zone du projet est accessible par l'autoroute A1, les autoroutes nationales N2 et N3. En outre, plusieurs autoroutes en aval de la route nationale traversent la zone du projet.

2.2 Études préliminaires

2.2.1 Aperçu des études préliminaires

Depuis 2016, L'OLAC a lancé le projet PREFERLO. De 2016 à 2018, il a mandaté le consortium Provence (SCP) /SCET-Tunisie /TPF-SETICO /GRET et CGCOC Group pour préparer et réaliser les études préliminaires du projet. Au cours de la période, des levés topographiques, la collecte de données hydrologiques ainsi que tests et analyses des sédiments ont également été effectués. Sur la base du rapport de projet préparé par CGCOC Group, une unité professionnelle a été chargée de compiler et de terminer le «Rapport d'études sur l'impact social et environnemental du projet de renforcement de la résilience des écosystèmes du Ferlo au Sénégal ». Ce rapport d'études d'impact social et environnemental a été approuvé par l'autorité compétente sénégalaise en octobre 2020.

En août 2020, OLAC et le Consortium de Changjiang Survey, Planning, Design and Research Co. Ltd et Changjiang International Engineering Co. Ltd ont signé «le Protocole d'Accord sur la Réalisation du Projet de Renforcement de la Résilience des Ecosystèmes du Ferlo

(PREFERLO) Phase I » précisant que le Consortium se chargera de la préparation du rapport d'étude de faisabilité et de la proposition d'EPC de la Phase I. En janvier 2021, l'étude de faisabilité a été réalisée, sur la base de laquelle la proposition d'EPC de phase I est ainsi proposée.

2.2.2 Rapport en 2016

En septembre 2016, Le consortium Provence (SCP) /SCET-Tunisie /TPF-SETICO /GRET, financé par BDA, s'est engagé la préparation de « l'étude de faisabilité étude APS et APD pour le PREFERLO », qui s'est achevée en mai 2017.

Le rapport compare trois différentes options en réponse aux limitations de la quantité d'eau transférable.

Option 1: Demande en eau dans la zone d'étude.

Option 2: Demande en eau dans la zone d'étude et les zones d'influence.

Option 3: Quantité maximale de l'eau dérivable.

En comparant les trois, la option 1 et la option 2 peuvent réaliser toutes les deux une surface d'irrigation agricole de 11 000 ha; la option 3 pourrait couvrir une surface de 17 000 ha.

Il est proposé pour toutes les trois options la transmission par canalisations. Parmi celles-ci, la option 1a proposé un débit de l'adduction de 13 m³/s, 16 m³/s pour la option 2 et 22 m³/s pour la option3. Le option 3 est adopté après la comparaison

Au cours de la préparation du rapport, des levés topographiques transversaux ont été réalisés sur le Canal de la Taouey, le lac de Guiers et le marigot du Bas Ferlo, des échantillonnages de sédiments et des tests ont été réalisés, et des relevés pédologiques ont été réalisés dans la zone d'irrigation proposée.

Les zones de réception d'eau étudiées dans ce rapport sont relativement différentes de celles dans le rapport de 2018.

2.2.3 Rapport d'études de faisabilité 2018

En juillet 2018, le CGCOC Group a achevé « le Rapport de l'étude de faisabilité sur PREFERLO », qui divise la zone de réception en zone Est et zone Ouest avec une superficie nette totale de 28 000 ha (23 000 ha pour la zone Ouest et 5000ha pour la zone Est) et la zone d'évage de 15 000 ha (5000 ha pour la zone Ouest et 10 000 ha pour la zone Est). Le rapport met en évidence l'étude et la conception de la zone Ouest où trois options du plan d'aménagement technique ont été mises en place à des fins de comparaison, et l'option recommandée comprend l'élargissement du canal Taouey de 17 km, l'extension de l'écluse KMS, le dragage du marigot de bas Ferlo de 70 km en amont de l'écluse KMS, et la construction de deux (02) nouvelles stations de pompes pour amener l'eau à la tête de canal

d'irrigation principal, et la construction de nouveaux canaux d'irrigation principaux et secondaires. Le débit de conception des deux nouvelles stations de pompage est de 6,63 m³/s et 16,82 m³/s respectivement. Il convient de noter que l'eau d'irrigation provenant des pâturages du bétail, et les pertes d'eau sous les affluents d'irrigation n'ont pas été prises en compte dans les calculs du volume d'eau dans ce rapport.

2.3 Résultats principaux de cette étude

La présente étude a été menée sur la base des données actuellement collectées et des données mesurées. Les résultats principaux de l'étude sont résumés comme suit:

2.3.1 Hydrologie

2.3.1.1 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 est 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.

2.3.1.2 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.

2.3.1.3 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.

2.3.2 Levés techniques

2.3.2.1 Collecte de données topographiques

(1) Canal de la 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 du 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 600 m sont disponibles.

(3) Carte topographique

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.

2.3.2.2 Données de terrain mesurées

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.

2.3.3 Géologie du projet

2.3.3.1 Géologie régionale

La zone du projet est située dans le sous-bassin nord, et il n'y a pas de développement de structure de faille évidente dans la zone et 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 du mouvement de sisme maximale du sol devrait être considérée comme 0,05 g.

2.3.3.2 Aperçu de la géologie 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.

2.3.3.3 Problèmes principaux géologiques du projet et observations conclusives

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 bâtiments a une compressibilité élevée, une sensibilité élevée, une compression et une déformation faciles et doit être excavé

2.3.3.4 Matériaux de construction 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 180km.

2.3.4 Mission et échelle du projet

2.3.4.1 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, et l'amélioration de l'environnement écologique, etc. La superficie de 6 zones

d'irrigation agricole est de 24348 ha, et la superficie irriguée de 4 pâturages est de 8844 ha. L'approvisionnement en eau pour les zones urbaines et rurales couvre environ 251342 habitants dans 6 communes de Louga, ainsi de l'eau pour l'élevage du bétail porté par les 4 pâturages mentionnés ci-dessus. La quantité d'eau nécessaire pour améliorer l'environnement écologique de la vallée du Ferlo est aussi incluse.

2.3.4.2 Année de niveau de conception et taux de garantie

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%.

2.3.4.3 Prévission des besoins en eau

(1) Besions en eau potable

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 en 2050.

En 2050, la consommation d'eau potable par habitant des zone 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 potable 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 2004 (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 p^âurages 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 p^âurages est de 8844 ha. Le quota d'irrigation des p^âurages est de 7292 m³/an/ha.

(4) Besoin en eau de l'élevage

En prenant les besoins d'eau unitaire du «Equin» comme norme, les besoins en eau d'autres espèces aquacoles est comparé à celle du «Equin», et le coefficient de conversion de la demande en eau unitaire correspondant est obtenu. Il est prévu d'élever 30 «Equin» par hectare, et la demande unitaire en eau des «Equin» en années sèches est de 67 L/j, ce qui permet de prévoir la demande en eau pour le bétail que chaque p^âurage peut supporter.

(5) Besoin en eau pour la pisciculture

La superficie de la ferme piscicole est de 500 ha, et la demande annuelle moyenne en eau est estimée à 4,5 millions m³ selon la demande annuelle en eau de 9000 m³/ha.

(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.

2.3.4.4 Résumé des besoins en eau

Résumé des besoins en eau, comme indiqué dans le tableau 2.3-1.

Tableau 2.3-1 Synthèse des prévisions de besoins en eau Unité million m³

Prévision des besoins en eau		Besoin net en eau	Besoin brut en eau	
Année de niveau 2050	Zone urbaine		8,24	10,30
	Irrigation agricole	Irrigation des terres agricoles	263,76	376,80
		Irrigation des p ^â urages	64,49	92,13
		Sous-total	328,25	468,93
	Zone rurale	Usage domestique	1,13	1,41
		Besoin en eau pour l'élevage	6,49	8,11
		Sous-total	7,57	9,46
	Écosystème		26,78	38,16

	Total	370,84	526,85
--	-------	--------	--------

2.3.4.5 Plan g é n é r a l d' a m é n a g e m e n t

Apr è s la production d' é l e c t r i c i t é de Manantali, le d é b i t moyen de la station de Bakel au mois le plus sec est globalement sup é r i e u r à 200 m³/s; le d é b i t journalier garanti à 95% est fondamentalement sup é r i e u r à 100 m³/s pour tous les mois; le d é b i t journalier garanti à 90% d é p a s s e 110 m³/s et le d é b i t journalier garanti à 75% est globalement sup é r i e u r à 150 m³/s. La proportion de d é b i t d' e a u d é r i v é e dans ce projet est petite et par cons é q u e n t la d é r i v a t i o n d' e a u est garantie.

Deux options de d é r i v a t i o n peuvent être envisag é s: l' u n consiste à d é r i v e r l' e a u pr è s de Matam sur le cours principal du fleuve S é n é g a l (plan de d é r i v a t i o n en amont) et l' a u t r e est de d é r i v e r l' e a u de l' é c l u s e Richard Toll du fleuve S é n é g a l jusqu'au lac de Guiers (plan de d é r i v a t i o n en aval). Apr è s avoir compar é et s é l e c t i o n n é , l' o p t i o n de d é r i v a t i o n de l' é c l u s e Richard Toll au lac de Guiers est adopt é

Selon l' u t i l i s a t i o n ou non du marigot Ferlo, trois options sont é l a b o r é s , à s a v o i r :

- Option 1 : Utilisation du marigot Ferlo comme canal de transfert d' e a u
- Option 2 : L' a d d u c t i o n de l' e a u par é c h e l l e sans utilisation du marigot Ferlo
- Option 3 : L' a d d u c t i o n principale de l' e a u sans utilisation du marigot Ferlo

Apr è s comparaison et s é l e c t i o n , l' O p t i o n 1 est adopt é.

En ce qui concerne la longueur du marigot Ferlo mis en service, deux sous-options sont é l a b o r é s : un marigot dragu é de 70 km et un marigot dragu é de 50 km. Apr è s comparaison et s é l e c t i o n , l' o p t i o n de 70 km pour le marigot Ferlo est recommand é.

2.3.4.6 Dimension de canal et de station de pompage

En fonction de la localisation des terres agricoles irrigu é s , des p â t u r a g e s , et des points d' e a u concentr é s dans les zones urbaines et rurales, et compte tenu des facteurs topographiques, les stations de pompage à la t ê t e des canaux d' i r r i g a t i o n , des canaux principaux et secondaires et des r é s e r v o i r s sont am é n a g é s .

Deux stations de pompage en t ê t e 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 tron ç o n de canalisation, 6 tron ç o n s de canal principal, 17 tron ç o n s de canaux secondaires et 4 r é s e r v o i r s sont mis en place. En aval de la station de pompage PL2, 1 tron ç o n de canalisation, 1 tron ç o n de canal principal, 5 tron ç o n s de canaux secondaires et 1 r é s e r v o i r sont mis en place.

Le temps de fonctionnement quotidien de la station de pompage est de 24 heures. Le calcul du d é b i t 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 rev ê t e m e n t est de 0,10, et le coefficient d' u t i l i s a t i o n de l' e a u d' i r r i g a t i o n , de l' e a u 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 m³/s, et celui de la station de pompage PL2 est de 7,75 m³/s.

2.3.4.7 Dimensions des autres ouvrages

(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 m³/s après l'expansion.

(3) Écluse KMS

Le débit de conception actuel de l'écluse KMS est de 50 m³/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 m³/s.

(4) Écluse Keur-Idy et écluse Syer

Le débit de conception de l'écluse Keur-Idy reconstruite est de 10 m³/s et la dimension de l'écluse Syer nouvellement construite est de 10 m³/s.

2.3.4.8 Échelle du projet

La zone globale de service du projet PREFERLO est divisée en deux zones (zone ouest I et zone ouest II) et comprend 6 zones d'irrigation agricole avec une superficie de 24348 ha, dont 16251 ha sont irrigués dans l'Ouest I et 8097 ha dans l'Ouest II; les pâturages comprennent un total de 4 zones avec une superficie de pâturage irrigué de 8844 ha, dont la zone irriguée de l'Ouest I est de 4318ha, celle de l'Ouest II est de 4526 ha. En outre, il couvre également l'eau potable pour les habitants des villes et des villages et pour l'élevage dans certaines zones de la région, soit Mboula, YangYang, Mbeuleukhe, Linguere, Barkedji et Dahra. Étendue du plan technique global et ses composants principaux:

Élargir le canal Taouey, avec un débit de conception de 120 m³/s; surélever et renforcer la digue du lac de Guiers de 30,9 km à 4,0 m; construire l'écluse KMS avec un débit de

conception de 120 m³/s; draguer le marigot d'un lin éaire de 70 km du bas-Ferlo; construire 2 stations de pompage près de Mboula, dont le débit de conception de la station de pompage PL1 est de 16,06 m³/s; le débit de conception de la station de pompage PL2 est de 7,75 m³/s pour que de l'eau soit respectivement pompée vers la tête du canal principal L dans l'Ouest I et la tête du canal principal M dans l'Ouest II. Le système de canaux L dans l'Ouest I est composé d'un canal principal d'une longueur de 108,25 km et des canaux secondaires d'une longueur totale de 194,24 km. Le système de canaux M dans l'Ouest II est composé d'un canal principal d'une longueur de 41,12 km et des canaux secondaires d'une longueur totale de 48,02 km.

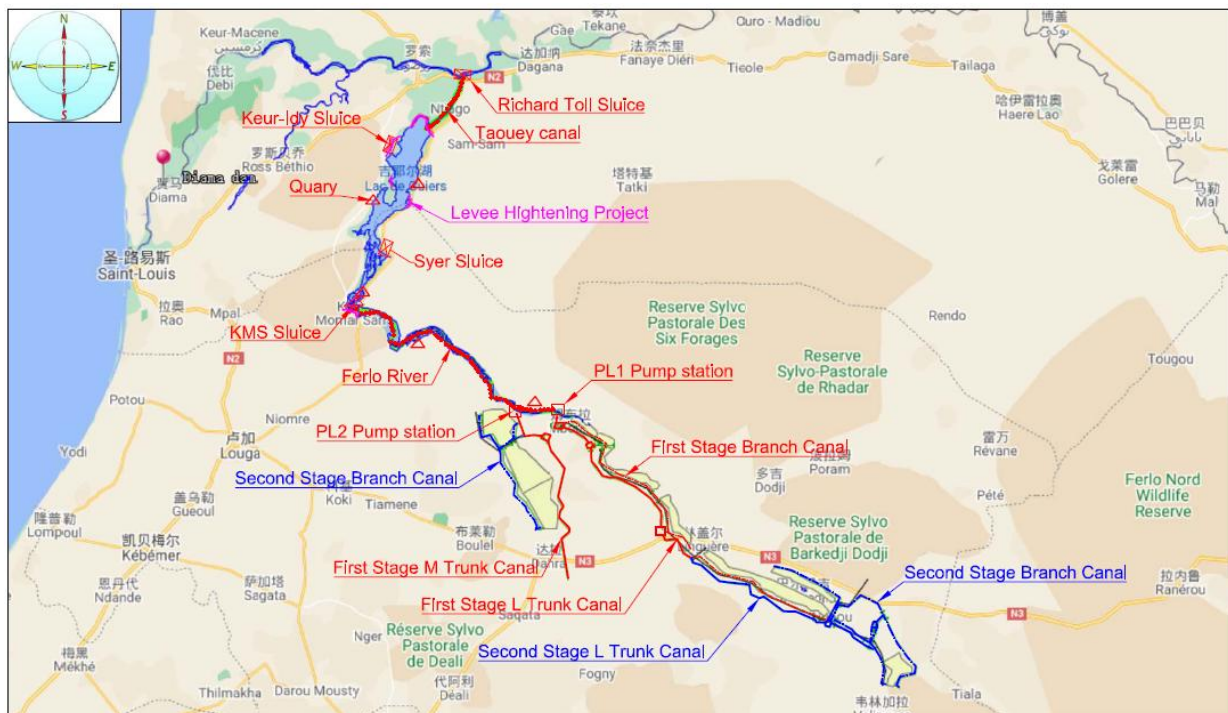


Figure 2.3-1 Aménagement du projet

2.3.5 Aménagement du projet et ouvrages

2.3.5.1 Grades des ouvrages

La superficie d'irrigation agricole nette nouvellement exploitée de ce projet est d'environ 24348 hectares, et la superficie irriguée nette nouvellement exploitée des prairies est d'environ 8844 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 l'Ouest I est de 16,06 m³/s, et celui dans l'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.

2.3.5.2 Disposition générale 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 région 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; rehaussement et endiguement du Lac Guiers; draguer le marigot de Bas Ferlo d'un linéaire d'environ 70 km de l'écluse du KMS au sud du lac de Guiers jusqu'à Mboula et transporter l'eau du lac de Guiers 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 l'Ouest I; construire le système de canaux d'irrigation M près de la station de pompage PL2 pour transporter l'eau vers l'Ouest II.

Dans la zone Ouest I, il s'agit de construire un canal principal L d'un linéaire d'environ 108,25 km et 17 canaux secondaires d'un linéaire d'environ 194,24 km, qui transporteront l'eau vers les cinq (5) zones agricoles ZAL2, ZAL3, ZAL4, ZAL5, ZAL6 et les trois (3) zones pastorales ZPL2, ZPL3, ZPL4; en même temps, quatre (4) réservoirs sont à réaliser sur le canal principal L pour satisfaire les besoins en eau potable et de l'élevage des cinq localités Mboula, YangYang, Mbeuleukhe, Linguère et Barkedji dans la zone. Dans la zone Ouest II, il s'agit de construire un canal principal M d'un linéaire d'environ 41,12 km et des canaux secondaires d'un linéaire d'environ 48,02 km, qui transporteront l'eau vers la zone agricole ZAL1 et la zone pastorale ZPL1; en même temps, des réservoirs sont à réaliser sur le canal principal M pour satisfaire les besoins en eau potable et de l'élevage de Dahra. Ce projet comprend également la construction des 10 embarcadères sur le lac de Guiers, le marigot de Bas-Ferlo et le canal principal M; la construction d'une ferme piscicole de démonstration de 0,5 ha et la mise en place de deux fermes intégrées de 100 ha chacun à Kamb et Thiamène sur le canal principal M.



Figure 2.3-2 Aménagement des ouvrages de connexion du réseau d'eau du lac de Guiers pour le PREFERLO



Figure 2.3-3 Aménagement des ouvrages d'approvisionnement en eau d'irrigation pour le PREFERLO

2.3.5.3 Conception des ouvrages principaux

2.3.5.4 Expansion 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 -2 m, 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.

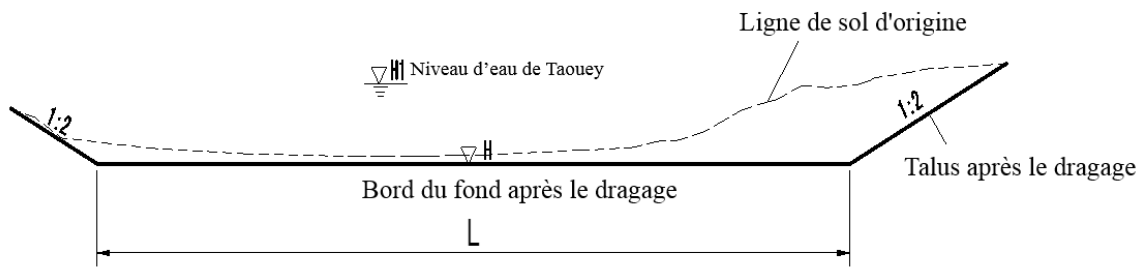


Figure 2.3-4 Coupe typique de l'expansion du Canal de la Taouey

2.3.5.5 Travaux de digue du lac de Guiers et d' écluses des p érim ètres du lac

(1) Travaux de digue 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 illustré à la figure 2.3-2. 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. Une revêtement lar éritique 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 affectés 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.

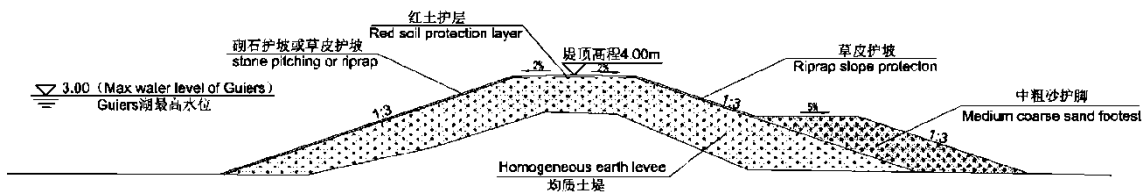


Figure 2.3-5 Coupe typique de la conception de rehaussement des digues sur les rives du lac de Guiers

(2) Ouvrage de l'écluse KMS

L'écluse KMS à construire a un débit de conception de $120 \text{ m}^3/\text{s}$ 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 comporte 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 installées 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 m * 3,0 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 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) Ouvrage d'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 m * 3,0 m (hauteur * largeur) avec un parapet. La conception de l'écluse est la même que celle de l'écluse Keur-Idy.

2.3.5.6 Dragage du 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 2.3-6.



Figure 2.3-6 Plan du dragage du 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 coupe typique de l'ouvrage de dragage est illustrée à la figure 2.3-7.

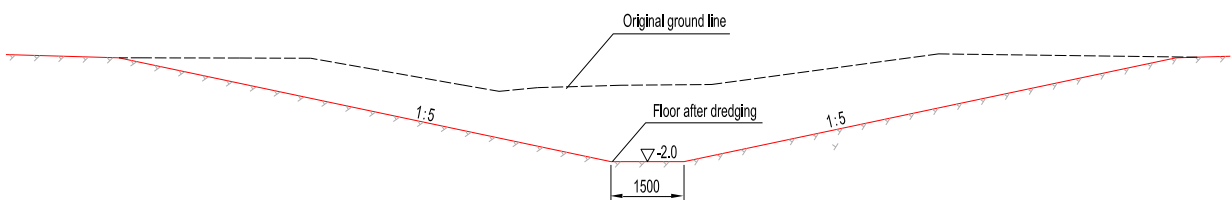


Figure 2.3-7 Coupe typique du projet de dragage

2.3.5.7 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 dans cette phase. 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) Edifices d'entrée d'eau

Les édifices d'entrée d'eau de la station de pompage sont composés d'un canal d'amène d'eau du tronçon revêtu en béton, d'un bassin d'avant et d'un bassin d'entrée d'eau.

La longueur du canal d'amène d'eau du tronçon de revêtement en béton est de 200 m et la largeur du fond est de 10 m. La cote du fond de canal conçue est identique à celle du canal Ferlo dragué à $-2,0 \text{ m}$. La pente latérale du canal est de 1: 2 et l'épaisseur du revêtement en béton est de 15 cm.

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

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 $-3,8 \text{ m}$. Le bassin est conçu avec 14 trous d'entrée d'eau de largeur de 4m. L'épaisseur des piliers médians dans les trous d'entrée est de 2,0 m et 2,2m, 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 rainures de dégrilleur et de porte d'inspection, 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 chambre d'écluse.

2) Disposition de la chambre de pompage

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

La chambre 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 de l'écoulement de l'eau. Les 14 pompes à eau dans la chambre sont disposées en rangée. La cote du radier de la chambre est de $-3,55 \text{ m}$, du point de centre du tuyau d'entrée d'eau de pompage est de $-2,55 \text{ m}$ et du point de centre du tuyau de sortie d'eau est de $-2,45 \text{ m}$. Une grue de pont à double poutre à palan électrique de

type 16/3t LH s'installe dans la chambre avec une portée de 13 m et une cote du sommet du rail de poutre de grue à 7,25 m. Les sections des sites d'installation se positionnent aux deux côtés de la chambre d'hôte, avec la même longueur de 8 m et la largeur identique à celle de la chambre d'hôte. Les portes d'entrée sont disposées aux deux extrémités des sites d'installation. Le radier de la chambre principale est en béton de Grade 2 de C25, la poutre de la grue est en béton armé préfabriqué de C30 et la périphérie de la chambre de pompage est une structure en brique-béton.

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

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

3) Conduite de transport forcée

À environ 16 m en aval de la chambre de pompage principale dans la phase I, 2 tronçons de tuyaux en acier interconnectés de diamètre de 3,5 m sont installés pour raccorder 14 tuyaux de sortie de diamètre de 1,0 m de la station de pompage, puis passer à une connexion en parallèle à 6 tuyaux de transport d'eau en acier d'un diamètre de 2 m et d'une longueur de 2,41 km. 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 leur extrémité.

(2) Station de pompage PL2

La station de pompage PL2 se trouve au bout du canal du Ferlo à draguer, à environ 10 km de la station de pompage PL1, et le débit de conception est de 7,75 m³/s. 6 pompes à eau sont prévues à ce stade (dont 1 en réserve). La station de pompage PL2 est constituée d'un canal d'amène d'eau, d'un bassin d'avant, d'un bassin d'entrée d'eau, d'une chambre de pompage, de tuyaux de transport d'eau et d'un bassin de sortie d'eau.

1) Constructions d'entrée d'eau

Les ouvrages d'entrée d'eau de la station de pompage sont composés d'un canal d'amène d'eau du tronçon revêtu en béton, d'un bassin d'avant et d'un bassin d'entrée d'eau.

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

L'extrémité du canal d'amène d'eau est reliée au bassin d'avant qui est d'environ 30,8 m de long. La cote du fond de canal passe progressivement de -2,0 m à -3,8 m et la largeur du fond de canal varie 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 du bassin d'avant 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 4m. Les épaisseurs des piliers médians dans les trous d'entrée sont de 2,0 m, celle des piliers 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 rainures de dégrilleur et de porte d'inspection. Des murs en béton sont disposés aux deux côtés du bassin d'entrée d'eau pour se raccorder à la section de la chambre d'écuse.

Une vanne de contrôle est disposée en aval du bassin d'entrée d'eau. Les deux côtés du bassin profitent de murs en béton pour se raccorder à la section de la chambre de pompage.

2) Disposition de la chambre de pompage

La chambre 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 de l'écoulement de l'eau. Les 6 pompes à eau dans la chambre sont disposées en rangée. La cote du radier de la chambre 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 à palan électrique de type 16/3t LH s'installe dans la chambre avec une portée de 13m et une cote du sommet du rail de poutre de grue à 7,25 m. Les sections des sites d'installation se positionnent aux deux côtés de la chambre d'hôte, avec la même longueur de 8 m et la largeur identique à celle de la chambre d'hôte. Les vannes d'entrée sont disposées aux deux extrémités des sites d'installation. Le radier de la chambre principale est en béton de Grade 2 de C25, la poutre de la grue est en béton armé fabriqué de C30 et la périphérie de la chambre de pompage est une structure en brique-béton.

La chambre de pompage secondaire est placée au côté droite de l'aval de la chambre principale avec une longueur de 21 m et une largeur de 20 m. Elle est équipée d'une chambre de contrôle central, une chambre de communication, une salle de repos de permanence, une chambre de commutation, une chambre de distribution à basse tension et un laboratoire électrique etc.

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

3) Conduite de transport forcé

Au côté de sorite d'eau de la chambre de pompage principale dans la phase I, un tuyau en acier interconnecté de diamètre de 3 m est installé pour raccorder 6 tuyaux de sortie de diamètre de 1,0 m de la station de pompage, puis passer à une connexion en parallèle à 3 tuyaux de transport d'eau en acier d'un diamètre de 1,6 m et d'une longueur de 4 km. 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 leur extrémité.

2.3.5.8 Système de canaux et édifices

(1) Région Ouest I

6 canaux principaux et 17 canaux secondaires sont aménagés dans l'Ouest I, 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 bassins RL1 à RL4 et sont disposés du nord-ouest au sud-est parallèlement aux courbes de niveau, avec un linéaire total 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.

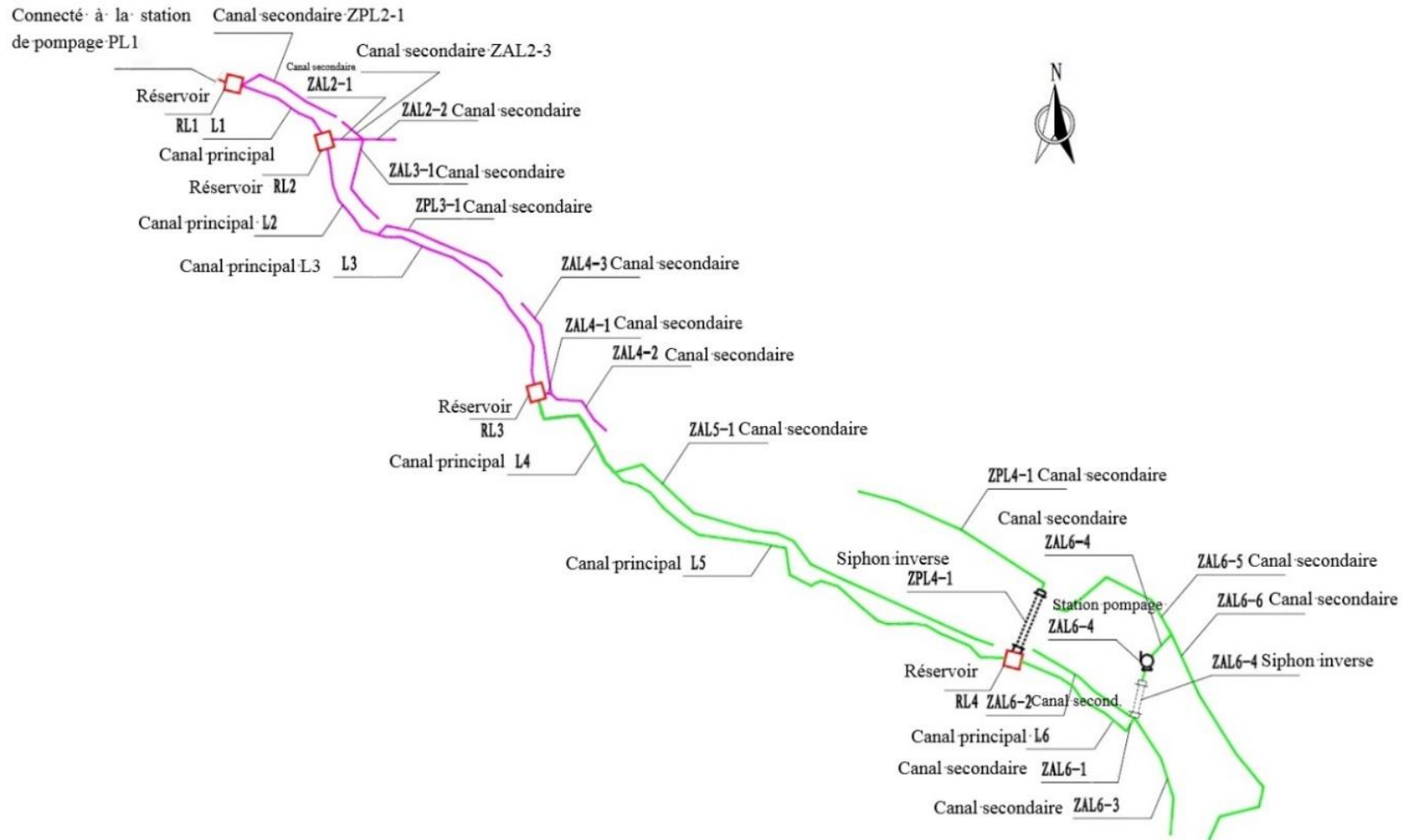


Figure 2.3-8 Plan d'aménagement des canaux principaux et secondaires dans l'Ouest I

Tableau 2.3-2Eléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de l'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 sphérique 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 3,0 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 zone Ouest II dispose d'un canal principal M et trois canaux secondaires qui sont respectivement le canal principal M, les canaux secondaires de ZAL1-1, ZAL1-2 et ZAL1-3, dont la canal principal M sera réalisé dans la phase I. Le canal principal M commence par le bassin de sortie de la station de pompage PL2 et est disposé du nord-ouest au sud-est suivant les courbes de niveau, avec un linéaire de 41,12 km. Le canal secondaire ZAL1-1 part du bassin de sortie de la station de pompage PL2 et distribue l'eau vers les canaux secondaires ZAL1-2 et ZAL1-3, et alimente également le bassin artificiel RM1.

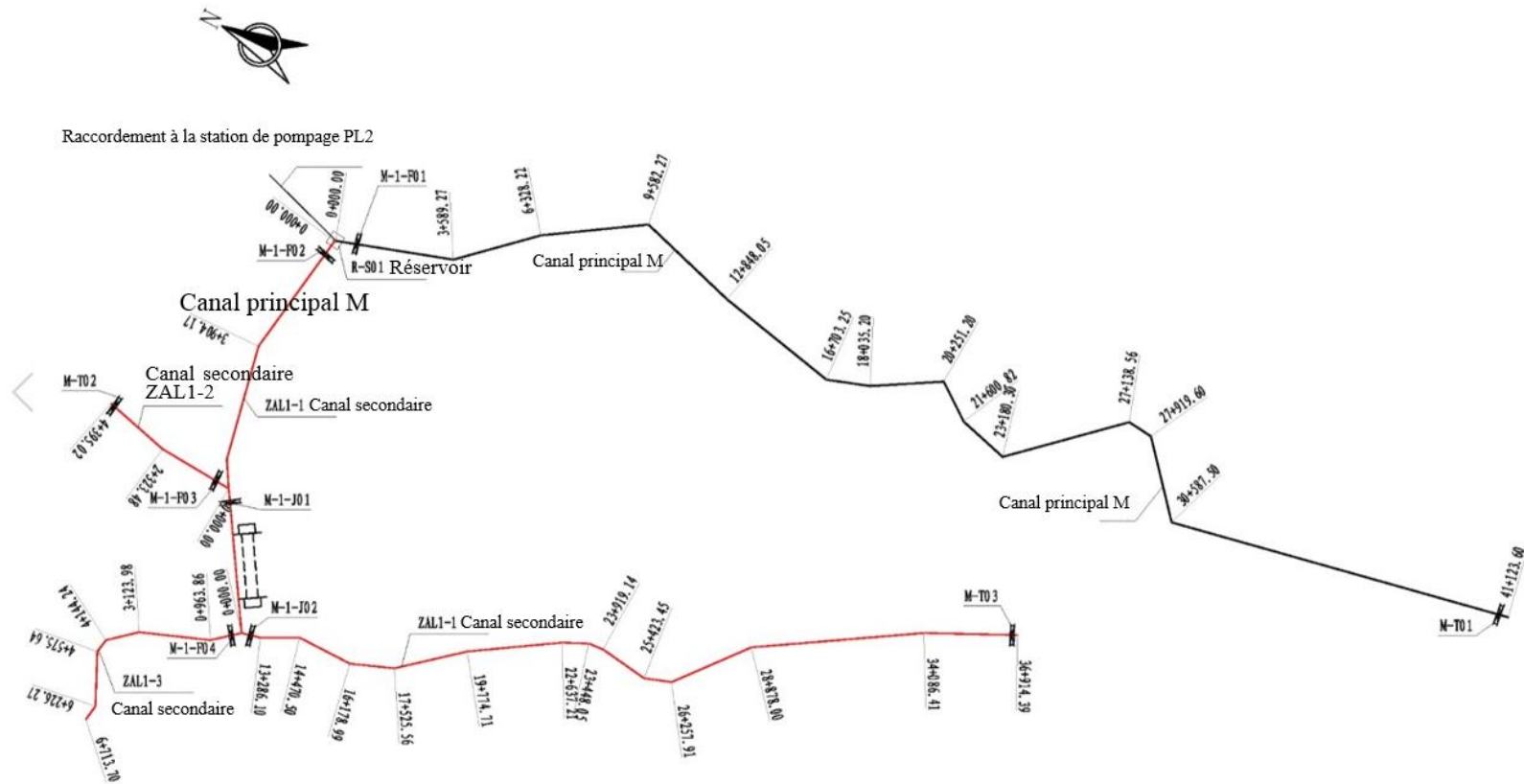


Figure 2.3-9 Plan d'aménagement des canaux dans la zone Ouest II

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

Tableau 2.3-3 Eléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de l'Ouest II

Nom de canal	N ° de pieu de départ	N ° de pieu de fin	D ébit de conception (m ³ /s)	Profondeur d'eau normale (m)	D ébit (m/s)	Type de coupe	Largeur du fond(m)	Hau teur (m)	Coefficient de pente de trap èze m
Canal principale M	0+000,00	3+600,00	3,03	1,31	0,45	Trap èze	2,5	2	2
	3+600,00	33+600,00	3,03	1,18	0,59	Trap èze	2	2	2
	33+600,00	41+123,60	3,03	0,97	0,83	Trap èze	2	2	2
ZAL1-1	0+000,00	8+317,84	4,37	1,13	0,91	Trap èze	2	2	2
	12+617,84	36+914,39	1,85	1,1	0,4	Trap èze	2	2	2
ZAL1-2	0+000,00	1+000,00	0,70	0,57	0,58	Trap èze	1	1	2
	1+000,00	4+395,05	0,70	0,4	1,26	Trap èze	1	1	2
ZAL1-3	0+000,00	6+713,70	1,77	1,08	0,4	Trap èze	2	2	2

Les sections transversales des canaux principaux et secondaires adoptent le type trap ézo ïdal. 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 m ême que celle des canaux dans l'Ouest I.

2.3.5.9 Conception d'écluses dans les canaux principaux et secondaires

L'ouvrage de l'écluse contient des vannes de répartition, des vannes de régulation, des vannes de retour d'eau et des vannes des édifices, qui sont toutes de type ouvert et 46 écluses au total. 21 écluses de répartition sont disposées dans l'Ouest I et 4 sont disposées dans l'Ouest II, soit 25 au total. 1 écluse de régulation est disposée dans l'Ouest I, et 2 sont disposées dans l'Ouest II, soit un total de 3. 12 écluses de retour d'eau sont disposées dans l'Ouest I et 4 sont disposées dans l'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 consid éés conjointement avec les écluses de répartition de canaux. En plus, deux siphons inverses doivent être disposés s épar ément, qui sont respectivement la vanne de régulation en sortie et la 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.

2.3.5.10 R éservoir

Ce projet mettra en place 5 r éservoirs, dont 4 sont install és le long du canal principal L dans l'Ouest I. Le r éservoir RM1 est situ é le long du canal principal M dans l'Ouest II. Le volume net de stockage du r éservoir est d étermin é en fonction de 70% du besoins en eau potable des habitants et de l'élevage couverts par celui-là

Le corps du r éservoir est dispos é 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 2.3-4 Paramètres caractéristiques du réservoir

Nom	Fond		Niveau d'eau		Surface supérieure		Volume du réservoir (m ³)	Capacit�e de conception (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 structural est installé tous les 8 m dans les sens transversal et longitudinal, et la surface est scellée avec caoutchouc polysulfure.

2.3.5.11 Siphon inverse

3 siphones inverses seront mis en place dans les dépression 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 2.3-5 Statistiques du Siphon inverse des canaux secondaires

Zone d'irrigation	Canaux	Nom de Siphon inverse	Longueur (m)	Diamètre du tuyau (m)	Débit de conception (m ³ /s)	Perte (m)
Région Ouest I	Canal secondaire ZPL4-1	Siphon inverse à canal secondaire ZPL4-1	6000	1,6	1,107	1,33
	Canal secondaire ZAL6-4	Siphon inverse à canal secondaire ZAL6-4	5120	2,2	3,674	2,29
Région Ouest II	Canal secondaire ZAL1-1	Siphon inverse à canal secondaire ZAL1-1	4300	2,4	4,37	1,71

Le siphon inverse adopte le tuyau PCP 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 vannes 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 à, 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

relié au mur de soutènement d'entrée du tuyau de siphon inverse.

Le tuyau sont en PCP 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 compacté 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 vannes de régulation est placé 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.

2.3.5.12 Station de pompage de suralimentation

Le canal secondaire ZAL6-4 est équipé d'une station de pompage pour la suralimentation. 4 pompes centrifuges sont installés (1 en réserve). Le débit de conception total est de 3,674 m³/s, la hauteur d'élévation (pump head) est de 18 m et la capacité totale installée est de 2000 kw. La station de pompage est principalement composé 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.

2.3.5.13 Autres

(1) Travaux de drainage

Lorsque l'élévation du bassin versant est plus basse que le remblai du canal, un ponceau de ruisseau de montagne est configuré pour évacuer les eaux de crue hors du canal, et le ponceau adopte des tuyaux en béton préfabriqué. Au total, 118 ponceaux de ruisseau de montagne sont aménagés dans la zone d'irrigation, dont 105 dans la zone Ouest I et 13 dans la zone Ouest II. Le diamètre du ponceau de ruisseau de montagne est DN1200, ce qui peut répondre à la crue de 1,5 m³/s. Le ponceau de ruisseau de montagne est composé d'une section de transition d'entrée, d'un corps de tuyau et d'une section de transition 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.

2.3.5.14 Zone de démonstration agricole

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.

2.3.5.15 Conception de la ferme piscicole de démonstration

La ferme piscicole de démonstration 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.

2.3.5.16 Embarcadère

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.

2.3.6 Génie mécanique et Electrique et structure métallique

2.3.6.1 Machines hydrauliques

Ce projet comprend principalement 2 stations de pompage, les stations de pompage PL1 et PL2, dont la station de pompage PL1 a un débit nominal de 16,06 m³/s, et un total de 14

pompes (dont 2 de secours) centrifuge horizontal à un étage à double aspiration; le débit de conception de la station de pompage PL2 est de $7,75 \text{ m}^3/\text{s}$, soit un total de 6 pompes à un seul étage horizontales centrifuges à double aspiration (dont une de secours).

Une vanne est placée sur le tuyau d'entrée 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 travail et le type de vanne est la vanne de commande de pompe à eau multifonctionnelle. La deuxième vanne est la vanne de révision pour l'unité de pompage et la vanne de commande de pompe à eau multifonctionnelle, et le type est une vanne hémisphérique excentrique à commande hydraulique.

2.3.6.2 Électrique

L'équipement électrique, mécanique principal conçu pour ce rapport comprend le palan de vanne, la vanne de commande, l'unité de pompe à eau, etc.

(1) Électricité primaire

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

La station de pompage est reliée au système d'alimentation électrique avec une ligne spéciale à double circuit, et le point d'alimentation est situé dans la centrale photovoltaïque entre les stations de pompage PL1 et PL2. L'écluse Richard Toll et l'écluse KMS seront connectés au réseau de distribution électrique spécifique de ce projet à un niveau de tension de 30 kV.

Le câblage électrique principal du système 30 kV de la station de pompage est essentiellement sélectionné comme câblage de section à bus simple; le système 10 kV et le système d'alimentation de la station 0,4 kV adoptent également la méthode de câblage de section à bus simple.

L'écluse Richard Toll et l'écluse KMS sont connectées au réseau électrique local avec des lignes de 30 kV. Le système de 30 kV utilise un câblage ligne à groupe, le côté basse tension est de 0,4 kV et utilise un câblage de bus simple.

Chaque station de pompage est équipée de deux transformateurs principaux, qui utilisent une régulation de tension en charge triphasée immergée dans l'huile, à double enroulement, et des transformateurs abaisseur à noyau de cuivre, qui se sauvegardent mutuellement. La méthode de démarrage de l'unité de pompe à eau est essentiellement choisie comme démarreur progressif solide. Le palan de vanne d'écluse est démarré par démarrage direct. Le moteur adopte un moteur synchrone et un moteur asynchrone, et la tension nominale du moteur est de 10 kV.

Le dispositif de compensation de puissance réactive de la station de pompage prévoit d'adopter la méthode de compensation centralisée de la batterie de condensateurs.

(2) Contrôle, protection et communication interne

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

Chaque ligne d'arrivée de 30 kV est équipée d'un ensemble de dispositifs de protection et de surveillance. Chaque transformateur principal est équipé d'un ensemble de protection de transformateur.

Chaque station de pompage est équipée d'un ensemble de système d'alimentation DC.

Chaque station de pompage et station d'écluse sont équipées d'un ensemble de systèmes de surveillance d'image.

2.3.6.3 Structure métallique

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

La zone d'irrigation se compose principalement de deux parties, le canal L et le canal M. Les structures métalliques impliquées comprennent des vannes de répartition, des vannes de régulation et des vannes de retour d'eau, un total de 92 ensembles de vannes et de palans. Compte tenu de la petite taille de l'orifice et de la petite tête de conception, les vannes de la zone d'irrigation sont toutes des vannes en fonte et le palan adopte un palan à vis à double usage manuel et électrique.

Les 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 et l'écluse KMS sont toutes équipées de vannes de révision et de vannes de travail, un total de 21 ensembles de vannes et de palans; l'écluse Richard Toll est une écluse existante, le principal contenu des travaux est de remplacer 8 ensembles de palans à vis manuels par des palans à vis à double manuels et électriques.

Il y a 14 unités dans la station de pompage PL1. La structure métallique comprend principalement des casiers à ordures d'entrée et l'équipement de nettoyage, des vannes de révision et des équipements d'ouverture et de fermeture, et le raccordement des tuyaux en acier et des conduites d'eau pour l'entrée et la sortie de la station de pompage; la station de pompage PL2 dispose d'un total de 6 unités, sa structure métallique comprend principalement des casiers à ordures d'entrée et l'équipement de nettoyage, des vannes de révision et de l'ouverture et de les équipements d'ouverture et de fermeture, ainsi que les raccordements des tuyaux en acier et les conduites d'eau pour l'entrée et la sortie de la station de pompage.

2.3.7 Centrale électrique

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

L'échelle de la centrale photovoltaïque est de 40,509 MWp/34 MWac, il est prévu d'utiliser des composants de 450 Wp, une machine intégrée à boîtier-onduleur de 6800 kW; pour le générateur diesel, il est prévu d'utiliser 11 générateurs diesel légers avec une puissance de charge normale de 1,6 MW (réserve d'urgence (ESP) 1,8 MW, capacité 2250kVA); pour le stockage d'énergie, il est prévu d'utiliser deux convertisseurs de 1MW et une batterie de stockage d'énergie de 33MWh.

La partie photovoltaïque est prévue pour adopter une fondation de battage de pieux, et le support adopte un support fixe avec pieu et colonne intégrés. La fondation de la plateforme de transformateur en caisson est prévu d'adopter une plateforme en béton à base de pieux tubulaires en béton armé précontraint. Ce projet comprendra la construction d'une nouvelle centrale électrique, comprenant un complexe de production, une salle de distribution électrique de 30 kV, deux salles de générateurs diesel, un réservoir de stockage d'énergie, une salle des pompes à eau et une salle SVG.

2.3.7.1 Électricité primaire

La centrale photovoltaïque est divisée en 5 unités de production d'électricité avec 8,1018 MWp en tant qu'unité de production d'énergie photovoltaïque, chaque unité de production d'énergie photovoltaïque est composé de 18804 modules photovoltaïques de 450Wp, chacun de 28 modules est une chaîne, un total de 643 chaînes; après avoir convergé à travers le boîtier de combinaison DC, il est connecté à la machine intégrée à l'onduleur et à transformateur en caisson. Chaque matrice dispose d'une machine intégrée à l'onduleur et à transformateur en caisson de 6800 kW.

La ligne de collecte adopte le type de câble à enterrer directement, et la ligne de collecte sur le terrain adopte une conception à diamètre variable pour réduire le coût.

Le projet construira une nouvelle station de commutation, intégrant des générateurs photovoltaïques, de stockage d'énergie et diesel dans la station de commutation pour une régulation unifiée. Le câblage principal moyenne tension du poste de commutation adopte un câblage à section de bus simple. Les générateurs photovoltaïques, de stockage d'énergie et diesel sont respectivement connectés à deux jeux de barres moyenne tension. Chaque jeu de barres moyenne tension est relié à PL1 et PL2 pour garantir que chaque station de pompage a l'alimentation à deux voies, ce qui améliore la fiabilité de l'alimentation électrique à la station de pompage.

Le projet utilise une armoire de commande montée au milieu avec isolation à l'air et un

disjoncteur à vide pour l'armoire à disjoncteurs. Il y a 22 armoires de commutation dans ce projet, qui sont disposés des deux côtés dans la salle de distribution électrique. Il y a un total de 10 intervalles sur chaque moyenne tension barre de bus, y compris un intervalle de ligne de collecte, un intervalle de stockage d'énergie, deux intervalles de générateur diesel, un intervalle de PT de bus, un intervalle d'alimentation de station, un intervalle de SVG, un intervalle de liaison de bus, un intervalle de sortie PL1 et un intervalle de sortie PL2.

2.3.7.2 Électricité secondaire

(1) Système de surveillance

L'état de fonctionnement de la centrale électrique à micro-réseau est traité par le RTU du dispositif terminal de commande à distance du micro-ordinateur de la sous-station d'appoint, puis transféré au système informatique de l'autorité d'alimentation électrique de niveau supérieur via le canal de télécommande, et affiché sur CRT moniteur et l'écran pseudo-système, il peut également être imprimé pour faire le tableau au personnel de service afin de surveiller et informer à tout moment, puis faire le traitement correspondant.

(2) Protection de relais

L'équipement électrique de la station de commutation micro-réseau adopte une protection par micro-ordinateur. La protection de relais de ligne 30 kV, de mise à la terre et des transformateurs de sous-station, de SVG, de système de générateur diesel et d'équipement de stockage d'énergie est configuré conformément aux exigences de la CEI et des réglementations locales. Il peut réaliser la surveillance complète de l'équipement dans le système de 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 répartition. Le système de commutation à commande par programme répond non seulement aux exigences de la répartition de la production et de la communication administrative dans la centrale électrique, mais réalise également le réseau de communication avec le centre de contrôle de télécommande.

2.3.8 Conception de l'organisation de la construction

2.3.8.1 Sélection de champ de matériel

(1) Sable et gravier

Le projet nécessite environ 805200 m³ de granulats de béton, 93800 m³ de sable et de gravier, 639 900 m³ de coussin de sable grossier et de gravier et 283700 m³ de mortier et de maçonnerie. En résumé, le projet nécessite un total de 1 822 600 m³ de sable et de gravier.

Étant donné qu'il n'y a pas de pierre qualifiée près 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 remplissage

La quantité totale de remblais en terre et en pierre dans ce projet est d'environ 6 577 600 m³ (compacté), totalisant 7585100 m³ naturel, dont 6 015 200 de m³ (m³ naturel) sont utilisés pour l'excavation, et le reste est extrait des parcs à bestiaux voisins. Le volume d'extraction est d'environ 1 569 900 m³.

2.3.8.2 Déviation et coupure du cours d'eau de la construction

Le niveau d'ouvrage de dérivation est de niveau 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 entourées de batardeaux en terre-roche pour former des fosses de fondation pour la construction de l'écluse. L'élévation supérieure 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 de l'arrière-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 supprimé après la construction de l'écluse se termine.

L'écluse de Syer adopte un batardeau de crête de terre réservé pour retenir l'eau. Le haut du batardeau de façade de terre mesure 4 m d'élévation et 6 m de largeur. Une fois la construction de l'écluse terminée, le batardeau de la crête de terre sera enlevé.

2.3.8.3 Méthode de l'exécution des travaux

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

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

Le terrassement du canal de la Taouey est dragué par une drague suceuse à désagrégateur, qui est transportée par tuyau de boue jusqu'à la décharge de boue. Le dragage du Ferlo est organisé sur la terre ferme pendant la saison sèche et les excavatrices sont utilisées pour le creusement, le chargement et le transport par camion à benne.

Le terrassement pour le remplissage est entièrement excavé par d'autres matériaux du projet. Après avoir été transportés sur le site par un camion à benne basculante de 10-15t, il est étalé et nivelé par des bulldozers, et compacté par le rouleau à surface lisse avec pilon grenouille.

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 tonnes.

La structure métallique comprend principalement des vannes de révision, des vannes de travail, des palans et des treuils électriques. Le poids d'une seule pièce maximum du palan et du treuil électrique est de 8 tonnes. Il est hissé en camion et la vanne est installée avec son propre équipement de levage.

2.3.8.4 Trafic de construction

En partant de Dakar, la capitale, la zone du projet est accessible via l'autoroute A1, les autoroutes nationales N2 et N3. De plus, plusieurs autoroutes en aval de l'autoroute nationale traversent la zone du projet. Les conditions de circulation externe de ce projet sont bonnes, et il répond aux exigences d'entrée sur le site pour les matériaux en vrac et les articles majeurs.

Le 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, principalement des routes reliant 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 mesure 6,0 m de large, toutes en ciment.

2.3.8.5 Disposition générale de construction

Des installations temporaires pour la construction de rivières 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 organisées de manière centralisée.

2.3.8.6 Avancement total de la construction

L'avancement de la construction est divisé en quatre phases, à savoir la période de préparer à construction 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 préparer à construction du projet n'est pas incluse dans la période totale de construction.

Les travaux de préparation de la construction devraient être effectués de mars de la première année à octobre de la première année, soit 1 mois de la période de construction effectif; la période de construction principale est terminée d'avril de la première année à janvier de la quatrième année, ce qui représente 34 mois de la période de construction effectif, la période d'achèvement du projet est prévu d'être de janvier à février de la quatrième année, ce qui représente un mois de la période de construction effectif pour terminer les derniers travaux de finition du projet, et la période totale de construction est de 36 mois.

2.3.9 Recommandations de mise en œuvre par phases

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 120m³/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.

2.4 Tableau des caractéristiques techniques

Le tableau des caractéristiques techniques est présent dans le tableau 2.4-1.

Tableau 2.4-1 Tableau des caractéristiques techniques

No	Nom	Unité	Quantité	Note
I	Hydrologie			
1	Caractéristiques du bassin			
	Superficie de bassin du fleuve S égal	km ²	440 000	
	Longueur du fleuve S égal	km	1 790	
	Superficie de bassin du fleuve Ferlo	km ²	45 000	
2	Précipitation moyenne sur plusieurs années	mm	100~300	Vallée de Ferlo
3	Ruissellement moyen sur plusieurs années	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	Sédiment			
	Décharge totale de sédiments moyenne sur plusieurs années	mille t	500~1000	Fleuve S égal

No	Nom	Unit é	Quantit é	Note
	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 conçue	ha	24348	
	Approvisionnement en eau d'irrigation en l'année 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			
	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 b étail			
	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	
	D ébit de la t ête du canal principal L	m ³ /s	16,06	3.23 m ³ /s dans la Phase I
	D ébit de la t ête du canal principal M	m ³ /s	7,75	
9	Écluse KMS			
	D ébit de conception	m ³ /s	120	
10	Station de pompage			

No	Nom		Unit é	Quantit é	Note
10.1	D ébit de la station de pompage PL1		m ³ /s	16,06	
	D ébit 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	
	D ébit 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 sortie d'eau	Niveau d'eau maximum de fonctionnement	m	44,95	
10.3	Station de pompage de suralimentation		m ³ /s	3,674	
III	Grade de projet et crit ère de conception				
1	Grade de projet			II	
2	Grade des constructions principales			2	
3	Capacit é 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 cr ète de digue		m	4	
	Largeur de la cr ète de digue		m	5/6	
	Talus int érieur	Pente		1: 3	
		Type de rev êtement de talus		Rev êtement de ma çonnerie en pierre/ Rev êtement de gazon	

No	Nom	Unit é	Quantit é	Note
	Talus ext érieur	Pente	1: 3	
		Type de rev êtement de talus	Rev êtement de gazon	
3	Écluse KMS			Mis en œuvre dans la Phase I
	D ébit 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	
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	

No	Nom	Unit é	Quantit é	Note
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
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	
	Diam ètre	m	1,6	D ébit de conception de 1,107m ³ /s
(2)	Siphon inverse du canal secondaire ZPL6-4			
	Longueur	m	5120	
	Diam ètre	m	2,2	D ébit 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	R égion 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 int érieur (coupe transversale du trap èze)	-	1: 2	
6.2.2	Canal secondaire			

No	Nom	Unit é	Quantit é	Note
	Longueur	km	48,02	
	Largeur du fond	m	1~2	
	Talus int érieur	-	1: 2	
6.2.3	R éservoir		1	
6.2.4	Vanne de r épartition		4	
6.2.5	Vanne de contr ôle		2	
6.2.6	Vanne de retour d'eau		4	
6.2.7	Siphon inverse		1	
	Longueur	m	4300	
	Diam ètre	m	2,4	D ébit de conception de 4,37m ³ /s
6.2.9	Ponceau		13	
6.2.10	Pont de circulation		20	
7	Équipements électricité et mécaniques principaux			
7.1	Station de pompage PL1			
	Nombre de pompes à eau	Set	14	12 en service et 2 en r éserve, 3 en service et 1 en r éserve 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 r éserve
	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 r éserve
	Type		Pompe centrifuge	
	Capacité unitaire	kW	500	
8	Centrale photovolta ïque			
8.1	Capacité install ée			
	Capacité install ée photovolta ïque	MWp	40,509	34 MWac
	Capacité de stockage	MWh	33	

No	Nom	Unit é	Quantit é	Note
8.2	Centrale de commutation			
			Centrale de commutation à micro-r éseau de 30kV	
8.3	Moteur diesel			
		Capacit é	1600 (Prime power)	
		Set	11	4 unit és 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			
	Embarcad ères		10	
	Jardin agricole de d émonstration	ha	2*100 ha (l'Ouest II) + 50ha(L'Ouest I)	1 pour la Phase I avec superficie de 50 ha
	Ferme piscicole de d émonstration	ha	0,5	
	B âtiment de service	Set	1	Superficie 6000m ²
V	Ex écut ion des travaux Construction			
1	Nombre des ouvrages principaux			
	Excavation de terrassement	mille m ³	11 706,8	Y compris enl èvement du batardeau
	Dragage de terrassement	mille m ³	4880,5	
	Excavation de pierre	mille m ³	845,6	
	B êton	mille m ³	659,9	
	Ferrailage	t	4467	
2	D érivation			
	Type de d érivation		D érivation par phase	
	Crit ère de d érivation	%	10	
	Hauteur maximale du batardeau	m	6	
3	Dur ée de la construction	Mois		
	Dur ée totale	Mois	36	

3 Hydrologie

3.1 Aperçu du bassin

Le Sénégal est situé à l'extrême ouest de l'Afrique de l'Ouest, dont capitale est Dakar. Il est bordé 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. La superficie terrestre est de 196 700 km² et les côtes mesurent environ 700 km.

Le fleuve Sénégal est un des plus grands fleuves d'Afrique de l'Ouest. Il prend sa source sur le massif du Fouta-Djalon en Guinée, traverse la Guinée, le Mali, le Sénégal et la Mauritanie et se jette dans l'océan Atlantique. Le cours d'amont du fleuve Sénégal est appelé le fleuve Bafing, après avoir reçu l'affluent de la rive droite du fleuve Bakoye à Bafoulabé du Mali, il est appelé fleuve Sénégal. Entre Kayes et Bakel, le fleuve pénètre dans le Sénégal et reçoit sur sa rive gauche la Falémé qui est également originaire de Guinée et est le dernier affluent avec de l'eau toute l'année. À partir de là le fleuve Sénégal forme la frontière entre le Sénégal et la Mauritanie, serpentant vers l'ouest et se jette dans l'océan Atlantique à Saint-Louis. À partir de la source du Bafing, la rivière a une longueur totale de 1430 km, formant un grand coude, entourant les plaines arides de Fouta et Ferlo au Sénégal. La superficie du bassin est de 440 000 km².

Le cours d'amont du fleuve Sénégal traverse la région du plateau pluvieux. Il existe de nombreux rapides et cascades dans le cours d'amont de Kayes au Mali, parmi lesquels les plus grandes chutes d'eau sont les chutes de Gouina et du Fédou. La section de la rivière en aval de Kayes serpente dans une zone de prairies basses. Il y a peu d'affluents des deux côtés, pas de chutes d'eau et de rapides, le lit de la rivière est plus doux et les méandres de la rivière sont développés. À l'estuaire, en raison de l'influence de la dérive le long de la côte atlantique et des alizés, un grand banc de sable étroit se forme, traversant l'estuaire et se développant progressivement vers le sud, devenant un obstacle à la navigation. En raison de l'expansion progressive du banc de sable, il est difficile d'atteindre Saint-Louis, à environ 25 km en amont du banc de sable directement de la mer.

Le fleuve Sénégal est géré par l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal créée en 1972.

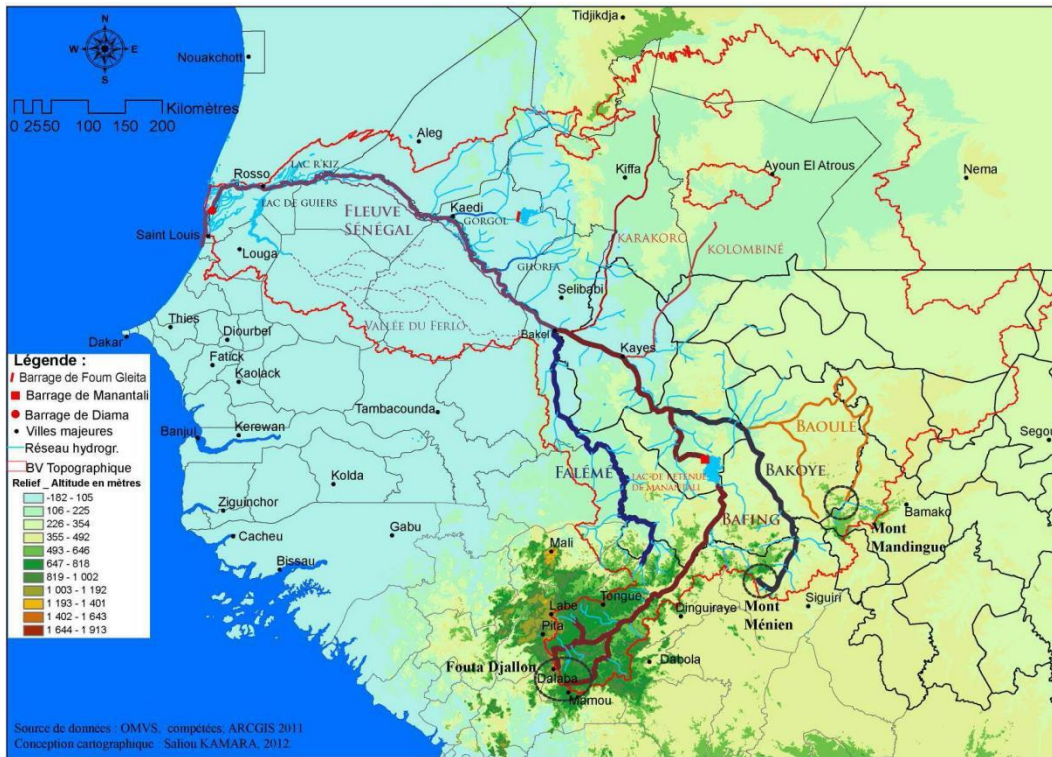


Figure 3.1-1 Vue d'ensemble du bassin du fleuve S énégal

3.2 Aperçu de la zone de réception d'eau

Le marigot Ferlo est un affluent de la rive gauche du bas fleuve Sénégal coulant d’est à ouest, avec une superficie de bassin de 45 000 km². Le cours d’aval du Ferlo se trouve le lac Guiers qui mesure environ 50 km de long, 7 km de large et d’une superficie d’eau d’environ 250 km². Il s’étend du nord-est au sud-ouest et est relié au cours d’eau principal du fleuve Sénégal par le canal de la Taouey de 17 km. Le canal de la Taouey est proche du cours d’eau principal du fleuve Sénégal, il y a une écluse Richard Toll qui a un débit prévu de 120 m³/s. Sa fonction principale est de détourner l’eau du fleuve Sénégal. Le bout du lac est relié au marigot Ferlo par l’écluse KMS dont le débit conçu est de 50 m³/s. À l’heure actuelle, trois grands projets hydrauliques ont été construits dans le bassin du fleuve Sénégal, à savoir le barrage de Diama, le barrage de Manantali et la centrale hydroélectrique du Fidou (une centrale hydroélectrique de ruissellement). La centrale hydroélectrique de Gouina (une centrale hydroélectrique de ruissellement) est en construction.

Ce projet est situé dans l’amont du lac Guiers et fournit principalement de l’eau à la région de Louga. Les entrées et sorties d’eau du lac Guiers sont fortement affectées par l’exploitation des barrages de Diama et Manantali.

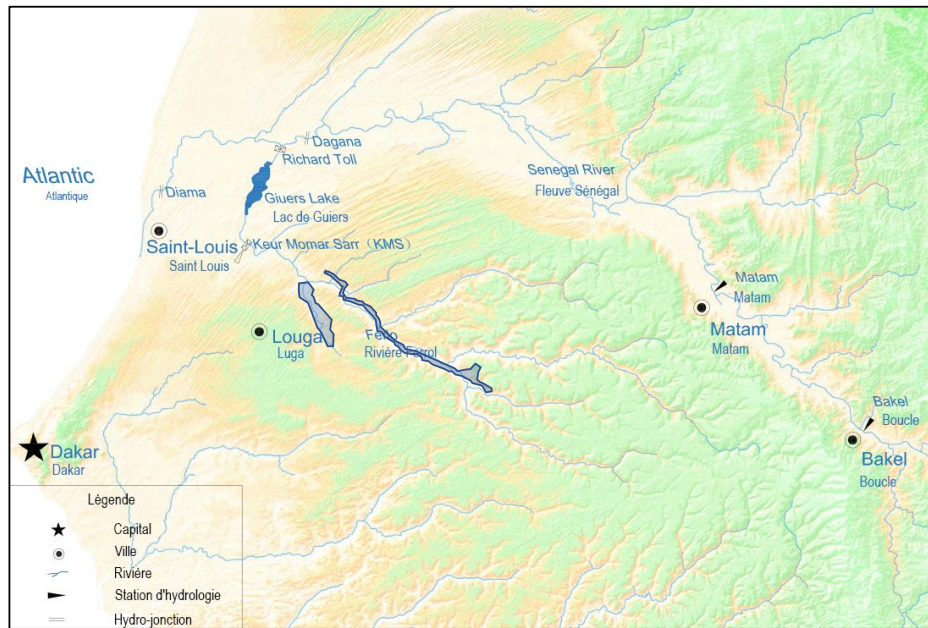


Figure 3.2-1 Sch éma de la localisation du projet

(1) Complexe hydraulique de Manantali

Le complexe hydraulique de Manantali est situé sur le fleuve Bafing, l'affluent de l'amont du fleuve Sénégal. La construction du barrage a commencé en 1982 et s'est achevée en 1988. La centrale a commencé la construction en 1991, s'est achevée en 1997 et a commencé à produire de l'électricité en 2002. Le projet de contrôle de l'eau de Manantali est géré par la Société de gestion de l'énergie de Manantali (SOGEM). Les fonctions principales du complexe sont: 1) Production d'énergie hydroélectrique; 2) Satisfaire les besoins de navigation, d'irrigation, d'eau pour les humains et le bétail et d'eau industrielle pendant la saison sèche; 3) Créer des inondations artificielles pour maintenir les activités vannetradiationnelles de décrue et protéger l'environnement; 4) Réduire l'inondation exceptionnelle du fleuve Bafing.

Le barrage contrôle environ 50% de l'eau du cours d'amont du fleuve Sénégal, et le réservoir correspondant dispose d'une capacité de stockage d'environ 11,3 milliards de m³. L'objectif sur la défense contre les crues est de contrôler le débit de la station Bakel jusqu'à 4500 m³/s; la reconstitution de la saison sèche peut répondre à la demande de l'irrigation, de l'eau potable et de la navigation des utilisateurs en aval. Les stratégies de gestion des débits de décharge mises en œuvre depuis mi-2000 sont: 120 m³/s de janvier à juillet, 180 m³/s d'août, 120 m³/s de septembre à novembre et 100 m³/s de décembre.

(2) Barrage de Diama

Le barrage de Diama est situé à l'embouchure du fleuve Sénégal, à 26 km en amont de Saint-Louis. Le barrage a été construit de 1981 à 1986 et achevé en 1987. Après l'achèvement et l'exploitation, un réservoir est formé entre le barrage et Dagana. Le barrage est géré par la Société de gestion et d'exploitation de Diama (SOGED). Les fonctions des barrages et des réservoirs sont:

- Bloquer la remontée de la langue salien période d'étiage du canal en amont;
- Fournir de l'eau d'irrigation aux 120 000 ha environnants avec le complexe de Manantali,
- Approvisionner en eau pour des zones urbaines et rurales;
- Approvisionner en eau pour les lacs et dépressions reliés aux marigots (lac de Guiers et lac R'Kiz au Sénégal, et dépression Aftout Es Saheli en Mauritanie);
- Réduire la hauteur de levage de l'eau de la zone d'influence du réservoir.

Le barrage de Diama comprend déversoir, écluse de navire, corps de barrage, digues etc. Parmi eux, le déversoir mesure 170m de long et a un débit de conception de 6500 m³/s. Il est composé d'une vanne de 7 trous de 20 m * 11,5 m; l'écluse du navire est 175 m de long et 13 m de large, le barrage est de 440m de long; les digues s'étendent des deux côtés du barrage jusqu'à Tond Birette sur la rive droite et Tond N'Guinor sur la rive gauche.

Lorsque le niveau d'eau du réservoir de Diama est de 1,50 m IGN, la capacité de stockage est de 250 millions de m³, la surface de l'eau est de 235 km² et le remous atteint Boge située environ 350 km du barrage; lorsque le niveau d'eau est de 2,50 m IGN, la capacité de stockage est de 585 millions de m³, et la surface de l'eau est de 433 km², et l'eau atteint Sardet, environ 450 km du barrage.

En outre, des digues relativement longues ont été construites sur les rives gauche et droite pour la fermeture des réservoirs et le contrôle des crues, ainsi que des services de dérivation et d'approvisionnement en eau pour la région. Le remblai sur la rive droite a été construit à Rosso, environ 77 km de long; le remblai sur la rive gauche mesurait environ 80 km, y compris 10 écluses de dérivation, qui peuvent directement détourner l'eau du fleuve Sénégal pour l'irrigation. La plupart de ces ouvrages sont équipés de stations de pompage afin que l'eau puisse être pompée et irriguée lorsqu'elle ne peut pas s'écouler de soi-même.

3.3 Météorologique

Le fleuve Sénégal traverse différentes régions climatiques dont, où les précipitations varient considérablement d'un endroit à l'autre, ce qui impacte la quantité de ruissellement dans chaque section et ses changements saisonniers. Le cours supérieur est riche en précipitations et les précipitations annuelles sont d'environ 1500 à 2000 mm; les régions en aval dans le territoire du Sénégal sont affectées par la ceinture d'alizés et sont au climat de steppe tropicale avec des étés pluvieux et des hivers secs, et la plupart des parties centrale et orientale sont des zones semi-désertiques. La pluviométrie annuelle dans la vallée du Sénégal elle-même est de 250 à 760 mm et les pluies produites entre fin mai et mi-octobre. Les zones côtières sont relativement humides avec des précipitations annuelles de 500 ~ 1000 mm. La température maximale moyenne est de 41 °C en avril et la température minimale moyenne de 17 °C en janvier.

La zone où se trouve le lac de Guiers concerne un climat sahéarien, alternant la saison sèche de novembre à mai et la saison de pluie de juin à octobre. Les précipitations annuelles sont de

100 mm à 300 mm. La température dans cette zone est relativement élevée, avec une température moyenne de 28,1°C. La température moyenne de mai à juin dépasse 31 °C. La température est la plus basse de janvier à février, avec une température moyenne de 23,4 °C pendant cette période.

Selon les statistiques de la station météorologique de Louga, les précipitations annuelles moyennes de 1960 à 2016 est de 319 mm, l'évaporation moyenne annuelle de 1971 à 2015 est 3018 mm et la vitesse moyenne du vent de 1980 à 2016 est de 3,1 m³/s. Les résultats sont présentés dans le tableau 3.3-1.

Tableau 3.3-1 Valeurs caractéristiques des éléments météorologiques à la station météorologique de Louga au Sénégal

Paramètre		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Précipitations (mm)	Précipitations moyennes	0,93	0,94	0,44	0,09	0,44	8,82	55,71	127,67	100,97	22,58	0,92	0,25	319
Température (°C)	Température maximale extrême	32,4	34,5	36,3	37,1	37,2	36,0	34,2	33,7	34,2	37,2	36,3	33,4	35,2
	Température minimale extrême	16,3	17,3	18,1	18,4	19,8	22,2	23,3	24,3	23,6	22,7	19,8	17,4	20,2
Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s)		3,34	3,36	3,42	3,59	3,45	3,35	3,15	2,78	2,47	2,72	2,75	3,01	3,1
Évaporation moyenne (mm)		328	316	340	307	273	191	165	136	125	214	296	327	3018
Humidité relative maximale moyenne (%)		58,1	64,0	73,4	81,7	84,9	90,8	90,1	91,1	93,4	90,9	75,7	61,8	79,6
Humidité relative minimale moyenne (%)		18,5	17,8	19,2	21,8	26,2	38,8	48,4	53,5	52,4	33,5	22,6	20,3	31,1
Ensoleillement moyen mensuel (h)		7,7	8,5	8,5	8,9	8,6	8,2	8,1	8,2	7,9	8,5	8,3	7,7	8,3
Observation														

3.4 Informations de base

Le bassin du fleuve S énégal a la station hydrologique de Bakel et la station hydrologique de Matam au S énégal; en outre, l' écluse Richard Toll à la jonction du lac de Guiers et du fleuve S énégal à travers le canal Taouey, l' écluse Keur Momar Sarr (écluse KMS en abrégé) à l'extrémité du lac Guiers dans le Bas Ferlo, et le barrage de Diama à l'embouchure du fleuve S énégal ont des données de débit.

(1) Station hydrologique de Bakel

La station hydrologique de Bakel est située dans la région de Bakel, et les données journalières de débit et de niveau d'eau de 1987 à 2017 sont disponibles.

(2) Station hydrologique de Matam

La station hydrologique de Matam est située dans la ville de Matam. Les données de débit et de niveau d'eau journalières de 1987 à 2016 sont disponibles, mais certaines périodes n'ont pas été mesurées et il y a seulement quelques années avec des données complètes.

(3) Écluse Richard Toll

L' écluse Richard Toll a été construite en 1947 pour contrôler le niveau d'eau du lac de Guiers grâce au réglage de la vanne. Les données journalières sur les niveaux d'eau de 1986 à 2019 sont disponibles.

(4) Écluse KMS

Les données journalières sur le niveau d'eau de l' écluse KMS pendant moins de 7 ans de 1997 à 2001 et de 2016 à 2017 sont disponibles.

(5) Barrage de Diama

Le barrage de Diama a été achevé en 1986 et des données sur le débit mensuel de 1994 à 2019 sont disponibles.

La répartition des réseaux fluviaux et des stations de mesure dans le bassin est illustrée à la figure 3.4-1.

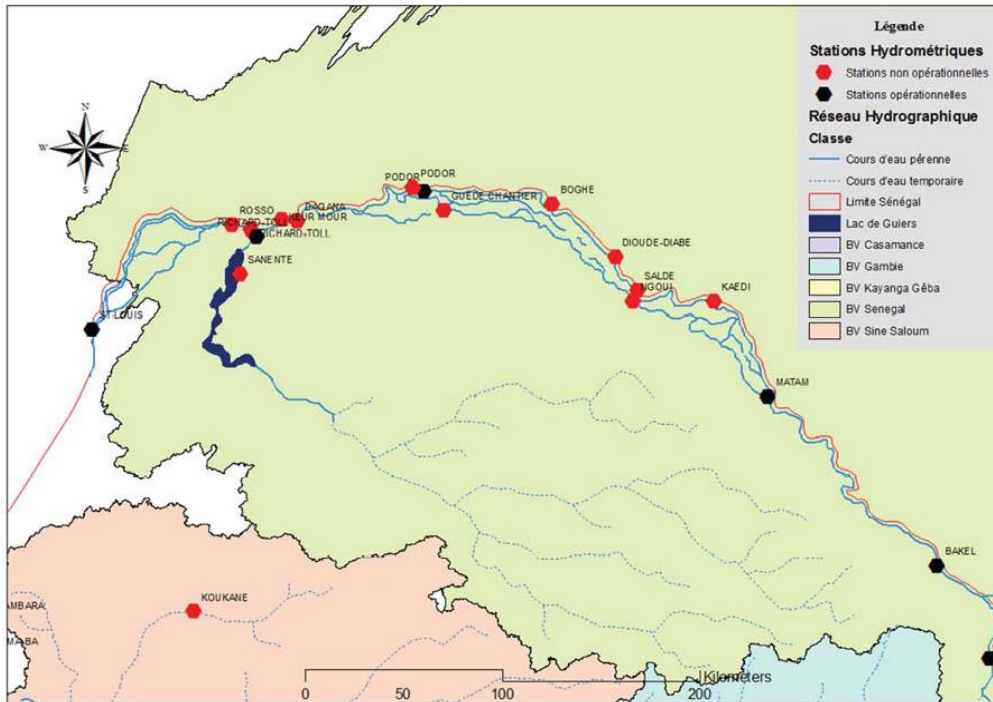


Figure 3.4-1 Carte de répartition des bassins fluviaux et des stations de mesure

3.5 Ruissellement

Trois grands projets de complexe hydraulique ont été construits sur le fleuve Sénégal et le réservoir de Manantali à un effet évident sur le ruissellement des cours moyen et inférieur.

(1) Station hydrologique de Bakel

Selon les statistiques des séries d'écoulement de 1987 à 2017 à la station hydrologique de Bakel, les résultats sont présentés dans le tableau 3.5-1.

Tableau 3.5-1 Résultats du débit moyen pluriannuel de la station hydrologique de Bakel

Item	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	An
Débit moyen (m ³ /s)	164	164	181	181	183	230	510	1235	1908	780	358	212	510
Ruissellement (millions de m ³)	439	399	484	470	490	596	1370	3310	4940	2090	928	568	16100
Pourcentage (%)	2,73	2,48	3,01	2,92	3,05	3,70	8,49	20,5	30,7	13,0	5,76	3,53	100

Le débit moyen annuel de la station hydrologique de Bakel est de 510m³/s, ce qui équivaut à 16,1 milliards de m³ de ruissellement. La variation interannuelle du ruissellement est importante. La série est la plus importante en 2012, avec un débit moyen annuel de 843m³/s et un ruissellement de 26,6 milliards de m³; la plus petite en 1990, avec un débit moyen annuel de 220m³/s et un ruissellement de 6,96 milliards de m³, avec un rapport extrême de 3,82.

Le ruissellement est inégalement réparti au cours de l'année, principalement concentré pendant la saison des crues de juillet à octobre, et le débit représente environ 72,7% de l'année. Pendant la saison sèche, la différence mensuelle entre novembre et juin est relativement faible, le ruissellement est stable et le débit mensuel représente de 2,48% à 5,76% de l'année entière.

L'analyse de la fréquence de ruissellement annuelle la station Bakel applique la série de ruissellement de 1988 à 2016, la courbe de fréquence adoptée est le type P-III, la méthode du moment calcule les valeurs initiales des paramètres et la méthode de la ligne d'ajustement détermineront les paramètres. Les résultats de l'analyse de la fréquence annuelle de ruissellement de la station Bakel sont présentés dans le tableau 3.5-2 et la figure 3.5-1.

D'après les analyse, 10% du débit moyen annuel de conception de la station Bakel est de 733 m³/s, soit 23,1 milliards m³ de ruissellement, 50% du débit moyen annuel de conception est de 491m³/s, soit 15,5 milliards m³ de ruissellement, le débit moyen annuel de conception de 90% est de 309 m³/s, le ruissellement équivalent est de 9,76 milliards m³.

Tableau 3.5-2 Résultats du calcul de la fréquence annuelle de ruissellement à la station Bakel

Années des séries de données	Valeur moyenne	Cv	Cs/Cv	Valeur de conception sous chaque fréquence (m ³ /s)				
				10%	20%	50%	75%	90%
1988 ~ 2016	509	0,33	2	733	642	491	388	309

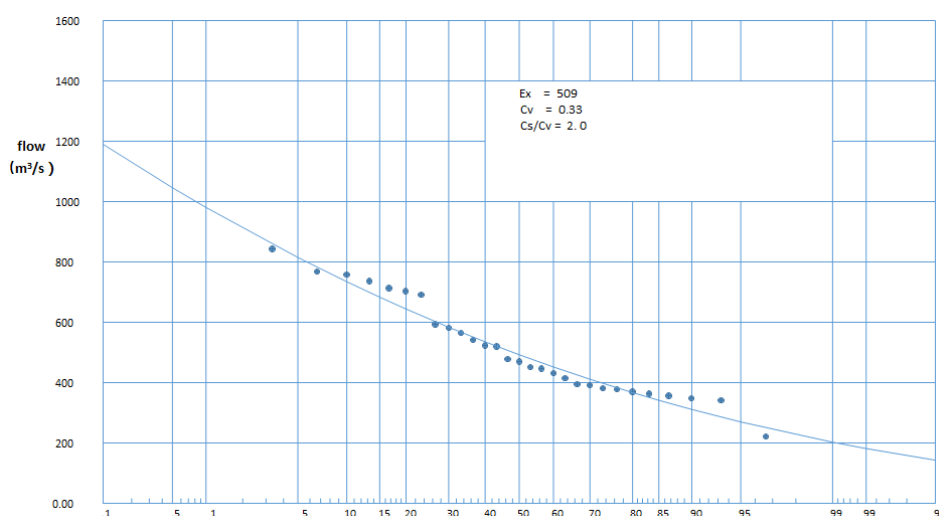


Figure 3.5-1 Courbe de fréquence annuelle de ruissellement à la station de Bakel sur le fleuve Sénégal

(2) Barrage de Diama

Selon les donn ées de 1994 à 2019, la d écharge d'eau par le barrage de Diama au fil des ans et la d écharge d'eau moyenne mensuelle sont pr ésent ées à la figure 3.5-2 et le tableau 3.5-3.

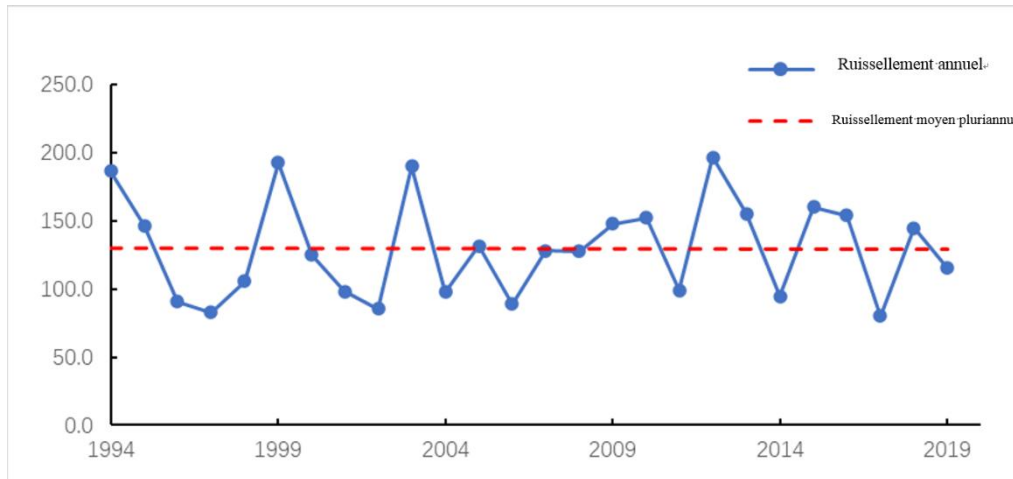


Figure 3.5-2 Sch éma de d écharge des eaux du barrage de Diama au fil des ans

Tableau 3.5-3 Valeur caract éristique du volume de d écharge moyen mensuel du barrage de Diama Unit é millions de m³

Mois	Janvier	F évrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Ao ût	Septembre	Octobre	Novembre	D écembre	Ann ée
Valeur moyenne	313	170	158	153	172	267	921	2244	3623	3225	1268	516	13030
Max	1866	459	461	400	440	578	1536	3455	4681	5424	43.39	2804	19690
Min	0	0	0	0	0	0	323	1496	1801	779	1,98	0	8030

Selon le tableau, le volume de d écharge du barrage de Diama au fil des ans est de 8,029 à 19,69 milliards m³, avec un volume de d écharge annuel moyen de 13,03 milliards m³; le d ébit de d écharge est de 263 à 624 m³/s et le d ébit de d écharge annuel est de 413 m³/s. La d écharge moyenne mensuelle est de 153 millions ~ 3,623 milliards m³ et le d ébit de d écharge est de 59 ~ 1400 m³/s.

Le barrage de Manantali a commenc é la production d' électricité en 2002, et les changements de programmation du r éservoir avant et apr ès la production d' électricité ont un impact plus important sur le d ébit de d écharge du barrage de Diama. Par cons équent, les donn ées de d ébite apr ès 2002 sont s électionn ées pour les statistiques.

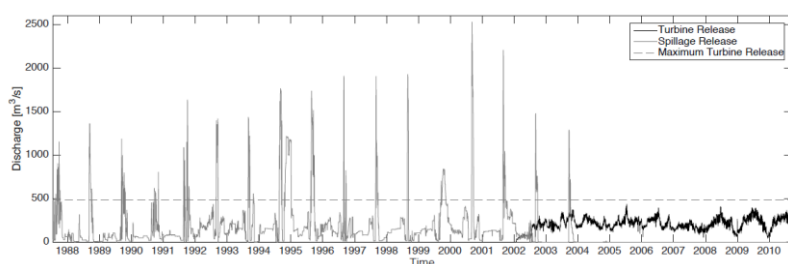


Figure 3.5-3 Processus de débit de décharge du barrage de Manantali pendant la période d'exploitation de 1988 à 2011

(Extrait de «Fonctionnement des réservoirs optimisé pour la production hydro électrique réduit les conflits avec les utilisations traditionnelles de l'eau dans le fleuve Sénégal »)

(3) Station de Matam

La station de Matam possède 30 ans de données de débit journalières de 1987 à 2016, mais les données complètes ne sont que de 12 ans et la séquence de données est non représentative. Par conséquent, les données de cette station ne sont pas analysées.

De 2003 à 2019, la valeur caractéristique de débit moyen mensuel du barrage de Diama est présentée dans le tableau 3.5-4. Il ressort des données du tableau qu'après la puissance générée par complexe de Manantali, la décharge minimale du barrage de Diama a augmenté chaque mois sec.

Tableau 3.5-4 Le volume et le débit de décharge mensuel 2003-2019

Mois	Volume de décharge moyen (10 ⁶ m ³)	Volume de décharge minimum (10 ⁶ m ³)	Débit de décharge moyen (m ³ /s)	Débit de décharge minimum (m ³ /s)
Janvier	275	55	102,6	20,5
Février	199	95	74,2	35,5
Mars	192	16	71,8	6,1
Avril	202	64	75,3	24,0
Mai	247	63	92,2	23,6
Juin	357	66	133,4	24,5
Juillet	1090	669	406,8	249,7
Août	2333	1333	871,1	497,6
Septembre	3551	1801	1325,8	672,4
Octobre	3229	779	1205,4	291,0
Novembre	1255	392	468,4	146,5
Décembre	442	210	165,0	78,5

3.6 Niveau d'eau du Richard Toll

Des informations sont disponibles pour Richard-Toll du lac Guiers sur les niveaux d'eau en amont et aval de l'écluse pour les années 1987 à 2019. Il est analysé que le fleuve Sénégal se

jette dans le lac de Guiers lorsque le niveau d'eau du canal est plus haute que le niveau d'eau du lac, et que la porte du Richard-Toll est fermée lorsque le niveau d'eau du canal est plus basse que le niveau d'eau du lac.

Le niveau d'eau moyen sur plusieurs années de côté du lac Guiers Richard-Toll est de 1,87 m, le niveau d'eau le plus élevé est de 2,93 m, le niveau d'eau le plus bas est de -0,42 m et la variation du niveau d'eau est de 3,35 m; Le niveau d'eau moyen sur plusieurs années de côté du fleuve de l'écluse Richard-Roll est de 1,88 m et le niveau d'eau le plus élevé est de 3,03 m, le niveau d'eau le plus bas est de -0,52 m, la variation du niveau d'eau est de 3,87 m et la différence de niveau d'eau maximale entre l'amont et l'aval du Richard-Toll est de 0,95 m. Les résultats mensuels des niveaux d'eau moyens l'écluse de Richard-Roll sont présentés au tableau 3.6-1.

Tableau 3.6-1 Niveaux d'eau moyen mensuel de l'éluse Richard-Roll

Item	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Niveau d'eau de l'éluse (m) (côté fleuve)	1,80	1,77	1,77	1,75	1,72	1,74	1,80	1,93	2,20	2,20	1,93	1,85	1,88
Niveau d'eau de l'éluse (m) (côté lac)	1,81	1,78	1,71	1,76	1,73	1,72	1,77	1,89	2,14	2,19	1,95	1,88	1,87

Le processus de niveau d'eau moyen annuel de l'écluse Richard Toll de 1986 à 2019 est illustré à la figure 3.6-1. Les niveaux d'eau moyens au fil des ans montrent que les niveaux d'eau de côté fleuve de l'écluse Richard-Toll sont plus fortement influencés par le fonctionnement du barrage Diama. Après la mise en service normal du barrage de Diama en 1995, les niveaux d'eau supérieure et inférieure de l'écluse Richard Toll ont changé entre 2,0 et 2,5 m.

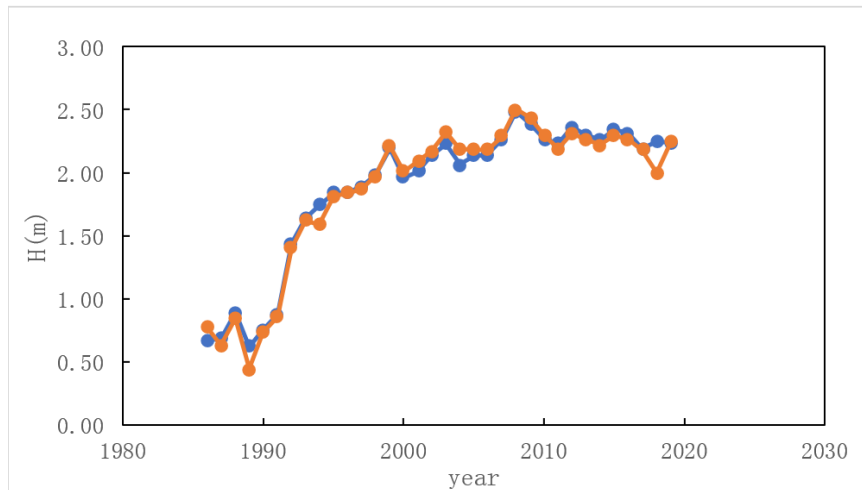


Figure 3.6-1 Evolution des niveaux d'eau moyens en amont et en aval de l'écluse Richard-Toll au fil des ans

3.7 Inondation

Les inondations du fleuve Sénégal consistent principalement en des inondations provenant des trois affluents des fleuves Bafing, Bakoy et Falémé dans le cours supérieur. L'eau du bassin s'écoule en traversant différentes zones climatiques, où les précipitations varient fortement, ce qui affecte la quantité de ruissellement et sa variation saisonnière dans chaque section du fleuve. Le cours supérieur du fleuve est humide et riche en eau, avec des précipitations annuelles d'environ 1500 à 2000 mm ; le cours inférieur est aride. La répartition des précipitations dans le bassin du fleuve Sénégal est illustré dans la figure 2.6-1 L'eau du fleuve provient principalement du cours supérieur, constitué principalement des trois affluents du haut Bafing, de la Bakoy et de la Falémé et la période d'occurrence de l'inondation est progressivement retardée. Les pics d'inondation se produisent à la mi-juin dans Kayes et sont retardés jusqu'à la mi-septembre dans Podor. La variation saisonnière de la quantité d'eau est importante dans toutes les régions.

Selon les données sur les débits à la station Bakel de 1987 à 2017, les inondations se sont produites de la mi-juin à la fin octobre, la pointe de crue maximale au fil des ans produisant du 10 août au 28 septembre. Le débit de pointe moyen sur plusieurs années est de 2750 m³/s. Parmi eux, le débit maximal annuel maximal est de 4444 m³/s, et le débit maximal annuel minimal est de 827 m³/s. La station de Bakel étant affectée par la régulation et le stockage du réservoir en amont de Manantali, les données d'exploitation du réservoir n'ont pas été collectées jusqu'à présent et la crue de la station de Bakel sera rétablie après la collecte.

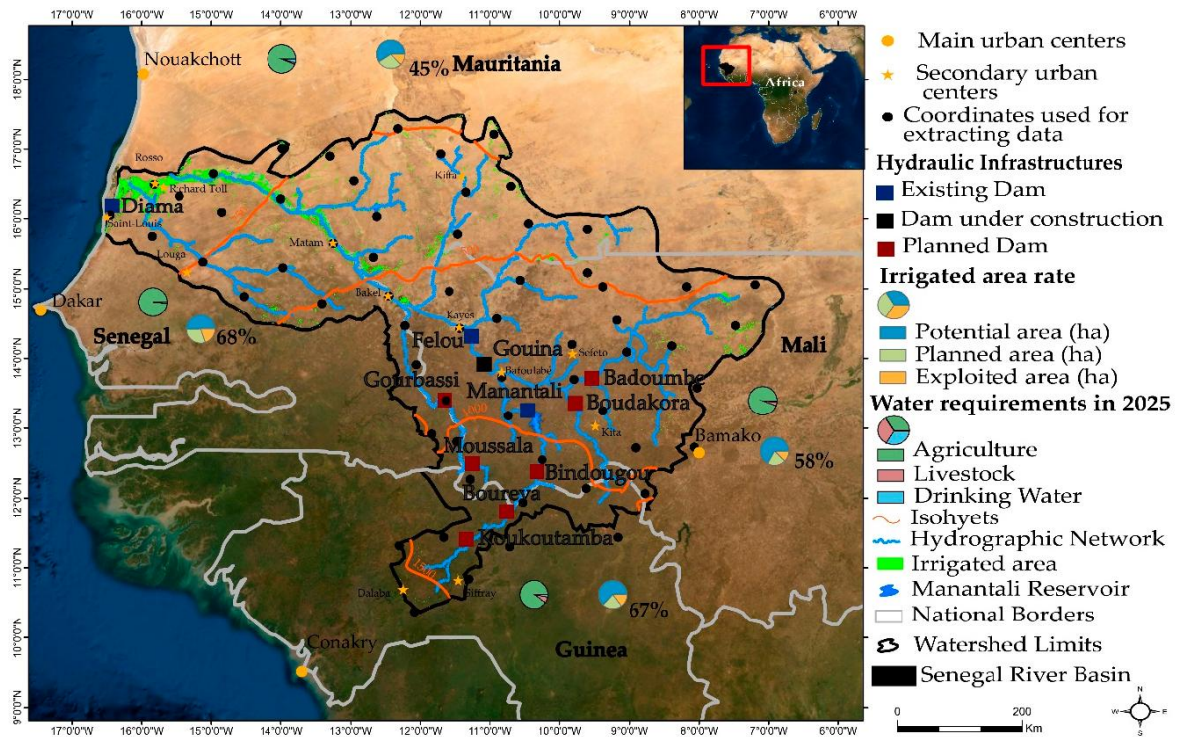


Figure 3.7-1 Carte de répartition des précipitations du bassin du fleuve Sénégal
 (Extrait de «Évaluation and Calibration of Alternative Methods for Estimating Reference Evapotranspiration in the Senegal River Basin»)

Aucune observation hydrologique n'est disponible pour le bassin du Ferlo. L'ensemble du bassin est plate avec une cote d'altitude de 0,5 à 95 m et fait partie du bord du désert du Sahara, et la surface sous-jacente du bassin est principalement un sol sableux avec une forte capacité d'infiltration et ne constitue pas une condition d'inondation. Selon les statistiques de 1960 à 2016 de la station météorologique de Louga, les précipitations annuelles sont d'environ 300-500 mm, les précipitations quotidiennes maximales sont de 140 mm, les précipitations varient considérablement et l'évaporation annuelle atteint 3000 mm. L'ensemble du bassin est du type de la zone tropicale aride. Sur la base du cote du bassin, des conditions sous-jacente, de la structure du sol, des précipitations et de l'évaporation, le bassin peut être provisoirement considéré comme une zone sans inondation.

3.8 Sédiment

Selon les Changements morphologiques et sédimentologies de l'estuaire du fleuve Sénégal après la construction du barrage de Diama, «African Geographical Sciences» (1998, 2^e numéro), le barrage de Diama a une capacité annuelle moyen de transport de sédiments de 500 000 à 1 million de tonnes. le module d'érosion est à 114 ~ 227 t/km², les sédiments du bassin du fleuve Sénégal sont légèrement érodés. Tenant en compte des cartes pertinentes et aux activités humaines, le volume annuel moyen de transport de sédiments dans le bassin du fleuve Sénégal est d'environ 750 000 tonnes.

Selon les données collectées, des prélèvements de sédiments et des analyses Granulométrique ont été réalisés dans la région du lac de Guiers et du canal Taouey, dont les résultats sont présentés dans le tableau 2.7-1. Nous pouvons constater sur le tableau que les particules de sédiments dans toute la région du lac sont relativement fines. Le degré d'ouverture du Richard-Toll détermine la quantité de sédiments en suspension transportée dans le lac, et l'estimation préliminaire de la quantité annuelle de sable entrant dans le lac de Guiers est d'environ 28 500 t.

Tableau 3.8-1 Tableau des résultats de la granulométrie des sédiments dans le lac de Guiers

Lieu d'échantillonnage	Taille des sédiments					
	MOY (mm)	Med (mm)	SIGMA	SKI	KG	
T4 (Taouey)	0,133	0,13	0,458	-0,122	1,206	Sable fin
P3RD (Aval du lac)	0,254	0,271	0,675	0,1004	0,839	Sable de taille moyenne
P6RD (Aval du lac)	0,136	0,14	0,453	0,085	1,448	Sable fin
P6MLG (Cours moyen et inférieur du lac)	0,194	0,21	0,481	0,289	1,725	Sable fin
P6RG (Aval du lac)	0,167	0,17	0,17	-0,003	1,086	Sable fin

Les sédiments dans le bassin sont formés généralement par les pluies qui génèrent un ruissellement de surface, et les changements dans la quantité de sédiments dans le bassin sont directement liés aux précipitations, à l'intensité des précipitations, à l'étendue des précipitations et aux conditions de surface sous-jacentes. Le bassin du Ferlo est situé à la lisière du désert. Les précipitations sont relativement faibles et la capacité d'infiltration est forte, ce qui ne permet pas de se former la pente et le processus de ruissellement de cours d'eau fluvial. Le cours d'eau fluvial est sec pendant de nombreuses années. D'après les données cartographiques pertinentes, toute la région est relativement plate et désertique, et la variabilité climatique entraîne une dégradation des terres arides et semi-arides. Par conséquent, il n'existe pas de sédiments dans le bassin du Ferlo.

3.9 Système automatique d'observation et de prévision de hydrologie

L'eau du fleuve Sénégal peut être transférée dans le lac de Guiers puis dans la région de la vallée du Ferlo grâce à la construction du système automatique d'observation et de prévision d'hydrologie, qui fournisse une base scientifique à la répartition rationnelle des ressources en eau. Le système automatique d'observation et de prévision d'hydrologie se compose de 4 stations de télémétrie et d'une station centrale, situées à l'écluse KMS, à la station hydrologique de Bakel, à l'écluse Richard Toll et au barrage de Diama. La station de télémétrie peut réaliser la collecte automatique d'informations sur le niveau d'eau et les précipitations, et transmettre automatiquement les informations collectées à la station centrale

en temps réel via le réseau de communication public régionale ou des méthodes de communication par satellite. La station de télémétrie doit être équipée des capteurs correspondants, des terminaux de télémétrie, des modules de communication, des systèmes d'alimentation électrique et d'autres équipements correspondants. La station centrale peut recevoir et traiter les informations de régime d'eau et de pluie transmises par la station de télémétrie en temps réel, et la station centrale gardera les informations de régime d'eau reçues dans une base de données en temps réel après le traitement des données, en prenant comme référence l'allocation raisonnable des ressources de l'approvisionnement en eau.

4 Lev é techniques

4.1 Utilisation de syst ème de coordonn ées et de syst ème g éod ési que

Selon le rapport ETUDES DE FAISABILITE D'AVANT PROJET SOMMAIRE (APS) ET D'AVANT PROJET DETAILLE (APD) DU PROJET DE RENFORCEMENT DE LA RESILIENCE DES ECOSYSTEMES DU FERLO (PREFERLO)- ANNEXE 2: ETUDE BATHYME r éalis é en 2017, et l'analyse des fichiers Arc GIS SHP offert par l'OLAC, le syst ème de coordonn ées adopt é est : syst ème de coordonn ées WGS1984, projection UTM (Zone 28N, m éridien central -15 °, coordonn ée Y augment ée de 500 km). Donn ées de la cote: hauteur d'adaptation GPS (bas é sur le mod èle EGM2008).

4.2 Utilisation d' équipements et de logiciels

4.2.1 Mat ériel principalement utilis é

Il est é crit dans l'annexe é tude bathymetrique que les principaux instruments et é quipements utilis és dans la collecte de donn ées sur le terrain sont:

1. Profileur de vitesse d' écoulement Doppler River Rey ADCP (600 kHz);
2. DGPS TRIMBLE R3;
3. LEICA VIVAGS15.

4.2.2 Logiciel principal utilis é

1. Win river, Global Mapper, Surfer, GOOGLEEARTH, AutoCAD, Excel.
2. Logiciel Trimble Business Center (TBC).
3. Logiciel Surfer 9 et Grapher 8.0.

4.3 Point de contr ôle

Point de contr ôle utilis é La Borne RRS2 de Richard-TolB016: X 428253.278 Y 1819195.901 Z (IGN) 19.525.

46 points de contr ôle ont é é é tablis à un niveau é quivalent au niveau des points de racine de la carte dans le Spécifications de lev é d'ing énerie.

4.4 Analyse des donn ées

Les donn ées des lev és techniques consult és sont fournies par l'OLAC, et les donn ées comprennent principalement:

(1) Canal de la Taouey

Le canal Taouey, entre le d'aval du fleuve Sénégal et la partie nord du lac de Guiers, est d'une longueur d'environ 17 km avec les données d'élévation des 12 sections. L'espacement maximal des sections est de 5,6 km et la moyenne est de 1,5 km. Les points d'élévation de la section sont tous sous l'eau et il n'y a pas de point de la cote sur le rivage.

(2) Marigot Ferlo

La distance entre l'écluse KMS et Mboula du marigot du Bas Ferlo est d'environ 70 km, et les données sur des cotes d'élévation de section transversale d'espacement d'environ 200 à 600 m sont disponibles; la répartition des villages, des fermes, des forêts, etc.

(3) Canal principal proposé

Les données sur les points de cote d'élévation de section transversale au long du canal principal d'irrigation M (Mboula-Dahra) sont disponibles avec une tracé d'environ 40 km de long et 200 m de l'espacement des sections.

Les données sur les points de cote d'élévation de section transversale au long du canal principal d'irrigation L (Mboula-Linguère) sont disponibles avec une tracé d'environ 60 km de long et 200 m de l'espacement des sections

(4) Carte topographique

Trois cartes topographiques à petite échelle de la zone du projet sont des données en format raster JPG, générées à partir des données SRTM 90M, avec une l'équidistance de 2 m.

(5) Autres données

Les données sur la division des zones fonctionnelles telles que la frontière des zones administratives, les zones d'irrigation et les zones forestières.

4.5 Conclusion et suggestion

1) Le système de coordonnées des données de levé technique et le point de référence de la cote sont cohérents, et le système de coordonnées répond aux exigences de conception dans cette phase;

2) Les données de point de la cote de la section (à terre et sous-marine) fournies par l'OLAC et l'équipement utilisé pour la collecte de données sur le terrain répond aux exigences opérationnelles, et la répartition des points de contrôle répond aux exigences;

3) Les données collectées répondent essentiellement aux besoins de conception du projet d'amélioration du Ferlo et d'une partie du projet de canal principal dans cette phase;

4) La carte topographique à petite échelle répond essentiellement aux besoins de la conception des zones d'irrigation après vectorisation;

5) Le projet d'expansion du canal de la Taouey fournit un total de 12 données de point de la cote de section. L'espacement des sections est trop grand et il n'y a pas de données de point de la cote de section de rivage, ce qui exerce un grand impact sur le calcul du projet d'expansion du canal. Il est recommandé de mesurer davantage les données de la section, l'intervalle de la section est à 200m. Il est conseillé de compléter les mesures sur la rive en même temps.

6) Des données topographiques sur les digues et sous-marines du lac de Guiers ne sont pas disponibles. Étant donné que ceux-ci sont indispensables pour la conception de renforcement des digues, il est recommandé de mener les missions des levés topographiques le plus tôt possible;

7) Des carte topographique à grande échelle des stations de pompage, des écluses, des centrales photovoltaïques, des bâtiments de service et des autres ouvrages ne sont pas disponibles. Il est recommandé de mener les missions de levé correspondantes dès que possible.

8) La révision des points de contrôle et l'analyse de précision des résultats de levé ne sont pas abordés dans le rapport, il est recommandé de le compléter ultérieurement.

5 Reconnaissances Géotechnique

5.1 Description générale

Ce chapitre est principalement basé sur la prospection sur place préliminaire, le rapport d'enquête fournis par OLAC et les données pertinentes dans la zone concernée.

Le projet PREFERLO est situé dans la partie nord du Sénégal, et la zone d'influence est principalement répartie sur les deux rives de la vallée du Ferlo. La zone du projet concerne les quartiers Saint-Louis et Louga. Le contenu principal de la construction comprend:

- ① Élargir le canal Taouey entre le cours inférieur du fleuve Sénégal et le nord de Guiers pour augmenter la capacité de transfert d'eau du canal;
- ② Draguer le marigot de Bas Ferlo d'un linéaire de d'environ 70 km de l'écluse du KMS (KMS-Mboula) et transporter l'eau du lac de Guiers vers la région de Mboula;
- ③ Construire deux stations de pompage dans la section médiane supérieure de la section du fleuve dragué et construire un système de production photovoltaïque-diesel avec stockage d'énergie;
- ④ Construire un canal principal L de 108,25 km et les canaux secondaires de 194,24 km dans la région Ouest I, et un canal principal M de 41,12 km et les canaux secondaires de 48,02 km dans la région Ouest II. L'eau du lac de Guiers est pompée vers la tête du canal et puis déverse dans les canaux principaux et secondaires d'Ouest I et Ouest II via deux stations de pompage et des conduites en acier. Les canaux secondaires transportent l'eau vers un total de 6 zones agricoles, 4 zones d'élevage et d'autres zones d'influence.
- ⑤ Le projet d'appui de surélévation du lac de Guiers consiste à élever la digue du lac de Guiers à 4 m avec un total de 10 parties et une longueur totale d'environ 30,9 km.

Le grade de ce projet est de grade II, les ouvrages principaux sont de grade 2 et les ouvrages secondaires sont de grade 3. La localisation du projet est illustrée à la figure 5.1-1.

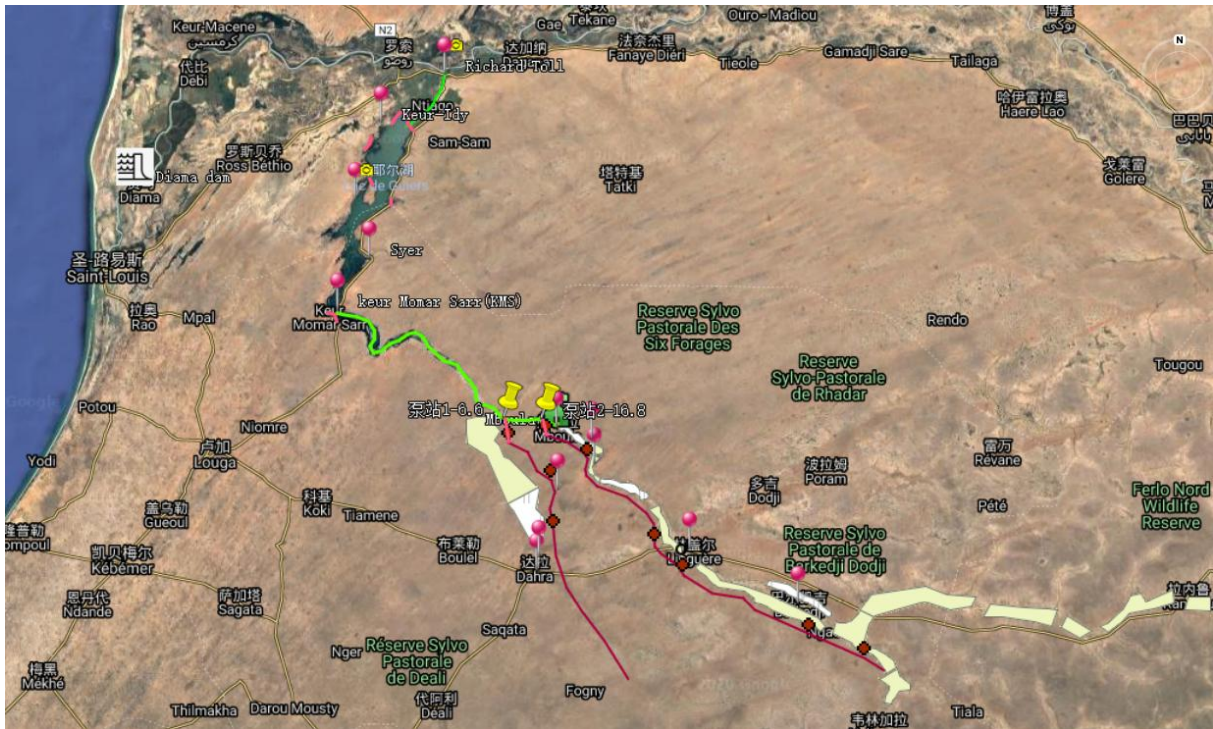


Figure 5.1-1 Localisation du projet PREFERLO

5.2 Structure géologique régionale et tremblement de terre

Le bassin du Sénégal est situé en Afrique de l'Ouest, est un bassin typique de marge continentale passive ouvert à l'ouest vers l'océan Atlantique, qui a connu principalement la période de rift (Paléozoïque-Trias inférieur), la période de transition (Trias-Jurassique inférieur) et la période de marge continentale passive (Jurassique moyen-supérieur-présent). Il peut être divisé en plusieurs sous-bassins ou zones dans la direction de nord-sud, séparés par des failles est-ouest ou d'autres failles structurales liées à la même période de rift. Le bassin est divisé en trois sous-bassins principaux par les principales failles de transition: ① Sous-bassin de la Mauritanie, allant du fleuve Sénégal au sud du Sahara occidental; ② Sous-bassin nord, situé entre le fleuve Gambie et le fleuve Sénégal; ③ Sous-bassin de la Casamance, qui s'étend de la partie sud du fleuve Gambie à la Guinée-Bissau en passant par la région de la Casamance.

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. Aucun tremblement de terre important n'a été enregistré au Sénégal. Selon la carte mondiale des risques sismiques publié 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. Compte tenu des différents risques sismiques des bâtiments. Il est recommandé que l'intensité de fortification sismique dans la zone du projet soit considérée à 6 degrés, et l'accélération maximale sismique peut être considérée comme 0,05 g.

5.3 Conditions géologiques

5.3.1 Topographie et morphologie

La zone du projet est principalement constitué de reliefs de plaine éolienne, accompagnés de pentes et de vallées douces, de quelques collines, d'un petit relief topographie et l'élévation du sol est généralement de 1 à 10 m.

5.3.2 Lithologie de la formation

La zone de projet sous-jacente est principalement constitué de matériaux quaternaires et le substrat rocheux sous-jacent est principalement constitué de marnes tertiaires et de glauconite.

5.3.2.1 Substances quaternaires

Il existe principalement des accumulations manuelles (Q^{ml}), des sédiments lacustres (Q_4^l), des sédiments éoliens (Q_4^{el}), des sédiments alluviaux-proluviaux (Q_4^{apl}), et leurs caractéristiques sont les suivantes:

1) Accumulation artificielle (Q^{ml})

Il s'agit principalement d'une accumulation artificielle de remblais divers ①₁ et de remblais simple ①₂, et la période d'accumulation est inconnue.

Les remblais divers ①₁ sont principalement des déchets ménagers et des déchets de construction, généralement de 1 à 3 m d'épaisseur, à structure lâche, principalement répartis dans les zones résidentielles des deux côtés du canal de la Taouey.

Les remplissages simple ①₂ est principalement un sol sableux, généralement de 2 à 3 m d'épaisseur, à structure meuble, et principalement réparti sur les digues de rivières et les talus des lacs.

2) Sédiments lacustres (Q_4^l)

Le limon ou le sol limoneux ②₁ est noir, gris-brun, plastique coulant ~ plastique souple, généralement de 2 à 3 m d'épaisseur, riche en matière organique, avec de mauvaises propriétés mécaniques, et est principalement distribué dans le fond du canal Taouey, au fond du lac de Guiers et du Ferlo et dans les dépressions marécageuses.

3) Gisements éoliens (Q_4^{eol})

Le limon argileux ③₁ est jaune clair, brun-rouge, lâche à légèrement dense, sec à légèrement humide, et les principaux composants minéraux sont le quartz, le feldspath, etc., avec de bonnes propriétés de tri et une mauvaise gradation. L'épaisseur est généralement de 3 à 5 m et elle est largement répartie dans la zone du projet.

4) Sédiments alluviaux (Q_4^{apl})

Le sable moyen ④₁ est jaune clair, rouge brunâtre, légèrement humide à humide, légèrement dense à moyennement dense, la composition minérale est principalement du quartz, du feldspath, etc., avec un triagemoyen et une gradation mauvaise. L'épaisseur de cette couche est relativement grande. D'après les données recueillies, elle n'a pas été exposée. L'épaisseur maximale exposée est de 17,5 m, ce qui est largement réparti dans la zone.

Le gravier d'argile limoneuse④₂ est rouge brunâtre, brun rougeâtre, légèrement humide, moyennement dense à dense, composition minérale principalement quartz, feldspath, etc., angulaire-subangulaire, mauvais triage, bonne gradation, remplissage d'argile farineuse brun rougeâtre, chargée avec généralement de 10% ~ 15%. L'épaisseur est généralement de 2 ~ 3m, avec une distribution lenticulaire.

5) Sédiments éuvio-diluviaux (Q_4^{edl})

L'argile mélangée de la pierre concassée⑤₁ est gris-blanc, brun rougeâtre, brun-jaune. L'argile farineuse est plastique, avec une ténacité moyenne et une résistance à sec, coupée grossièrement, légèrement brillante, sans réaction de secouage, environ 30% de teneur en gravier gris-blanc, brun rougeâtre, brun-jaune est mélangée à de la pierre concassée. L'argile limoneuse est en plastique, avec une ténacité moyenne et une résistance à sec. La surface de coupe est rugueuse, légèrement brillante, sans réaction de tremblement, et la teneur en pierre concassée est d'environ 30%.

5.3.2.2 Substratum (R)

Le substratum sous-jacent est principalement de la glauconite, du mudstone et de la marne et du basalte dans certaines parties.

1) La marne est principalement blanc grisâtre, la composition minérale est principalement de la calcite, structure en couches épaisse, principalement des roches tendres à plus tendres, dans un état fortement altéré et la qualité de base de la masse rocheuse est de IV ~ V.

2) Le grès et le conglomérat de sable sont principalement noir-brun et gris-brun. La composition originale de la roche de brèche est principalement de roche magmatique, principalement de cimentation argileuse, avec des pores de dissolution développés, une structure en couches épaisse et une forte altération principalement, avec de la roche tendre à plus tendre, et la qualité de base de la masse rocheuse est de grade IV ~ V.

3) Mudstone est principalement blanc grisâtre, jaune clair, de structure argileuse en couches épaisse, principalement composée de minéraux argileux. C'est une roche extrêmement tendre avec un son de martèlement terne, qui peut être sculpté à la main et peut être foré au forage à sec. Le gradient local est constitué de siltite, qui est principalement fortement altéré, et la majeure partie est de la roche extrêmement tendre. La qualité de base de la masse rocheuse est

de grade V.

5.3.3 Structure géologique

La zone de projet est structurellement stable et il n'y a pas de développement évident de structures de failles.

Peu de roches substratum sont exposées. Les roches sont principalement constituées de conglomérats tertiaires, de grès et de marnes. Ce sont des roches extrêmement tendres à tendres avec une intégrité médiocre, des fissures bien développées remplies de boue et de débris rocheux.

5.3.4 Conditions météorologiques et hydrogéologiques

Le fleuve Sénégal est le deuxième plus grand fleuve d'Afrique de l'Ouest, originaire du massif du Fouta-Djalou en Guinée, avec un bassin de 440 000 km². De l'amont à l'estuaire, il traverse différentes régions climatiques. Les précipitations dans chaque région climatique varient considérablement. Les pluies en amont sont abondantes et appartiennent à la zone riche en eau. Les précipitations annuelles sont de 1500 à 2000 mm. L'aval est aride et moins pluvieux, qui appartient à la zone de basses eaux. Le débit de pointe une fois tous les cent ans à l'estuaire peut atteindre 5000 m³/s, et le débit en saison sèche n'est pas supérieur à 10 m³/s.

L'aval du Sénégal sont affectés par la ceinture d'alizés et appartiennent au climat de steppe tropicale avec des étés pluvieux et des hivers secs, et la plupart des parties centrale et orientale sont des zones semi-désertiques. La pluviométrie annuelle dans la vallée du Sénégal elle-même est de 250 à 760 mm et les pluies commencent entre fin mai et mi-octobre. Les zones côtières sont relativement humides avec des précipitations annuelles de 500 ~ 1000 mm. La température moyenne la plus élevée est 41 °C (en avril) et la température la plus basse moyenne est 17 °C (en janvier).

La zone où se trouve le lac de Guiers a un climat sahéarien, alternant la saison sèche de novembre à mai et la saison humide de juin à octobre. Les précipitations annuelles sont de 100 mm à 300 mm. La température dans cette zone est relativement élevée, avec une température moyenne de 28,1°C. La température moyenne de mai à juin dépasse 31 °C. La température est la plus basse de janvier à février, avec une température moyenne de 23,4 °C pendant cette période.

La zone du projet est principalement située sur la rive gauche de l'aval du fleuve Sénégal. Le réseau fluvial de la zone est relativement développé. Les principaux cours d'eau sont le fleuve Sénégal, le Ferlo, le lac de Guiers, etc., et le réseau fluvial de son affluent est développé.

Les eaux de surface sont principalement les eaux du fleuve Sénégal, du Ferlo et du lac de Guiers, qui reçoivent principalement les précipitations atmosphériques et la reconstitution des eaux en amont. En général, l'océan Atlantique est le niveau de base de rejet le plus bas. La

plupart des eaux de surface sont embarcadères par les rivières, passant par le fleuve Sénégal et finalement dans l'océan Atlantique.

Les eaux souterraines peuvent être divisées en eau interstitielle quaternaire et eau de fissure du substratum rocheux selon 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 substrat rocheux avec une forte altération, et elle reçoit principalement la reconstitution de la perméation verticale de l'eau interstitielle sus-jacente et s'infiltré le long des fissures.

Selon les informations fournies par le maître d'ouvrage, la couche de sable fin a été soumise à 7 séries de tests de perméabilité avec un coefficient de perméabilité de $2,0E-03 \sim 1,14E-02$ cm/s, avec une perméabilité modérée - forte.

5.3.5 Effets géologiques néfastes et sols spéciaux

La topographie de la zone du projet est douce, les matériaux quaternaires sus-jacents sont principalement des remblais artificiels, de limon, de sol limoneux, de sable fin, de sable moyen, etc., et le substratum rocheux sous-jacent est constitué de conglomérat sableux et de mudstone, etc. 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 artificiel et un sol mou.

Les remblais artificiels sont principalement des remblais divers et des remblais simples. Les remblais divers sont principalement distribués dans les zones résidentielles, principalement les déchets ménagers et les déchets de construction; les remblais simples sont principalement répartis sur les rives des rivières et des lacs, principalement du sable, et généralement épais 2 ~ 3 m, compressibilité moyenne à élevée.

Le sol mou est principalement un sol limoneux et limoneux, principalement distribué au fond des rivières, des lacs et des marécages, d'une épaisseur de 2 ~ 3 m, en forme plastique coulant-- plastique souple, contenant de la matière organique, une teneur en eau élevée, un grand taux de vide naturel et une compressibilité élevée. Et les caractéristiques d'ingénierie telles que la sensibilité et la faible résistance sont sujettes à une déformation inégale.

5.3.6 Valeurs suggérées des propriétés physiques et mécaniques de la roche et du sol

Selon les données de l'étude avant-projet, déterminées de manière exhaustive en fonction des spécifications pertinentes et de l'expérience, pour la liste de valeurs recommandées des paramètres géotechniques de ce projet, voir les tableaux 5.3-1, 5.3-2 et 5.3-3.

Tableau 5.3-1 Tableau des valeurs sugg ées des caract éristiques principales physiques et m écaniques du sol

Code de strate	Num éro de couche	État du sol	Densité	Compressibilité		Cisaillement direct saturé		Valeur caractéristique de la capacité portante	Pile de m élange de sol de ciment		Pieux coulés de forage		Coefficient de perméabilité	Coefficient de frottement du substrat	Pente autorisée
				Facteur de compression	Module de compression	Cohésion	Angle de friction interne		Caractéristiques du frottement c ôté pieu	Valeur caractéristique de la résistance à la pointe du pieu	Caractéristiques du frottement c ôté pieu	Valeur caractéristique de la résistance à la pointe du pieu			
				a_{1-2}	Es	C	ϕ		f_{ak}	q_{pa}	q_{pa}	q_{sia}			
ρ															
			g/cm^3	MPa^{-1}	MPa	kpa	°	kpa	kPa	kPa	kPa	kPa	cm/s	μ	J
Q ^{ml}	① ₂ Remblai simple	Plastique	1.9	0.45	4	14-16	8-10	80-90	10	90	10	/	$i \cdot 10^{-5}$	0.25	/
Q ₄ ^l	② ₁ Sol limoneux	Plastique coulant - Plastique souple	1.8	0.8	3	8-10	3-5	50-65	11	65	10	/	$i \cdot 10^{-6}$	0.2	0.4
Q ₄ ^{eol}	③ ₁ Argile limoneuse sable fin	Meuble	2.0	0.3	8	0	16-18	110-120	15	120	20	300	$i \cdot 10^{-3}$	0.35	0.1
Q ₄ ^{apl}	④ ₁ Sable moyen	L égement plus dense	2.1	0.2	10	0	18-20	130-140	25	130	30	400	$i \cdot 10^{-2}$	0.4	0.2
	④ ₂ Gravier contenant de l'argile limoneuse	Moyen dense	2.2	/	/	5-8	30	170-200	45	170	45	700	$i \cdot 10^{-2}$	0.4	/
Q ₄ ^{edl}	⑤ ₁ Argile limoneuse m élang ée du gravier	Plastique	2.0	0.25	7	25	13-15	140-160	/	/	/	/	$i \cdot 10^{-5}$	0.4	/

Tableau 5.3-2 Valeurs recommand ées des indices physiques et m écaniques de la masse rocheuse

Code de strate	Lithologie	État de vieillissement de la roche	Densité de bloc ρ	Résistance à la compression uniaxiale saturé F_{rk}	Module de déformation E_o	Valeur caractéristique de la capacité portante f_{ak}	Résistance au cisaillement		Valeur caractéristique de la résistance lat érale du pieu de forage q_{sia}	Valeur caractéristique de la résistance à l'extr émit ées pieux de forage q_{pa}
							c'	f'		
							g/cm^3	MPa		
R	Mudstone	Forte alt ération	2.2	/	0.1-0.2	300-400	0.05-0.08	0.30-0.40	70	700
		Alt ération mod éré	2.4	5	0.2-0.3	400-500	0.05-0.1	0.35-0.40	90	1500
	Gr ès, marne	Forte alt ération	2.2	5-10	0.2-0.3	400-500	0.05-0.1	0.35-0.40	80	800
		Alt ération mod éré	2.5	20-30	1.5-2	1000-1500	0.5-0.7	0.8-0.90	200	3000

Tableau 5.3-3 Tableau des valeurs recommand ées pour l'excavation de pente

Strate	État ou degré de vieillissement	Rapport de pente sugg éé
Remplissage ordinaire (① ₂), sol résiduel (⑤ ₁)	Plastique	1: 2-1: 3
Sol limoneux (② ₁)	Plastique souple	1: 3-1: 5
Sable (③ ₁ , ④ ₁ , ④ ₂)	Meuble-moyen dense	1: 3
Mudstone, gluti érite et marne (R)	Alt ération compl ète	1: 2
	Forte alt ération	1: 1
	Alt ération mod éré	1: 0.75-1: 1

5.4 Problèmes principaux géologiques du projet

1) Problème d'infiltration

Le sol du canal, de l'écluse et de la station de pompage est principalement constitué de limon argileux ③₁, de sable moyen ④₁, etc., avec une perméabilité à l'eau moyenne à forte, et l'eau du canal fuit facilement le long du fond du canal et des pentes latérales; l'eau du canal peut également fuir le long du sol sableux au bas de la base de l'écluse, et les particules seront transportées pendant le processus d'infiltration, affectant ainsi la stabilité de la base de l'écluse.

2) Stabilité des pentes

La majeure partie du sol de la pente du chenal est une structure unique de sable, avec une auto-stabilité moyenne et une faible résistance à l'érosion. Dans le processus d'érosion hydrique et d'infiltration des eaux souterraines, l'instabilité de la pente se produit facilement.

3) Déformation du sol mou

Il peut y avoir le sol limoneux ②₁ dans des écluses, des stations de pompage et d'autres structures de canal, qui est en plastique coulant au plastique souple, une compressibilité élevée, une sensibilité élevée, de mauvaises propriétés mécaniques et a une compression et une déformation faciles.

5.5 Évaluation de l'effet sismique du site

L'intensité de la fortification sismique dans la zone du projet est considérée comme étant de 6 degrés, et les effets de la liquéfaction du sable saturé et de l'affaissement sismique du sol mou peuvent ne pas être pris en compte.

5.6 Conditions géologiques du projet

5.6.1 Travaux du canal de la Taouey

Le canal Taouey entre le cours inférieur du fleuve Sénégal et la partie nord de Guiers sera agrandi et dragué en même temps. La longueur totale est d'environ 17 km. Après l'expansion, le fond du canal a une largeur d'environ 48 m et la capacité d'écoulement atteint 120 m³/s.

La surface inférieure du canal Taouey est principalement constituée de sols limoneux ②₁, contenant principalement du limon et de la brèche, de plastique coulant à plastique souple avec le grade de dragage 1-2. Il est recommandé de choisir une drague suceuse à désagrégateur ou une pelle hydraulique pour le dragage en fonction du niveau d'eau dans le canal.

Le sol de la pente du canal est une structure simple sableuse, avec une auto-stabilité médiocre,

une faible résistance à l'érosion et une bonne perméabilité. L'instabilité des pentes entraîne moins de risques et constitue une pente de rive avec une faible stabilité.

Il y a un sol limoneux ②₁ au pied de la pente du canal, et la perturbation de la construction peut facilement provoquer une déformation du sol et une instabilité de la pente.

Il est recommandé de creuser ou de renforcer le sol limoneux ②₁ au pied de la pente; le rapport de pente d'excavation de sable limoneux argileux ③₁ et sable moyen ④₁ est de 1:3. Mettre en place des structures de support pour le pied de pente; sceller et soutenir rapidement la pente, et prendre des mesures pour prévenir et drainer la pente et la pente; renforcer les mesures anti-infiltration et anti-affouillement du fond du canal et de la pente. De plus, la protection des structures de canal existantes devrait être renforcée pendant le processus de construction.

5.6.2 Travaux de rénovation de l'écluse Richard Roll

L'écluse Richard Toll est située dans l'amont du canal de la Taouey, et l'amont de l'écluse est la route nationale N2. L'écluse a été construite en 1947 pour détourner l'eau du fleuve Sénégal vers le lac de Guiers. En 1958, une vanne à 8 trous a été installée, la cote du plancher de l'écluse était de -1,1 m et la capacité de débit maximale était de 120 m³/s. En 2012, le système de levage de la vanne et des engrenages a été remplacé. Dans ce projet, il est prévu de réaliser l'électrification de l'écluse.

À l'heure actuelle, la base de l'écluse est fondamentalement stable sans déformation évidente. L'électrification de l'écluse n'implique pas de traitement de base, mais faites attention à la protection de la base de l'écluse et de la route en haut de l'écluse.

5.6.3 Travaux de barrage et d'écluse du lac de Guiers

(1) Digues du lac de Guiers

Après l'introduction du fleuve Sénégal dans le lac de Guiers, afin d'éviter que le lac n'inonde le remblai, les digues du lac de Guiers seront rehaussées et renforcées à 4 m, soit un total de 10 tronçons, pour une longueur totale d'environ 31 km.

Le remblai du lac de Guiers est principalement de sable fin argileux limoneux ③₁, meuble à légèrement dense, généralement 3 ~ 5 m d'épaisseur, capacité portante générale, compressibilité moyenne-faible, perméabilité à l'eau moyenne-forte; l'inférieur est de sable moyen ④₁, légèrement dense à dense moyen, capacité portante moyenne, compressibilité moyenne à faible, forte perméabilité à l'eau.

La structure géologique de la fondation du remblai est une structure unique de sol à gros grains (classe I), et il n'y a aucun problème de stabilité antidérapante et de stabilité sismique; cette couche de sable présente de forts problèmes de perméabilité à l'eau et d'imperméabilité.

et les conditions géologiques techniques de la fondation du remblai sont médiocres (classe C).

Le limon argileux ③₁ a une compressibilité moyenne et faible et une capacité portante générale. Il peut être utilisé comme couche de support de la fondation de la digue, mais la fondation présente des problèmes anti-infiltration et les conditions géologiques de la fondation sont médiocres. Afin de renforcer les mesures anti-infiltration de la fondation de la digue. Il est recommandé de renforcer le roulement et d'effectuer une réparation de pente échelonnée sur la pente de l'ancienne digue, puis de le remplir. La surface doit être nettoyée pour éviter une défaillance d'infiltration ou une déformation inégale de la surface du joint entre les nouvelles et anciennes couches de remplissage en raison de la charge d'enracinement supérieure et du poids propre du remplissage supérieur.

(2) Ouvrages des écluses

Reconstruire l'écluse Keur-Idy et l'écluse KMS existantes sur le lac Guiers, et construire une nouvelle l'écluse Syer sur le côté sud-est du lac de Guiers.

L'écluse Keur-Idy, l'écluse Syer et l'écluse KMS sont disposées du côté nord et sud du lac de Guiers. Selon les informations fournies par le maître d'ouvrage, la couche de recouvrement de la base de la l'écluse Keur-Idy est principalement composé de sol limoneux ②₁ et limon argileux ③₁; le substrat rocheux sous-jacent est marne. Parmi eux, le sol limoneux est mou et plastique, facile à comprimer et à déformer, et a de mauvaises propriétés mécaniques. Il est recommandé d'être excavé le sable fin argileux limoneux ③₁ a une épaisseur de 2-3 m, avec une compressibilité modérée, une distribution continue et uniforme, une faible épaisseur de couche, une capacité portante relativement faible et ne peut pas être directement utilisé comme couche de support de la fondation de l'écluse. Le substratum rocheux sous-jacent est enterré à une profondeur de 4 à 5 m, et il est recommandé de choisir un substratum rocheux résistant aux intempéries comme couche de support de la fondation de l'écluse. Il peut y avoir des problèmes de jaillissement d'eau dans la construction de la fosse de fondation de l'écluse.

Il est recommandé de renforcer les mesures anti-infiltration de la fondation de l'écluse et d'adopter le recouvrement anti-infiltration en amont et en aval; le rapport de pente de l'excavation de la fosse de fondation est de 1: 3, la hauteur de la pente en une seule étape est inférieure à 5 m et le support est fermé à temps; de renforcer les mesures d'anchâté et de drainage du haut de la pente et de la surface de la pente; de renforcer les mesures anti-sédiment d'apôts de limoneux devant l'écluse, et renforcer les mesures anti-érosion décapage de la plaque de fond inférieure du réservoir de tranquillisation derrière l'écluse.

Pendant la construction, l'eau dans la fosse de fondation peut être drainée à ciel ouvert ou puits de collecte.

5.6.4 Travaux d'aménagement du Ferlo

Dragage et assainissement des canaux de 70 km de l'écluse KMS à Mboula. Le dragage

s'effectue principalement le long du fleuve principale d'origine, après le dragage, l'élévation du fond de la rivière est de -2,0 m et la largeur du fond est d'environ 15 m.

Le terrain le long de la section du dragage du marigot Ferlo est plane et la strate impliquée est principalement: ②₁ sol limoneux, contenant du sable limoneux, généralement de 1 à 2 m d'épaisseur, plastique souple en plastique coulant, haute compressibilité, facile à comprimer et à déformer, et mauvaises propriétés mécaniques; ③₁ Sable fin argileux limoneux, l'épaisseur est généralement de 3 ~ 5 m, la couche de surface est lâche et la partie inférieure est progressivement dense, avec une compressibilité moyenne à faible, une capacité portante modérée, une faible résistance à l'érosion et une faible perméabilité; ④₁ Sable moyen, l'épaisseur est généralement supérieure à 10 m, avec une compressibilité moyenne à faible, une capacité portante modérée, faible résistance à l'affouillement, mauvaise imperméabilité et largement distribué le long de la ligne; ④₂ Argile limoneuse contenant du gravier, avec une compressibilité moyenne à faible, une capacité portante relativement bonne, mauvaise résistance à l'affouillement et mauvaise imperméabilité; substrat rocheux (R), il s'agit principalement de mudstone et de glauconite, avec une capacité portante relativement bonne, une bonne résistance à l'érosion, une distribution locale et une altération principalement complète.

Dans la section aval du canal, il peut y avoir principalement de sol limoneux ②₁ au fond du canal, qui a de mauvaises propriétés mécaniques et ne peut pas être utilisé comme couche de support de fondation pour le fond du canal, donc il est recommandé de l'enlever; le fond supérieur du canal est principalement composé de sable moyen ④₁, qui peut être utilisé comme couche de support de fondation pour le canal, mais cette couche a une forte perméabilité à l'eau, il est donc nécessaire de prendre des mesures pour éviter les fuites de la plaque du fond.

La pente du canal est principalement une structure unique de sol sableux, avec une auto-stabilité générale, une faible résistance à l'érosion et une faible résistance aux infiltrations, et est une pente de rive avec une faible stabilité. Il est recommandé que le rapport de pente d'excavation de la pente du sol sableux du canal soit de 1:3, le rapport de pente d'excavation de la masse rocheuse entièrement altérée est de 1:2 et le rapport de pente d'excavation de la masse rocheuse fortement altérée est de 1:1; renforcer le soutien de la pente et les mesures anti-érosion, et le fermer à temps, renforcer les mesures d'anché et de drainage de la pente et du haut de la pente.

Il est recommandé d'utiliser des excavatrices pour le dragage en canal. Le niveau de dragage du sol limoneux ②₁ est de 1 ~ 2, et le niveau de dragage de sable moyen ④₁ est de 5 ~ 6.

5.6.5 Travaux de station de pompage

La station de pompage PL1 et la station de pompage PL2 sont nouvellement construites dans le Ferlo pour pomper l'eau vers le canal principal L dans la zone d'ouest I et le canal principal

M dans la zone d'ouest II respectivement vers la zone d'irrigation agricole.

La station de pompage PL1 a un débit de conception de 16,06 m³/s, et 14 unités sont initialement conçus pour mettre en service (dont 2 sont des unités de réserve). L'ouvrage principalement composé d'un canal d'accès, d'un bassin d'avant, d'un bassin d'entrée, d'une salle de pompage, des conduites de transfert d'eau et d'un bassin de sortie.

La station de pompage PL2 a un débit conçu de 7,75 m³/s, et 6 unités sont initialement conçus pour mettre en service (dont une de réserve), qui sont principalement composés d'un canal de dérivation, d'un réservoir avant, d'un réservoir d'entrée, d'une salle de pompage, d'une conduite de transfert d'eau et d'un réservoir de sortie.

Les stations de pompage PL1 et les stations de pompage PL2 sont disposés sur la rive gauche du marigot de Ferlo, à l'embouchure du canal principal L et du canal principal M. Selon les informations fournies par le maître d'ouvrage, la couche de mort-terrain à la station de pompage a une épaisseur d'environ 8 m, principalement du sable limoneux argileux ③₁, meuble à légèrement dense, avec une faible capacité portante, et ne peut pas être directement utilisé comme couche de fondation de la station de pompage; substrat rocheux sous-jacent est de marnes, dans lesquelles la zone de forte altération mesure environ 1 m d'épaisseur, les altérations moyennes ne sont pas exposées et la masse rocheuse à altération moyenne a de bonnes propriétés mécaniques et constitue une bonne couche de support de fondation.

Il est suggéré que la salle de pompage puisse adopter une fondation de pieux et que la couche portante d'extrémité de pieu puisse pénétrer dans le substrat rocheux moyennement altéré elle peut également adopter le type de fondation naturelle et choisir le substrat rocheux moyennement altéré comme couche porteuse de fondation.

La couche de limon argileux ③₁ peut être sélectionné comme couche de support de base pour le canal d'accès, le bassin d'entrée, la plaque de fond du bassin de sortie et la conduite d'eau, mais le corps de sable meuble de surface doit être enlevé.

Il est recommandé que la conception tienne compte de l'impact des sédiments et du limon devant la station; le rapport de pente de l'excavation de la fosse de fondation est de 1: 3; renforcer le support de pente de la fosse de fondation et renforcer les mesures de drainage de la fosse de fondation, qui peut être drainé par un canal à ciel ouvert ou un puits de collecte d'eau; le limon d'argile ③₁ est possible d'être endommagé par infiltration, ainsi, les couvertures anti-infiltration amont et aval peuvent être adoptées pour allonger le diamètre de suintement; renforcer les mesures anti-affouillement du fond de réservoir tranquillisante en aval.

5.6.6 Travaux de canal d'irrigation

5.6.6.1 Canal principal et secondaire

La longueur totale du canal principal L dans l'égion Ouest I est d'environ 108,25 km et la longueur totale des canaux secondaires est d'environ 194,24 km; la longueur totale du canal principal M dans l'égion Ouest II est d'environ 41,12 km et la longueur totale des canaux secondaires est d'environ 48,02 km.

Les sections transversales des canaux principaux et secondaires sont toutes des sections trapézoïdales, pente inférieure de conception du canal principal L: $i = 0,00005 \sim 0,0002$, pente intérieure: $m = 2$, largeur du fond de conception est de 2,0 à 6,0 m; pente inférieure de conception du canal principal M: $i = 0,0001 \sim 0,0005$, pente intérieure: $m = 2$, largeur inférieure de conception 2,0 à 2,5 m; pente inférieure de conception de canaux secondaires L: $i = 0,0001 \sim 0,0067$, pente intérieure: $m = 2$, largeur de fond de conception 1,0 à 4.0 m; pente inférieure de conception de canaux secondaires M: $i = 0,0001 \sim 0,004$, pente latérale intérieure: $m = 2$, largeur du fond de conception 1,0 ~ 2,0 m.

La crête du canal est la combinaison de digue-piste.

La strate distribuée le long du canal nouvellement construit est principalement constituée de limon argileux ③₁, de sable moyen ④₁, etc., avec une compressibilité moyenne à faible et une capacité portante générale, qui peut être utilisée comme couche de support de fondation du fond du canal ou de la fondation de la crête du canal.

La pente du canal est une structure unique sable-sol avec une autonomie moyenne et une faible résistance à l'érosion. Il est recommandé que le rapport de pente de l'excavation soit de 1: 3 et de renforcer le support de pente, les mesures de prévention de l'érosion et les mesures de prévention du drainage.

Le sable fin et le sable moyen ont une perméabilité à l'eau moyenne à forte, et il y a des problèmes d'infiltration, il faut renforcer les mesures anti-infiltration du fond et de la pente du canal.

5.6.6.2 Édifices du système de canaux

Les édifices du réseau de canaux de mise en œuvre sont les suivants:

(1) Vanne de répartition

21 écluses de répartition sont disposées dans le canal L de la zone Ouest I et 4 vannes de répartition sont disposées dans le canal M de l'Ouest II, soit 25 au total.

(2) Vannes de régulation

Une Vannes de régulation est disposée dans le canal L de la zone Ouest I et 2 Vannes de

régulation sont disposées dans le canal M de l'Ouest II, soit 3 vannes au total.

(3) Vannes de retour de l'eau

12 écluses de retour de l'eau sont disposées dans le canal L de la zone Ouest I et 4 écluses de retour de l'eau sont disposées dans le canal M de l'Ouest II, soit 16 écluses au total.

La dimension de la section transversale nette de la vanne à un seul trou est de 1,5 m * 2 m, 2 m * 2,5 m, 3 m * 3 m et 4 m * 2,5 m. La dimension de la section transversale nette de la vanne à double trou est de 2 * 3 m * 3 m.

(4) Structure métallique des ouvrages

3 siphons inverses et 1 vanne d'entrée et de sortie de la station de pompage, soit 8 au total, dont six sont comptés avec les vannes de répartition du canal mentionnées ci-dessus, et 2 vannes de Siphon inverse doivent être disposés séparément.

(5) Réservoir

Au total, 5 réservoirs sont installés, dont 4 dans la région Ouest I et 1 dans la région Ouest II.

(6) Siphon inverse

Il y a 2 siphons inversés dans la région Ouest I et 1 siphon inversé dans la région Ouest II, au total 3 avec une longueur totale de 15420 m et des diamètres de tuyaux de 1,6 m, 2,2 m et 2,4 m.

(7) Station de pompage de suralimentation

Une station de pompage de suralimentation est aménagée dans la région Ouest I, avec un débit nominal de 3,674 m³/s, et 4 pompes centrifuges (dont une de secours), avec une capacité totale installée de 2000 kW.

(8) Ponceau de ruisseaux

Au total, 118 ponceaux de ruisseaux sont disposés dans la zone d'irrigation, dont 105 dans la zone d'ouest I et 13 dans la zone d'ouest II. D'après l'expérience de projets similaires, le diamètre du ponceau de ruisseaux dans ce projet est de 1 200 DN. Le ponceau de ruisseaux est composé d'une section de transition d'entrée, d'un corps de tuyau et d'une section de transition de sortie.

(9) Ponts et ponceaux

La section transversale du projet adopte une route transversale de type ponceau circulaire, et un total de 100 ponceaux tubulaires sont disposés. Le ponceau de tuyau adopte un tuyau PCCP d'un diamètre de 2,4 m et d'une épaisseur de paroi de 160 mm.

Les vannes et les ponceaux du réseau de canaux sont principalement répartis du sable moyen ④₁, avec une compressibilité moyenne et faible, et une capacité portante générale, qui peut être utilisée comme couche de support de la fondation naturelle du bâtiment. La couche est répartie en continu, avec une épaisseur uniforme et constitue une fondation uniforme.

Le sable moyen ④₁ a une forte perméabilité à l'eau, et il existe un risque de fuite et d'infiltration. Il faut renforcer les mesures anti-infiltration de diverses parties du bâtiment, en particulier les vannes. Il est recommandé d'installer une couverture anti-infiltration en amont et en aval de la vanne, et faire attention à l'impact des sédiments et du limon.

Le pont de trafic transversal peut utiliser une fondation composite, effectuer le traitement de renforcement de pieu mélangé à sable moyen ④₁, le bas de la couche vanneuse d'extrémité de pieu contient du gravier d'argile limoneuse ④₂; la fondation sur pieux peut également être utilisée et la couche vanneuse de l'extrémité du pieu foré pénètre dans le substrat rocheux moyennement altéré sous-jacent. Renforcer la protection des piliers du pont dans le canal pour éviter que l'érosion hydrique n'affecte la stabilité de la fondation du pont.

Le réservoir peut utiliser une fondation naturelle, choisir le sable moyen ④₁ comme couche de support de fondation, qui est une fondation uniforme; il est recommandé que le rapport de pente d'excavation soit de 1: 2, et de renforcer les mesures anti-infiltration autour du réservoir.

5.6.7 Travaux routiers

La route est principalement aménagée le long du côté du haut du canal principal L et ses canaux secondaires dans la zone d'ouest I et du canal principal M et ses canaux secondaires dans la zone d'ouest II. La largeur de la route est de 2,5 -3 m.

La strate distribuée le long du canal nouvellement construit est principalement constitué de limons argileux ③₁, de sable moyen ④₁, etc., avec une compressibilité moyenne à faible et une capacité portante générale, qui peut être utilisée comme couche de support de fondation de la route supérieure du canal.

Le support de pente de la route peut être conçu de manière unifiée en conjonction avec la pente du canal. Le rapport de pente latérale adjacent au canal est de 1: 3 et le rapport de pente intérieure est de 1: 2. Prendre des mesures pour éviter et assécher la pente de la route. Retirer la partie lâche de la partie supérieure limon d'argile ③₁ de la surface de la fondation, renforcer le nettoyage de la surface et renforcer le remblayage et le roulement de la plate-forme.

5.6.8 Bâtiment de service

La construction de nouveaux bâtiments de service.

Le bâtiment de service peut adopter la fondation sous la colonne indépendante, choisissant le sable moyen ④₁ comme couche porteuse de fondation, ou adoptant la fondation sur pieux avec le substrat rocheux altéré moyen inférieur pour la couche portante d'extrémité de pieu. Ce sont les fondations uniformes.

5.6.9 Embarcadères de plate-forme

Les nouveaux embarcadères peuvent adopter des fondations naturelles, choisir du sable moyen ④₁ comme couche de support de la fondation; renforcer les mesures de soutien et anti-affouillement de la pente au bord de l'eau du quai.

5.6.10 Centrale photovoltaïque

Construire une nouvelle centrale photovoltaïque d'une capacité installée d'environ 40,509 MWp.

Les ouvrages des centrales photovoltaïques peuvent adopter un type de fondation élargie, et le limon argileux ③₁ est sélectionné comme couche de support de la fondation, et les corps de sable détachés à la surface doivent être enlevés pour former une fondation uniforme.

Selon les résultats de l'étude fournis par la maître d'ouvrage, en septembre 2020, les essais de la résistivité ont été réalisées sur 4 endroits de l'axe Mboula-Linguère d'une longueur d'environ 60 km et 3 endroits de l'axe Mboula-Dahra d'une longueur d'environ 40 km respectivement. Les listes des résultats sont présentées dans les tableaux 5.6-1 à 5.6-4.

Tableau 5.6-1 Liste des données de la résistivité de l'axe Mboula-Lingu ère

Espacement des électrodes: a (m)	$\rho(\Omega \cdot m)$							
	SEV1	SEV2	SEV3	SEV4	SEV5	SEV6	SEV7	SEV8
0.5	349,70	387,00	1509	1211	1139	190,7	587,70	1050
1	241,70	382,20	2238	1924	683	165,50	344,90	705,60
2	205,50	290,70	2369	2221	257,8	116,70	102,80	389
4	144,10	231,77	1503	1714	186,2	80,21	50,57	146
8	110,50	165,40	743,5	815,20	78,58	54,15	28,93	42,88
16	50,94	53,54	381,8	457,90	63,59	58,95	24,83	25,20
32	16,47	15,27	128,30	123,20	72,16	57,71	33,05	32,73

Tableau 5.6-2 Liste des données de la résistivité de l'axe Mboula-Dahra

Espacement des électrodes: a (m)	$\rho(\Omega \cdot m)$					
	SEV9	SEV10	SEV11	SEV12	SEV13	SEV14
0.5	68,59	54,03	877	1017	329,40	61,50
1	71,81	55,08	823,30	986,80	275,10	56,93
2	62,10	66,06	697,60	1080	240,10	60,23
4	43,18	74,38	531,40	782,40	128,30	57,07
8	33,80	47,88	271,20	373,70	41,50	34,05
16	35,20	37,19	84,44	127,10	26,90	25,77
32	36,57	35,52	27,35	37,84	32,44	33,72

Tableau 5.6-3 Tableau des résultats d'interprétation de la résistivité de l'axe Mboula-Lingu ère

Position	Num éro et coordonn ées du point de mesure	Couche électrique	R ésistivité ($\Omega \cdot m$)	Épaisseur (m)
Position 1	SEV1 460658, 1726372	1	3782,2	0,12
		2	252,37	1,31
		3	131,77	8,14
		4	11,13	/
	SEV2 460685, 1726365	1	408,16	0,93
		2	237,10	6,93
		3	4,47	13,99
		4	115,00	/
Position 2	SEV3 474298, 1713045	1	531,71	0,19
		2	8839,70	0,56
		3	680,45	10,776
		4	64,128	/
	SEV4 474316, 1713062	1	120,70	0,058
		2	11447	0,48
		3	661,41	13,94
		4	3,88	/

Position	Num éro et coordonn ées du point de mesure	Couche électrique	R é s i s t i v i t é ($\Omega.m$)	Épaisseur (m)
Position 3	SEV5 478630, 1702897	1	1338	0,655
		2	161,25	3,907
		3	18,32	2,204
		4	81,156	/
	SEV6 478648, 1702891	1	199,21	0,86
		2	87,656	3,68
		3	15,355	2,04
		4	64,71	/
Position 4	SEV7 486340, 1699576	1	716,84	0,64
		2	58,77	3,98
		3	9,45	4,85
		4	48,89	/
	SEV8 486356, 1699559	1	1116	0,75
		2	270,52	2,33
		3	21,59	25,30
		4	134,69	/

Tableau 5.6-4 Tableau des résultats de l'interprétation de la résistivité de l'axe Mboula-Dahra

Position	Num éro du point de mesure	Couche électrique	R é s i s t i v i t é ($\Omega.m$)	Épaisseur (m)
Position 1	SEV9 456567, 1692861	1	65,165	0,61
		2	128,92	0,51
		3	33,030	42,71
		4	100,72	/
	SEV10 456578, 1692877	1	51,65	1,36
		2	337,74	0,59
		3	32,05	46,06
		4	96,94	/
Position 2	SEV11 452524, 1708852	1	858,80	1,84
		2	400,46	5,50
		3	23,44	/
	SEV12 452561, 1708868	1	982,34	1,24
		2	2361,80	0,81
		3	315,34	7,54
		4	27,13	/
	Position 3	SEV13 452288, 1719462	1	848,71
2			279,64	2,50
3			22,476	16,59
4			50,03	/
SEV14 452320, 1719450		1	61,15	5,34
		2	3,78	2,21
		3	58,35	/

5.7 Matériaux naturels

La zone de projet est principalement un sol sableux, et les matériaux de sol disponibles sont principalement un sol résiduel altéré ⑤₁, qui est une argile limoneuse gris-blanc, rouge-brun et brun-jaune avec du gravier. L'argile limoneuse est en plastique, avec une ténacité et une résistance à sec moyennes, et une teneur en gravier d'environ 30%, indice plastique $I_p = 10 \sim 17$, la densité naturelle est généralement de 2g/cm^3 , cohésion saturée de résistance au cisaillement $c = 25\text{kPa}$, angle de frottement interne $\psi = 13 \sim 15^\circ$, le coefficient de perméabilité est généralement inférieur à $1\text{E-}05\text{cm/s}$. Il peut répondre aux exigences des matériaux généraux de remplissage du sol. En outre, le mudstone entièrement altéré peut également être utilisé comme source de matériaux du sol.

Selon le plan de conception, la quantité de terrassement excavé est d'environ 11,68 millions de m^3 , principalement du sable alluvial, du gravier argilo-limoneux, du sol résiduel, l'élimination des débris de surface et du sol limoneux. L'estimation préliminaire basée sur un taux d'utilisation de 75%. le limon argileux ③₁ et le sable moyen ④₁ ont une mauvaise imperméabilité et ne répondent pas aux exigences anti-infiltration. D'autres mesures doivent être envisagées pour répondre aux exigences anti-infiltration.

La densité naturelle du conglomérat sableux modérément altéré dans la zone est généralement de $2,5\text{ g/cm}^3$, et la résistance à la compression saturée est généralement de $20 \sim 30\text{ MPa}$. C'est une roche relativement molle et peut être utilisée comme source de remblai général en morceaux, qui peut être extrait à proximité.

Le substratum rocheux de la région est principalement constitué de mudstone tertiaire et de gluténite, qui sont des roches extrêmement molles et plus tendres de faible résistance; les sources locales de sable éolien ou sédimentaire sont bien triées, mal classées et la teneur en schiste local est élevée. Faute de test laboratoire correspondant, il n'est pas recommandé comme source d'agrégats de béton dans cette phase, mais recommandé d'acheter le granulats de béton auprès de Thiès, avec une distance de transport d'environ 180 km.

5.8 Conclusion et suggestion

1) La zone du projet est située dans le sous-bassin nord du bassin de la marge continentale en Afrique de l'Ouest. La structure régionale est fondamentalement stable. L'intensité sismique de base dans la zone du projet peut être considérée comme 6 degrés et l'accélération maximale du mouvement du sol peut être considérée comme 0,05 g.

2) Le limon argileux ③₁ et le sable moyen ④₁ ont une faible imperméabilité, une capacité anti-récurage moyenne et une autostabilité moyenne. Il est recommandé que le rapport de pente d'excavation soit de 1: 3, de renforcer le support de pente, de renforcer les mesures anti-infiltration et de renforcer les mesures de drainage.

3) Le niveau de dragage du sol limoneux ②₁ est de grade 1 ~ 2; le niveau de dragage du sable limoneux argileux ③₁, du sable moyen ④₁ est de grade 5 ~ 6.

4) La terre de remplissage peut être utilisée pour l'excavation dans le cadre de l'ingénierie, mais le limon argileux ③₁ et le sable moyen ④₁ ont une mauvaise imperméabilité et d'autres mesures anti-infiltration doivent être prises pour les pièces avec des exigences anti-infiltration; le sol résiduel ⑤₁ et le mudstone entièrement altéré peuvent également être utilisés comme source de matériaux de sol; les agrégats de béton peuvent être achetés auprès de Thiès, avec une distance de transport d'environ 180 km.

5) Il est recommandé de réaliser des études géologiques détaillées pour les ouvrages principaux.

6 Mission et échelle du projet

6.1 Nécessité et missions de construction

6.1.1 Situation actuelle et problèmes existants des zones d'irrigation

(1) Situation actuelle de la zone d'irrigation

La plaine Ferlo est plate, avec une altitude moyenne d'environ 25 m et une pente moyenne d'environ 0,1%. L'altitude diminue progressivement vers l'ouest et le nord-ouest, et la plaine est coupée par un réseau de rivières bordées d'arbres (actuellement sans eau), formant des bandes en forme d'éventail de tailles diverses. La zone est principalement constituée de steppes arbustives et de terrains dénudés.



Figure 6.1-1 Photos de l'état actuel de la vallée de Ferlo

L'agriculture et l'élevage sont les principales activités de développement économique de la région, dont 90 % de la population de la région de Ferlo est engagée.

L'agriculture est dominée par les champs d'eau pluviale, où l'on cultive des arachides et du millet. Située en bordure du désert du Sahara, elle bénéficie d'un climat de steppe désertique avec de faibles précipitations et de faibles rendements agricoles. Outre les mauvaises conditions climatiques, la mauvaise qualité des sols, la faible application d'engrais organiques, la faible utilisation de pesticides, l'inadéquation des équipements et des installations agricoles et le manque de compétences agricoles sont les principaux obstacles au développement agricole.

La région n'est pas autosuffisante en termes de nourriture selon les normes de la FAO (185 kg/personne/an). Selon l'étude, la répartition actuelle des terres agricoles dans la région de la vallée du Ferlo est présentée à la figure 6.1-1. Nous pouvons observer sur la carte que les terres agricoles actuelles de la région sont petites et dispersées en parcelles en raison du manque de ressources en eau.

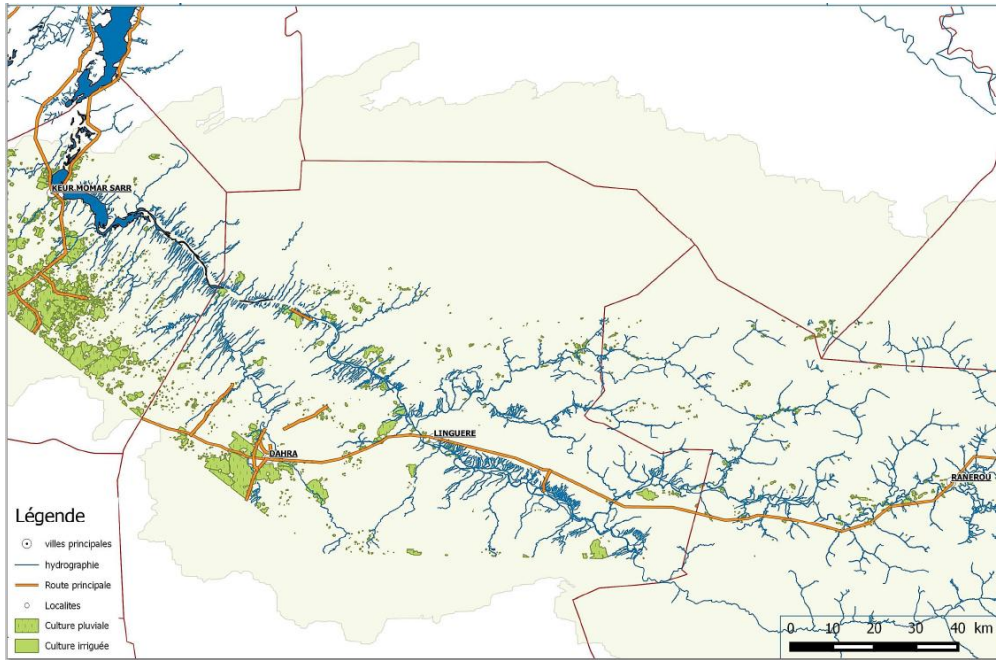


Figure 6.1-2 Répartition des terres agricoles actuelles au Ferlo

L'élevage est l'une des principales activités dans la région. La vallée du Ferlo compte de nombreuses dépressions, dont beaucoup peuvent être remplies d'eau grâce à la saison des pluies et aux applications de forage dans les zones de l'élevage, et certaines peuvent être maintenues arrosées toute l'année grâce à l'adoption de simples installations hydrauliques, ce qui fournissant ainsi de l'eau au bétail. L'élevage est très dépendant des pâturages et des sources d'eau, et était principalement nomade, mais ces dernières années, il se manifeste une tendance à la sédentarisation que les pâturages sont généralement récupérés autour des sources d'eau (trous de forage et étangs) et le bétail se déplace sur de petites zones dans la zone de service des trous de forage. La répartition des sites d'élevage est présentée à la figure 6.1-4.



Figure 6.1-3 Photos de l'état actuel des sites de l'élevage à Ferlo

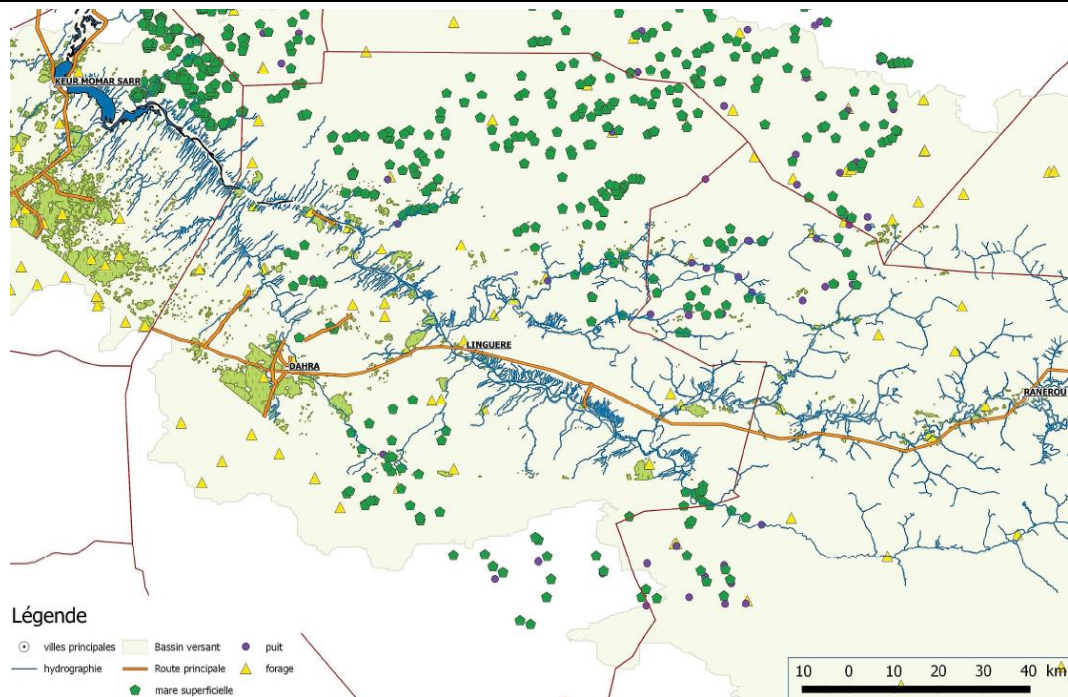


Figure 6.1-4 Situation de la répartition des sites d'évage à Ferlo

(2) Aperçu des terres

La FAO a mené une étude sur les terres au Sénégal en 2003 et a conclu que la disponibilité des terres agricoles dans la région du Ferlo est bien élevée. Les enquêtes préliminaires de ce projet ont montré que la plupart des terres arables rurales de la région sont relativement abondantes, avec au moins un champ d'eau pluviale par ménage dans la région.

Une étude des sols sur 10 jours a été menée en septembre 2016 pour étudier la disponibilité des terres cultivables dans la zone de planification. Cinquante-cinq forages manuels d'extraction du sol ont été réalisés dans des prairies et des champs d'eau pluviale des deux côtés de la vallée de Ferlo, et en tenant en compte de l'interprétation de photographie aérienne et à l'analyse de données pour déterminer l'étendue des terres arables et irrigables près de la vallée Ferlo.

Dans le climat de steppe désertique du Ferlo, les sols sont considérés comme cultivable s'ils se caractérisent une épaisseur de couche meuble de plus de 0,6 m et ne présentent pas de facteurs limitants tels que la mauvaise qualité du sol, les cailloux, les dalles, la salinité, la sensibilité à l'érosion éolienne ou hydrique, ou les grandes pentes.

L'étude d'une bande de 20 km de chaque côté de la vallée de Ferlo a montré que la plus grande partie de la zone d'étude sont potentiellement les terres cultivables. Comme les terres des études se limitent aux zones le long de la vallée de Ferlo, la figure 5.1-5 montre la répartition de l'étendue des terres adaptées, moyennes et impropres au développement de l'agriculture et de l'irrigation dans la zone étudiée. La figure montre que la plus grande partie de la zone des deux côtés du marigot dans la vallée de Ferlo est adaptée à la culture et à

l'irrigation.

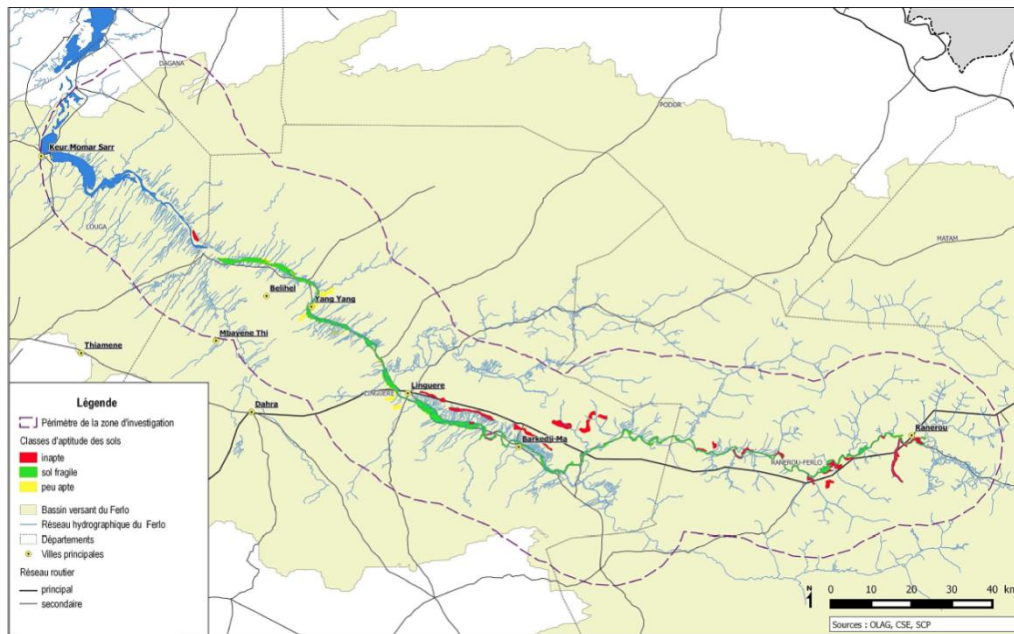


Figure 6.1-5 R é s u l t a t s d e l' é t u d e s u r l a c u l t i v a b i l i t é d u s o l p r è s d e l a v a l l é e d u F e r l o

(3) Syst è m e f o n c i e r

Afin de d é v e l o p p e r l a p r o d u c t i o n a g r i c o l e , l e S é n é g a l a p r o m u l g u é l a L o i F o n c i è r e e n 1964, q u i s t i p u l e q u e l a t e r r e e s t l a p r o p r i é t é d e l' É t a t e t q u e l e s a g r i c u l t e u r s o n t l e d r o i t d' u t i l i s e r l e s t e r r e s q u i l e u r s o n t a t t r i b u é s .

Au S é n é g a l , l a t e r r e e s t d i v i s é e e n t e r r e s d e l' É t a t , t e r r e s p u b l i q u e s e t t e r r e s n a t i o n a l e s . L' É t a t a t t r i b u e a u x c o l l e c t i v i t é s l o c a l e s l e d r o i t d e g é r e r l e s t e r r e s d e l' É t a t , e t l e s t e r r e s d e l' É t a t e n r e g i s t r é e s d a n s l e s z o n e s r u r a l e s , à l' e x c l u s i o n d e s t e r r e s a g r i c o l e s , s o n t p r i n c i p a l e m e n t d e s t e r r e s l i é e s à d e s b â t i m e n t s p u b l i c s o u à d e s i n s t a l l a t i o n s p u b l i q u e s . L' É t a t d é c i d e d' a u t o r i s e r l e s p r o j e t s s u r d e s t e r r a i n s p u b l i c s , m a i s i l d o i t a u s s i c o n s u l t e r a u p r é a l a b l e l e s a u t o r i t é s l o c a l e s c o m p é t e n t e s . 95% d e s t e r r e s d e l' É t a t s o n t d e s t e r r e s a g r i c o l e s , e t l' É t a t d é t i e n t d e s t e r r e s n a t i o n a l e s e t d é t e r m i n e l e s r è g l e s d e l e u r u t i l i s a t i o n a u n i v e a u n a t i o n a l , q u i e s t a d m i n i s t r é p a r l e C o n s e i l n a t i o n a l r u r a l .

Les i n v e s t i s s e u r s é t r a n g e r s o n t l e d r o i t d' a c h e t e r d e s t e r r e s a g r i c o l e s a u S é n é g a l e t d e l e s c o n v e r t i r e n p r o p r i é t é p r i v é e a p r è s l' e x p i r a t i o n d e l e u r d u r é e d e v i e u t i l e . D e s p r o l o n g a t i o n s s o n t n é c e s s a i r e s t o u s l e s 33 a n s , e t e l l e e s t c o n v e r t i e e n p r o p r i é t é f r a n c h e a p r è s u n e d u r é e d' u t i l i s a t i o n d e 99 a n s . L e s t e r r e s l o u é e s s o n t r e n o u v e l a b l e s p o u r d e c o u r t e s p é r i o d e s a l l a n t j u s q u ' à 18 a n s e t p o u r d e l o n g u e s p é r i o d e s a l l a n t j u s q u ' à 50 a n s . L e g o u v e r n e m e n t d u S é n é g a l a c c u e i l l e l e s i n v e s t i s s e u r s é t r a n g e r s p o u r l a l o c a t i o n e t l' a c h a t d e t e r r e s a g r i c o l e s p o u r l e d é v e l o p p e m e n t a g r i c o l e s a n s c o n d i t i o n s s u p p l é m e n t a i r e s .

6.1.2 Planifications pertinentes

En septembre 2012, le Premier ministre du Sénégal a proposé à l'Assemblée nationale que «les jeunes, les femmes et les zones rurales» seront les trois priorités, et «l'agriculture, l'énergie, l'emploi et les infrastructures» seront les quatre domaines prioritaires pour les cinq prochaines années, afin d'établir un mécanisme de gouvernance démocratique, transparent et efficace; de réaliser une croissance économique inclusive et durable; d'ajuster la structure de l'énergie pour assurer la diversification des sources d'énergie; de renforcer la construction d'infrastructures, d'accroître les investissements agricoles; d'effectuer l'exploitation minière des mines de métaux lourds; de contrôler déficits budgétaires.

(1) la Stratégie Nationale de Développement Économique et Social (SNDES) pour la période 2013-2017

En novembre 2012, le gouvernement sénégalais a publié la «Stratégie Nationale de Développement Économique et Social (SNDES) pour la période 2013-2017», proposant de coordonner le développement démographique et économique au cours des cinq prochaines années, de prêter attention à l'état actuel du rajeunissement de la population et d'améliorer le niveau de construction dans des domaines tels que la médecine et l'assainissement, l'éducation, l'eau potable et la planification.

(2) Plan Sénégal Émergent (PSE)

En mars 2014, le gouvernement sénégalais a publié Plan Sénégal Émergent (PSE), une politique nationale de planification du moyen-long terme et qui est reformulé sur la base de la Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP) 2003-2010 et de la Stratégie Nationale de Développement Économique et Social (SNDE) 2013-2017, dont objectif est d'atteindre une croissance économique moyenne de 7% dès 2035. Le Plan Sénégal Émergent (PSE) prévoit 27 projets de développement dont les principaux concernent l'agriculture, l'énergie, les mines, les infrastructures, le tourisme et d'autres domaines. Le Plan Sénégal Émergent (PSE) a proposé 3 Axes et PREFERLO s'inscrit dans les axes 1 et 2.

L'axe 1 «*Transformation structurelle de l'économie et Croissance*» vise une transformation structurelle de l'économie à travers la consolidation des moteurs actuels de la croissance et le développement de nouveaux secteurs créateurs de richesses, d'emplois, d'inclusion sociale et à forte capacité d'exportation et d'attraction d'investissements privés. Il implique l'agriculture, l'élevage, la pêche, l'aquaculture, ainsi que l'agroalimentaire. Les actions dans le domaine des activités agro-pastorales visent à mettre en œuvre une approche intégrée favorisant le développement de chaînes de valeur et la structuration des filières. Elles s'inscrivent dans une dynamique de valorisation des ressources et potentialités agro-écologiques des différentes zones du pays. Ces actions permettent de mettre en valeur le potentiel de l'agriculture commerciale tout en favorisant le développement de l'agriculture familiale. Elles devront également assurer la relance des filières de production et des industries animales.

Pour le développement de l'agriculture commerciale il s'agit entre autres à

- la mise en place de 100 à 150 fermes intégrées visant le positionnement du Sénégal comme exportateur majeur de fruits et légumes à haute valeur ajoutée ;
- l'organisation des petits producteurs agricoles autour de gros opérateurs modernes, et industriels à travers le développement de mécanismes de contractualisation intégrant le financement de l'activité ;
- la création de trois (03) zones greniers qui constituent des corridors créaliers visant le développement et l'intensification de bassins agricoles irrigués pour réduire de moitié le déficit de la balance commerciale sur les cultures créalières dans une optique de sécurité alimentaire sur le long-terme. Ces zones doivent servir de support à l'émergence de grands acteurs structurés (notamment l'attrait d'investisseurs étrangers pour la création de « méga fermes ») et au développement de la transformation ;
- l'établissement de trois (03) pôles de transformation agroalimentaire (agropoles intégrées) pour le développement d'une agro-industrie à haute valeur ajoutée dans le domaine de la transformation des fruits et légumes, des huiles, des produits laitiers, des céréales, de l'aviculture ;

Pour le développement de l'élevage et productions animales, il s'agit de procéder à un développement accéléré des filières clés d'élevage (bétail-viande, lait, cuirs et peaux, aviculture) en s'appuyant sur :

- l'amélioration de la productivité et de la compétitivité des filières animales ;
- la création d'un environnement favorable au développement des systèmes d'élevage ;
- le renforcement des infrastructures de transformation, de conservation et de commercialisation de la production animale avec une meilleure intégration dans la filière industrielle ;
- une meilleure structuration des segments industriels et familiaux des filières lait local, bétail-viande et aviculture, ainsi que des cuirs et peaux.

Pour le développement de l'aquaculture, les opportunités en matière de pêche et d'aquaculture seront exploitées par la mise en place de réformes majeures visant le développement de l'aquaculture pour renforcer la contribution du secteur à la sécurité alimentaire et à la création de richesse et d'emplois à travers entre autres :

- le développement accéléré d'une aquaculture compétitive par l'aménagement d'espaces dédiés, la mise en place d'infrastructures de production adéquates, le développement d'un environnement propice à l'investissement et la structuration d'une filière aquacole intégrée ;
- la promotion de la pêche continentale par l'aménagement et l'empoissonnement des zones de production naturelle ainsi que l'organisation des acteurs ;
- et la valorisation accrue des produits aquacoles par l'érection de pôles industriels intégrés, la mise en place d'incubateurs d'unités de transformation artisanale et moderne et la réduction des pertes.

Concernant l'axe 2 « *Capital humain, Protection sociale et Développement durable* », il intègre entre autres, les questions de l'eau et d'assainissement ainsi que la dimension environnementale et du développement durable.

Dans le secteur de l'environnement, le Sénégal s'est engagé à intégrer les principes de développement durable dans les politiques nationales et à inverser la tendance notée par rapport à la déperdition de ressources environnementales. Il poursuit notamment l'objectif de réduction de la perte de biodiversité. A cet effet, le Sénégal entend poursuivre les objectifs sectoriels stratégiques suivants :

- améliorer la base de connaissance de l'environnement et des ressources naturelles ;
- intensifier la lutte contre la dégradation de l'environnement et des ressources naturelles dans le respect des conventions y afférentes ;
- renforcer les capacités institutionnelles et techniques des acteurs dans la mise en œuvre des actions de conservation de l'environnement et des ressources naturelles ;
- encourager la valorisation des ressources naturelles à l'instar des initiatives en cours dans la réserve;
- et préserver les réserves de la biosphère (parcs, réserves naturelles), promouvoir une économie verte et capter des financements pour les emplois verts.

En avril 2019, le président Macky Sall a entamé son deuxième mandat de présidence et publié « Plan Sénégal Émergent (PSE)-Phase II ». Le gouvernement sénégalais prévoit de lever 14,1 milliards de francs CFA en 2019-2023 pour construire 700 projets et d'atteindre un taux de croissance de 9,1%.

(3) Plan National d'Aménagement et de Développement Territorial (PNAT)

Le Plan National d'Aménagement et de Développement Territorial (PNAT) s'oriente vers le rééquilibrage des territoires par la réalisation d'ouvrages de mobilisation des ressources en eau (barrages, digues, etc.) pour le développement de bassins agricoles. En effet, les actions 91 et 94 de l'orientation stratégique 34 « Assurer une bonne maîtrise de l'eau » portent essentiellement sur les objectifs du PREFERLO.

L'Action 91 « Assurer l'exploitation rationnelle et durable des sources d'eau douce » : prône que les réserves d'eau douce du Sénégal soient exploitées principalement à des fins agricoles, pastorales et de production d'eau potable.

L'exploitation de ces sources d'eau est annihilée par un déficit d'aménagement pour la pratique des activités agricoles, d'élevage et de pêche. C'est pourquoi, il est nécessaire d'améliorer l'hydraulicité de ces sources d'eau, les conditions d'alimentation en eau ou d'accès pour les agriculteurs, les éleveurs et les pêcheurs, de restaurer leurs fonctions écologiques pour une durabilité etc.

Dans la même veine, **l'Action 94** : recommande l'Aménagement du Bas-Ferlo, situé dans la région de Louga, en aval du Lac de Guiers, qui est soumis à de fortes fluctuations de la pluviométrie de ces dernières décennies qui ont eu des conséquences néfastes sur le potentiel biologique de la zone. Cette zone est aujourd'hui caractérisée par une absence totale d'eau par endroit, handicapant les activités agricoles et pastorales. L'aménagement du canal du Ferlo consistera à amener l'eau à Ranérou, en passant par Linguère par pompage. Le Projet de renforcement de la résilience des écosystèmes du Ferlo (PREFERLO) participe à l'atteinte de cet objectif. Cela contribuera au rétablissement des écosystèmes du Ferlo, dans la zone nord du Sénégal et à la relance des activités agricoles et pastorales (culture fourragère, élevage intensif et fixation des troupeaux).

6.1.3 Nécessité de la construction du projet

(1) La construction du projet consiste à développer l'agriculture, réduire la pauvreté et répondre aux besoins d'autosuffisance alimentaire

Le Sénégal est l'un des pays les plus sous-développés économiquement au monde. Selon le « Rapport sur le développement humain 2019 » publié par le Programme des Nations Unies pour le développement, l'indice de développement humain du Sénégal se situe au 166^e rang sur 189 pays et régions du monde.

L'agriculture est une industrie importante au Sénégal. En 2018, la valeur de la production agricole du Sénégal représentait environ 17% de son PIB et sa population agricole représentait plus de la moitié de la population totale du pays. Le Sénégal n'est pas autosuffisant en alimentation. Les cultures principales sont le riz, le sorgho, le maïs et le manioc. Ces dernières années, le gouvernement ayant accru ses investissements dans les installations de

conservation des eaux des terres agricoles, la superficie des terres arables s'est étendue et la production de riz et d'autres cultures a augmenté. En 2018/19, la production de riz était de 1,13 millions de tonnes. Les cultures principales commerciales sont les arachides, le coton, le sésame, les fruits tropicaux, les légumes et les fleurs, parmi lesquels les arachides sont la principale source de revenus pour la plupart des exploitations familiales. L'élevage est dominé par l'élevage de bovins, de moutons, de porcs, de chevaux et de volaille, et sa valeur de production représente environ 4% du PIB.

Depuis le 21^e siècle, le gouvernement sénégalais a formulé plusieurs plans, qui accordent tous la priorité du développement à l'agriculture. En 2004, le gouvernement sénégalais a formulé un plan à long terme (2004-2024) pour le développement de l'agriculture, de la sylviculture et de l'élevage, ce qui est inscrit dans la Loi d'Orientation Agro-Sylvio-Pastorale, en attribuant la priorité à l'agriculture. En 2014, le Sénégal a commencé à mettre en œuvre le «Plan Sénégal Émergent (PSE)», qui prévoit de se concentrer sur le développement de l'agriculture, de l'énergie, des mines, des infrastructures et du tourisme. Dans le PSE, l'agriculture occupe la troisième place parmi les six grands projets, les investissements représentant 11,1% de tous les projets. L'objectif du plan agricole est d'établir des industries liées à l'arachide, de développer des corridors créaliers et d'établir une agriculture familiale, et développera des industries à haute valeur ajoutée et l'élevage grâce à l'établissement ciblé de 150 à 200 microprojets et 100 à 150 projets. Les projets de transfert d'eau des zones excédentaires vers les zones pauvres en eau font également partie de l'orientation stratégique de la politique de développement régional pour 2016-2025.

La partie nord du Sénégal a un climat sahérien, où les activités de l'agriculture et de l'élevage est limité sont gravement limitées et les gens vivent dans des conditions difficiles à cause d'une extrême pénurie d'eau. Dans les années 50, le Sénégal a lancé un projet de développement économique pastoral basé sur l'exploitation des eaux souterraines profondes de la vallée du Ferlo. Cependant, les sécheresses répétées depuis les années 70 ont entraîné des difficultés accrues dans l'extraction des eaux souterraines, une faible production de terres arables et de pâturages, qui ont gravés des conflits entre l'utilisation de l'eau et des terres dans la vallée du Ferlo. Depuis 1988, le gouvernement sénégalais envisage de transférer les abondantes ressources en eau de surface du principal cours d'eau du fleuve Sénégal et du lac de Guiers à la région de la vallée du Ferlo, pour résoudre le problème de l'eau dans la région, et par conséquent développer les activités d'irrigation, d'élevage et améliorer l'environnement écologique régional.

Le projet pourra réaliser l'irrigation d'environ 24348 ha de terres agricoles et environ 8844 ha de pâturages; l'augmentation des rendements des cultures et la capacité de l'autosuffisance alimentaire régionale, favorisant ainsi le développement de l'élevage et améliorant les revenus et le niveau de vie des résidents environnants. Ce projet est conforme aux plans pertinents, la mise en œuvre du projet peut répondre à la demande en eau prévue du projet de corridor créalier dans le plan de revitalisation et aider la région à atteindre un développement durable.

(2) La mise en œuvre du projet peut répondre à la demande régionale urbaine et rurale en eau humaine et du bétail.

La zone du projet est éloignée du lac de Guiers, et les populations urbaines et rurales environnantes et le bétail dépendent principalement des eaux souterraines. Le forage est relativement profond dans cette zone. La profondeur générale du forage est de 20 à 50 m et la profondeur moyenne de forage est de 150 m. La source d'eau est dispersée. Certains jeunes ouvriers sont obligés d'aller chercher de l'eau tous les jours. En raison des très faibles précipitations et du climat aride, les eaux souterraines est difficile à reconstituer, et le montant et la durabilité du prélèvement de l'eau ne peut être garantie. Dans le même temps, il n'y a pas de mesures de purification de l'eau prévue dans cette zone et la qualité de l'eau prévue ne peut être garantie, ce qui présente de grands risques pour la vie humaine. En revanche, avec le développement de la société et de l'économie, le nombre de population environnante et le nombre d'élevages ont augmenté rapidement, et avec l'amélioration du niveau de vie des habitants, la demande de ressources en eau a augmenté rapidement, ce qui pose des besoins urgents pour résoudre le problème de l'eau pour les humains et les animaux.



Figure 6.1-6 Consommation d'eau actuelle humaine et du bétail dans la région

En 1986, le réservoir de Diama a été construit à l'estuaire du fleuve Sénégal, sa fonction principale est de contrôler la remontée de la langue salienne période d'étiage du canal en amont, et pour développer l'irrigation agricole et de fournir de l'eau aux zones urbaines et rurales. Selon les données, le réservoir a un volume de décharge annuel moyen de 13 milliards de m³, et le rejet des ressources en eau douce représente environ 2/3 de l'apport en amont, et les ressources en eau sont abondantes. Le lac de Guiers est actuellement l'une des principales sources d'eau de la capitale Dakar grâce à la bonne qualité d'eau. D'après les changements du niveau d'eau du lac de Guiers au fil des ans, il y a des ressources en eau excédentaires disponibles pour utilisation.

La mise en œuvre du projet peut utiliser les abondantes ressources en eau de surface de haute qualité du fleuve Sénégal, de sorte que certaines zones urbaines et rurales de la région adoptent une alimentation en eau centralisée. Une fois des mesures d'assainissement prises, les besoins en eau des humains et du bétail urbaines et rurales de la région seront satisfaits, la sécurité de l'approvisionnement régional en eau sera assurée et la santé des populations sera

garantie.

(3) La mise en œuvre du projet peut améliorer l'environnement écologique

L'eau est l'essentiel de la production et le fondement de l'écologie. La zone du projet est de climat sahéen, avec pauvres précipitations et système écologique fragile. La sécheresse depuis les années 1970 a conduit à la dégradation des écosystèmes. Le développement de l'agriculture a rendu la zone de récupération des terres de plus en plus grande, et les terres boisées ou prairies d'origine ont été reconverties en terres agricoles; le climat sec a dégradé les prairies et la production d'aliments pour animaux est faible. Le développement de l'élevage a augmenté la demande pour l'alimentation et causé surpâturage, entraînant la végétation à grande échelle. La destruction, l'écosystème de la zone du projet est encore détérioré

La mise en œuvre du projet peut fournir des ressources en eau abondantes pour la zone le long du projet et la zone de réception. Une série de mesures peut être prise le long du projet et de la zone de réception pour améliorer l'écologie, et restaurer et améliorer progressivement l'environnement écologique de toute la région.



Figure 6.1-7 Déterioration de l'environnement écologique dans la région du Ferlo

6.1.4 Mission du projet

6.1.4.1 Mission du projet

Les missions du projet proposées sont l'irrigation, l'approvisionnement en eau en milieu urbain et rural, l'élevage du bétail, et l'amélioration de l'environnement écologique.

(1) Irrigation

Les faibles précipitations et les pénuries d'eau en matière de ressources et d'installations dans la zone du projet entravent le développement de l'agriculture et de l'élevage locaux, ce qui nécessite des projets de détournement de l'eau pour développer l'agriculture et l'élevage en utilisant les abondantes ressources en eau de surface à proximité. La surface d'irrigation

comprend 6 zones d'irrigation agricole avec une surface irriguée nette de 24348 ha et 4 pâturages avec une surface irriguée nette de 8 844 ha.

(2) Approvisionnement de l'eau pour les zones urbaines et rurales

Ce projet doit répondre à la consommation d'eau des habitants de 6 villes et villages du district de Louga (Mboula, YangYang, Mbeuleukhe, Linguère, Barkedji, Dahra).

(3) Besoins en eau pour l'élevage

Ce projet doit répondre aux besoins en eau pour l'élevage par 4 pâturages.

(4) Volume d'eau pour amélioration de l'environnement écologique

Il faut répondre à la demande en eau pour améliorer l'environnement écologique de la vallée du Ferlo.

6.1.4.2 Année de niveau de conception et taux de garantie de conception

(1) Année de niveau de conception

Cette conception utilise 2016 comme année de base de l'état actuelle, 2035 comme année de niveau de conception à court terme et 2050 comme année de niveau de conception à long terme.

(2) Taux de garantie de conception

La zone de réception éprouve gravement une pénurie de l'eau, ce qui limite fortement le développement économique et social local. La zone d'irrigation actuelle est petite et cultive principalement la xérophYTE. Selon le «Normes de conception d'ingénierie d'irrigation et de drainage» (GB50288-2018), en tenant compte de la structure de plantation actuelle et des conditions de ressources en eau de la zone d'irrigation, le taux de garantie de conception d'irrigation de la zone d'irrigation est globalement déterminé comme $P = 75\%$. Selon le «Norme de conception d'alimentation en eau à l'extérieur» (GB50013 - 2018), le taux de garantie de la conception de l'approvisionnement en eau potable pour les zones urbaines et rurales est de 95%.

6.2 Prévisions de la demande en eau

6.2.1 Zone de planification

(1) Portée de la zone de planification

Selon des études antérieures, le plan de revitalisation de la vallée du Ferlo implique principalement les deux régions de Louga et Matam. Selon la situation géographique et la

source de dérivation de l'eau, la zone d'étude dans la région de Louga est définie comme la région Ouest et la zone d'étude la région de Matam est définie comme la région Est. Selon la portée des ouvrages proposés par le maître d'ouvrage, dans cette phase, les besoins en eau potable, les besoins en eau pour l'irrigation agricole, les besoins en eau pour l'élevage et pour écologique dans Louga, soit la région Ouest sont abordés.

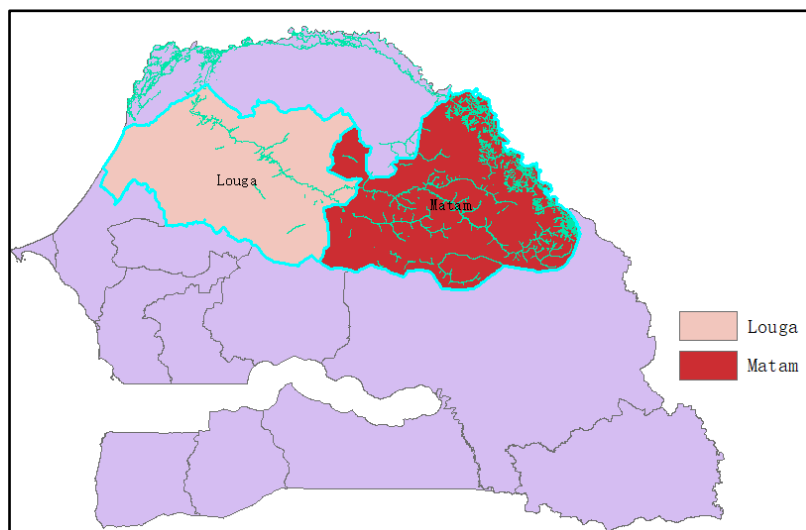


Figure 6.2-1 Portée de la zone de planification

6.2.2 Prédiction des besoins en eau potable

(1) Portée d'approvisionnement en eau

Sur la base des résultats d'études précédentes et de la lettre de confirmation du maître d'ouvrage, l'étendue de l'approvisionnement en eau est cette fois principalement située dans la région de Louga, impliquant 6 communes de Linguère, Barkeji, YangYang, avec une population d'environ 87 824 habitants en 2016.

Tableau 6.2-1 Tableau de la portée d'approvisionnement en eau

DEPARTEMENT	Commune
DEPARTEMENT LINGUERE	COM. LINGUERE
	COM. DAHRA
	COM. MBEULEUKHE
ARRONDISSEMENT BARKEDJI	CR. BARKEDJI
ARRONDISSEMENT YANG YANG	CR. MBOULA
	CR. YANG YANG
Total	

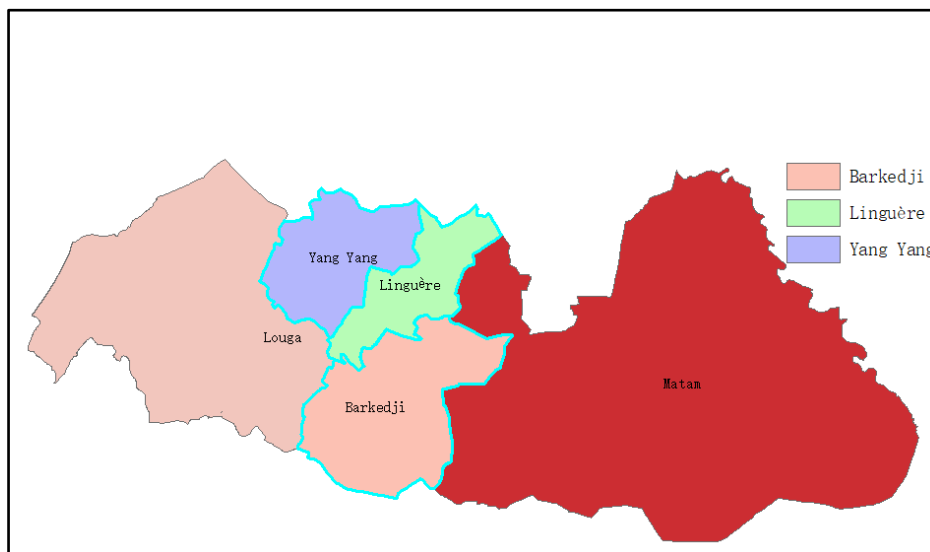


Figure 6.2-2 Schéma de la portée d'approvisionnement en eau

(2) Pr évision d émographique de l'approvisionnement en eau

Selon le rapport de Projection de la population du S énégal (2013-2063), la population de la zone d'accueil passera à 112 468 en 2025, avec un taux de croissance moyen d'environ 2,5%. Voir le tableau 6.2-2 pour la consommation d'eau potable dans la zone de planification.

Tableau 6.2-2 Projections d émographiques pour 2016-2025 dans les zones de r éception

DEPARTEMENT	Commune	2016	2025
DEPARTEMENT LINGUERE	COM. LINGUERE	16826	21548
	COM. DAHRA	35801	45847
	COM. MBEULEUKHE	1641	2102
ARRONDISSEMENT BARKEDJI	CR. BARKEDJI	19699	25226
ARRONDISSEMENT YANG YANG	CR. MBOULA	8545	10942
	CR. YANG YANG	5312	6803
Total		87824	112468

Source: Projection de la population du S énégal (2013-2063)

Consid érant le d éveloppement socio- éconmique au futur et sur la base des r ésultats des études pertinentes du PROJET DES RESTAURATION DES FONCTIONS ECOLOGIQUES ET ECONOMIQUES DU LAC DE GUIERS (PREFELAG), en tenant compte du d éveloppement éconmique au futur, et compte tenu des diff érents taux de croissance de la population dans les zones urbaines et rurales, il est propos é que le taux de croissance annuel moyen de la population de Ling ère et Dahrasoit d'environ 3,7% et que le taux de croissance annuel moyen de la population d'autres r égions soit d'environ 2,7% pour la p ériode 2025-2050 dans la zone d'étude; les projections d émographiques pour la zone de planification sont pr ésent ées dans le tableau 6.2-3.

Tableau 6.2-3 Projections d émographiques pour 2025-2050 dans les zones de r éception

DEPARTEMENT	Commune	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2025-2050 Taux de
-------------	---------	------	------	------	------	------	------	----------------------

								croissance annuel
DEPARTEMENT LINGUERE	LINGUERE	21548	25840	30988	37161	44564	53441	3,7%
	DAHRA	45847	54980	65932	79066	94817	113705	3,7%
	MBEULEUKHE	2102	2405	2751	3147	3600	4119	2,7%
ARRONDISSEMENT BARKEDJI	BARKEDJI	25226	28858	33014	37767	43206	49427	2,7%
ARRONDISSEMENT YANG YANG	MBOULA	10942	12518	14320	16382	18741	21439	2,7%
	YANG YANG	6803	7783	8903	10185	11652	13330	2,7%
Total		112468	132384	155908	183708	216579	255461	

(3) Quotas d'eau potable

L'analyse montre que dans la période 2013-2016, la consommation spécifique moyenne de principales urbaines et communes rurales de la zone d'étude reste quasiment inchangée. Le quota actuel d'eau potable des habitants urbains dans la zone de réception d'eau est d'environ 50L/(personne-jour), et le quota d'eau potable des résidents ruraux est d'environ 35L/(personne-jour).

Tableau 6.2-4 Consommation d'eau des villes de la zone d'étude de 2013 à 2016

Années	Production (m ³ /a)	Consommation (m ³ /a)	Population	Cons-SP (l/j/hab)
Communes				
2013				
Dahra	649 918	587 200	32941	49
Unguere	311 441	301 870	15482	53
2014				
Dahra	671 203	618 762	33866	50
Unguere	342 370	331 741	15917	57
2015				
Dahra	730 385	660 815	34820	52
Unguere	362 913	345 362	16365	58
2016				
Dahra	455 635	420 112	35 801	32
Unguere	276 384	251 408	16 826	41

Compte tenu du développement socio-économique futur et du niveau croissant d'urbanisation, et en tenant compte des différents niveaux de consommation d'eau potable dans les zones urbaines et rurales, la consommation d'eau potable par habitant proposée dans la zone d'étude en 2050 est de 135 L/j pour les habitants urbains et de 55 L/j pour les habitants ruraux. Selon les prévisions démographiques du tableau 6.2-4, la consommation en eau potable dans la zone d'étude peut être prévue, voir le tableau 6.2-6.

Compte tenu des fuites dans le réseau de canalisations, le taux de fuite du réseau de canalisations dans la zone d'étude est prévu à 20%. Dans le même temps, en tenant compte des résultats des recherches précédentes, le coefficient de variation de pointe de la consommation d'eau potable pour les habitants urbains est de 1,6, et le coefficient de variation de pointe de la consommation d'eau potable pour les habitants ruraux est de 1,2. Les résultats du calcul de la

consommation d'eau potable dans la zone de planification sont présentés dans le tableau 6.2-5 et le tableau 6.2-6.

Tableau 6.2-5 Pr évision de la demande en eau potable pour 2016-2050 en million de m³

Pr évision de la demande en eau	2016	2025	2035	2050
Demande en eau nette	1,41	1,81	3,37	9,36
Demande en eau brute	1,76	2,26	4,21	11,71

Tableau 6.2-6 Pr évision des besoins en eau potable de 2016 à 2025 (moyenne journali ère) Unit é m³

Ann ée		2016			2025		
indice		Consommation nette d'eau / quantit é d'eau	Perte du r éseau de conduites	Consommation brute d'eau / quantit é d'eau	Consommation nette d'eau / quantit é d'eau	Perte du r éseau de conduites	Consommation brute d'eau / quantit é d'eau
Consommation d'eau urbaine (L/j)		50	80%	63	50	80%	63
Consommation d'eau rurale (L/j)		35	80%	44	35	80%	44
DEPARTEMENT LINGUERE	COM. LINGUERE	841	80%	1052	1077	80%	1347
	COM. DAHRA	1790	80%	2238	2292	80%	2865
	COM. MBEULEUKHE	57	80%	72	74	80%	92
ARRONDISSEMENT BARKEDJI	CR. BARKEDJI	689	80%	862	883	80%	1104
ARRONDISSEMENT YANG YANG	CR. MBOULA	299	80%	374	383	80%	479
	CR. YANG YANG	186	80%	232	238	80%	298
Total		3863	80%	4829	4947	80%	6184
Ann ée		2035			2050		
Indice		Consommation nette d'eau / quantit é d'eau	Perte du r éseau de conduites	Consommation brute d'eau / quantit é d'eau	Consommation nette d'eau / quantit é d'eau	Perte du r éseau de conduites	Consommation brute d'eau / quantit é d'eau
Consommation d'eau urbaine (L/j)		75	80%	94	135	80%	169
Consommation d'eau rurale (L/j)		35	80%	44	35	80%	44
DEPARTEMENT LINGUERE	COM. LINGUERE	2293	80%	2866	7215	80%	9018
	COM. DAHRA	4879	80%	6099	15350	80%	19188
	COM. MBEULEUKHE	96	80%	120	144	80%	180
ARRONDISSEMENT BARKEDJI	CR. BARKEDJI	1155	80%	1444	1730	80%	2162
ARRONDISSEMENT YANG YANG	CR. MBOULA	501	80%	627	750	80%	938
	CR. YANG YANG	312	80%	390	467	80%	583
Total		9237	80%	11546	25656	80%	32070

6.2.3 Pr évisions des besoins en eau agricole

(1) Étendu de la zone d'irrigation

Le schéma de zonage d'irrigation agricole et des p âturages propos és pour le d éveloppement dans la zone d'étude est présent é à la figure 5.3-2. Un total de six (06) zones d'irrigation agricole: ZAL1, ZAL2, ZAL3, ZAL4, ZAL5 et ZAL6, et quatre (04) p âturages, ZPL1, ZPL2, ZPL3 et ZPL4. La superficie totale brute des zones d'irrigation agricole est de 34 782 ha. La superficie spécifique et les planifications détaillées pour l'agriculture arable n'ont pas été recueillies à ce stade. Compte tenu d'un facteur de réduction de la superficie de 0,7 la superficie irrigu ée nette est de 24 348 ha, la superficie totale des p âturages est de 12 634 ha, et la superficie spécifique et les planifications détaillées de d éveloppement des p âturages ne sont pas collect és à ce stade. La superficie irrigu ée nette des p âturages est de 8 844 ha sur la base d'un facteur de réduction de 0,7.

Tableau 6.2-7 R ésum é de la surface de la zone d'irrigation

Zone d'irrigation	Num éro de partition	Superficie du terrain (ha)	Superficie d'irrigation (ha)
Terres cultivable	ZAL1	11567	8097
	ZAL2	936	655
	ZAL3	855	599
	ZAL4	2650	1855
	ZAL5	8146	5702
	ZAL6	10628	7440
	Total	34782	24348
P âturage	ZPL1	6466	4526
	ZPL2	1067	747
	ZPL3	2118	1483
	ZPL4	2983	2088
	Total	12634	8844

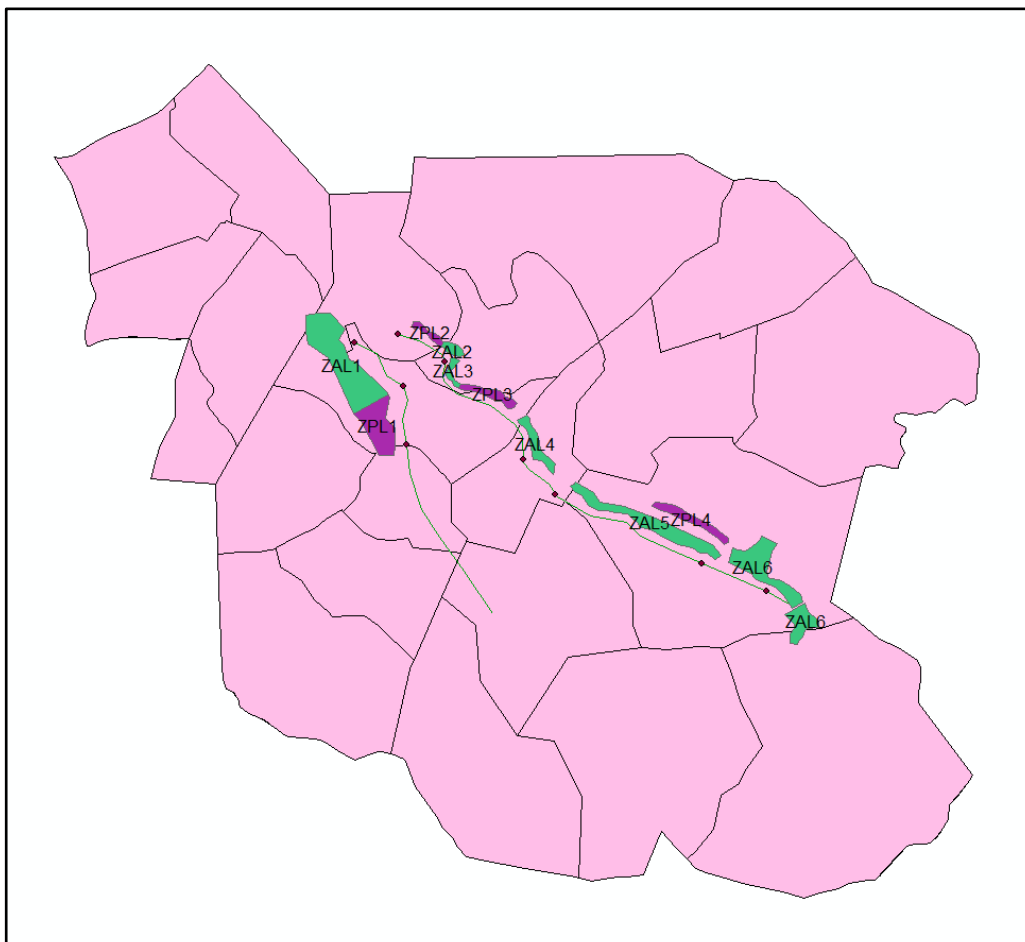


Figure 6.2-3 Schéma de disposition de la zone d'irrigation et de pâture dans la zone d'étude

(2) Régime d'irrigation et quota d'irrigation

1) Structure de plantation

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. Comme la zone d'irrigation prévue n'a pas encore été développée et que le maître d'ouvrage n'a pas fourni de ratios spécifiques de plantation de cultures, ce chapitre aborde dans ce stade la structure de plantation des cultures sur la base d'études antérieures, et apportera des ajustements ultérieurs en fonction de la situation.

Tableau 6.2-8 Structure des cultures des zones d'irrigation

	cultures de la saison des pluies			saison sèche		
	culture	superficie (ha)	%	culture	superficie (ha)	%
Agriculteurs	Maïs	8765	45	Tomate	1948	10
	Sorgho	10731	55	Maïs	3896	20
				Oignons	1948	10
				Pomme de terre	5844	30
				Tomate	5844	30
	Total	19478	100	Total	19478	100
Culture par Entreprise	canne à sucre (toute année)	3652	75%			
	Tomate (saison sèche)				1217	25%
	total	4870				
Superficie total		43826		indice de replantation	180%	

2) Paramètres des caractéristiques de la fertilité des cultures

La conception du système d'irrigation des cultures sèches est formulée pour les principales cultures précoces nécessitant un approvisionnement artificiel en eau dans la zone d'irrigation. La période de croissance générale et la consommation d'eau d'irrigation sont réalisées en fonction des données expérimentales du département agricole et de l'expérience à haut rendement des habitants locaux.

Étant donné que le maître d'ouvrage ne fournisse pas les informations sur les types de plantation de cultures exacts, les paramètres caractéristiques de la période de croissance des cultures et les caractéristiques du sol. Sur la base des résultats d'études antérieures, le plan prédominant de plantation des cultures sèches est: maïs, pommes de terre, tomates, canne à sucre, oignons, sorgho, etc.

Les paramètres caractéristiques de la croissance des cultures dans cette phase sont principalement basés sur les résultats d'études antérieures, les résultats des recherches pertinentes de la FAO et les cultures de régions similaires en Chine pour référence. Plus tard, après de nouvelles consultations et confirmation avec le maître d'ouvrage, des ajustements seront effectués. Voir les tableaux 6.2-9 ~ 6.2-14 pour le système d'irrigation des principales cultures sèches.

Tableau 6.2-9 Param ères caract éristiques de la p ériode de croissance du ma ï

Stade de croissance					Profondeur de la couche mouillante (mm)	Teneur en humidité du sol (% des exploitations agricoles)		
Mois de début	Date de début	Mois de fin	Date de fin	Nombre de jours (J)		Limite inférieure	Convenable	Limite supérieure
1	1	6	10		300			
6	11	6	30	20	300	55	65	70
7	1	8	4	35	400	50	70	85
8	5	9	13	40	500	55	75	85
9	14	10	13	30	400	50	60	75
10	14	12	31		300			

Tableau 6.2-10 Param ères caract éristiques de la p ériode de croissance du sorgho

Stade de croissance					Profondeur de la couche mouillante (mm)	Teneur en humidité du sol (% des exploitations agricoles)		
Mois de début	Date de début	Mois de fin	Date de fin	Nombre de jours (J)		Limite inférieure	Convenable	Limite supérieure
1	1	6	10	/	300			
6	11	6	30	20	300	55	65	70
7	1	8	4	35	400	50	70	85
8	5	9	13	40	500	55	75	85
9	14	10	13	30	400	50	60	75
10	14	12	31	/	300			

Tableau 6.2-11 Param ères caract éristiques de la p ériode de croissance de la tomate

Stade de croissance					Profondeur de la couche mouillante (mm)	Teneur en humidité du sol (% des exploitations agricoles)		
Mois de début	Date de début	Mois de fin	Date de fin	Nombre de jours (J)		Limite inférieure	Convenable	Limite supérieure
1	1	2	10	/	200			
2	11	3	12	30	200	55	65	75
3	13	4	22	40	400	70	80	90
4	23	6	7	45	400	70	80	90
6	8	7	8	30	500	60	70	75
7	9	12	31	/	200			

Tableau 6.2-12 Param ères caract éristiques de la p ériode de croissance de la canne à sucre

Stade de croissance					Profondeur de la couche mouillante (mm)	Teneur en humidité du sol (% des exploitations agricoles)		
Mois de début	Date de début	Mois de fin	Date de fin	Nombre de jours (J)		Limite inférieure	Convenable	Limite supérieure
1	1	1	30	30	400	55	65	70
1	31	3	31	60	600	50	70	85
4	1	9	27	180	750	55	75	85
9	28	12	31	95	750	50	60	75

Tableau 6.2-13 Param ères caract éristiques de la p ériode de croissance de la pomme de terre

Stade de croissance					Profondeur de la couche mouillante (mm)	Teneur en humidit é du sol (% des exploitations agricoles)		
Mois de d ébut	Date de d ébut	Mois de fin	Date de fin	Nombre de jours (J)		Limite inf érieure	Conven able	Limite sup érieure
1	1	1	4	4	400	50	65	80
1	4	2	27	45	400	50	75	90
2	28	3	29	30	300	45	60	80
3	16	11	10	/	300			
11	11	11	30	20	300	50	65	80
12	1	12	31	31	400	50	65	80

Tableau 6.2-14 Param ères caract éristiques de la p ériode de croissance de l'oignon

Stade de croissance					Profondeur de la couche mouillante (mm)	Teneur en humidit é du sol (% des exploitations agricoles)		
Mois de d ébut	Date de d ébut	Mois de fin	Date de fin	Nombre de jours (J)		Limite inf érieure	Convena ble	Limite sup érieure
1	1	1	4	4	400	50	65	80
1	5	2	18	45	400	50	75	90
2	19	3	20	30	300	45	60	80
3	21	11	10					
11	11	12	5	25	300	50	65	80
12	6	12	31	26	400	50	65	80

3) Analyse des besoins th éoriques en eau des cultures

Ce rapport utilise le logiciel CROPWAT-8 d évelopp é par la FAO pour pr édire l'évapotranspiration des cultures (ET_o), qui est bas é sur l'équation de Penman-Monteith. Le rapport utilise les donn ées m é téorologiques de la station m é téorologique de Lingu ère comme donn ées m é téorologiques de base pour pr édire le volume d'eau th éorique des cultures.

L'évapotranspiration des cultures calcul ée par CROWAT-8, l'unit é est mm/jour et le coefficient d'évapotranspiration des cultures (ET_{crop}) (K_c) est multipli é par l'évapotranspiration des cultures de r éf érence (ET_o). La m éthode sp écifique est la suivante:

$$ET_{crop} = ET_o * K_c$$

Dont,

ET_{crop} — L'évapotranspiration des cultures planifi ées, en mm;

ET_o — évapotranspiration de r éf érence, en mm, calcul ée par Crotwat-8;

K_c - le coefficient de r écolte des cultures planifi ées, extrait du document FAO n ° 56 et r évis é par des rapports d' études ant érieurs.

Tableau 6.2-15 Évapotranspiration des cultures (ETo)

Monthly ETo Penman-Monteith - F:\塞内加尔\4.工作整理\灌溉需水预测\CLIMWAT 2.0 for CROPWAT\LINGUERE

Country Location 21 Station LINGUERE

Altitude 21 m. Latitude 15.38 度 Longitude 15.11 度

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m2/day	ETo mm/day
January	16.1	32.7	29	138	7.3	17.0	4.69
February	17.8	35.5	30	130	8.4	20.0	5.25
March	18.9	37.4	31	138	7.9	20.8	5.87
April	21.1	39.7	34	147	8.3	22.2	6.54
May	22.6	40.8	39	156	8.0	21.8	6.75
June	24.0	39.2	50	173	7.2	20.4	6.37
July	24.2	35.8	66	164	6.6	19.4	5.33
August	24.1	34.2	75	104	5.4	17.7	4.28
September	23.8	34.5	76	78	7.0	19.7	4.41
October	22.8	37.2	63	78	7.7	19.3	4.56
November	19.7	36.1	41	86	6.6	16.3	4.16
December	16.7	33.1	33	95	6.8	15.7	3.91
Average	21.0	36.4	47	124	7.3	19.2	5.18

Tableau 6.2-16 Coefficient de culture des cultures principales

Coefficient de culture (Kc) / dix jours

Cultures		Maïs	Sorgho	Tomate	Oignon	Pomme de terre	Légume	Canne à sucre
1	Première d'écade	1,07		0,92	1,02	1,10	0,70	0,40
	Milieu du mois	1,2		1,06	1,16	1,15	0,70	0,40
	Dernière d'écade	1,2		1,15	1,16	1,15	0,77	0,40
2	Première d'écade	1,2		1,15	1,16	1,15	0,90	0,49
	Milieu du mois	1,04		1,15	0,60	1,16	1,02	0,63
	Dernière d'écade	0,78		1,15	0,60	1,16	1,05	0,75
3	Première d'écade	0,52		1,15	0,60	1,14	1,05	0,88
	Milieu du mois	0,35		1,09	0,63	1,03	0,88	1,02
	Dernière d'écade			0,97	0,77	0,91	0,75	0,95
4	Première d'écade			0,80	0,92	0,81	0,70	1,25
	Milieu du mois			1,06			0,70	1,25
	Dernière d'écade			1,15			0,77	1,25
5	Première d'écade			1,15			0,90	1,25

Coefficient de culture (Kc) / dix jours									
Cultures		Ma ã	Sorgho	Tomate		Oignon	Pomme de terre	Légume	Canne à sucre
	Milieu du mois				1,15			1,02	1,25
	Derni ère d'écade				1,15			1,05	1,25
	Premi ère d'écade				1,15			1,05	1,25
6	Milieu du mois	0,3	0,3		1,09			1,05	1,25
	Derni ère d'écade	0,3	0,3		0,97			0,95	1,25
	Premi ère d'écade	0,43	0,4		0,80			0,70	1,25
7	Milieu du mois	0,6	0,58					0,70	1,25
	Derni ère d'écade	0,85	0,77					0,77	1,25
	Premi ère d'écade	1,07	0,93					0,90	1,25
8	Milieu du mois	1,2	1,00					1,02	1,25
	Derni ère d'écade	1,2	1,00					1,05	1,25
	Premi ère d'écade	1,2	1,00					1,05	1,25
9	Milieu du mois	1,04	0,9					1,05	1,25
	Derni ère d'écade	0,78	0,76					0,95	1,25
	Premi ère d'écade	0,52	0,61					0,70	1,19
10	Milieu du mois	0,35	0,55					0,70	1,13
	Derni ère d'écade							0,77	1,08
	Premi ère d'écade							0,90	1,02
11	Milieu du mois	0,3		0,60		0,50	0,50	1,02	0,97
	Derni ère d'écade	0,3		0,60		0,50	0,50	1,05	0,92
	Premi ère d'écade	0,43		0,60		0,50	0,50	1,05	0,86
12	Milieu du mois	0,6		0,63		0,62	0,64	1,05	0,81
	Derni ère d'écade	0,85		0,77		0,82	0,87	0,95	0,75

Source des données: Extrait de FAO n°56

4) Quota d'irrigation

Lors de l'utilisation de la méthode de conception du programme d'irrigation des cultures sèches et de la méthode d'analyse du bilan de consommation d'eau des paramètres pour formuler le programme d'irrigation des cultures sèches, la principale couche absorbant l'eau des racines de la culture est souvent utilisée comme couche humide du sol pendant l'irrigation, et le stockage de l'eau dans la couche de sol doit être maintenu dans la plage requise par la culture. La teneur en eau du sol des cultures sèches à la fin de toute période de toute la période de croissance:

$$M_1 = 10^2 \gamma H (\omega_{\max} - \omega_0)$$

$$M_2 = ET - P_0 - W_k - (W_0 - W_s)$$

Dont:

M_1 — Quota d'irrigation avant semis (m^3/ha);

M_2 — Quota d'irrigation pendant la période de croissance (m^3/ha);

γ — La densité apparente moyenne du sol en profondeur H (t/m^3);

H — La profondeur de la couche humide du plan du sol (m), déterminée en fonction de la profondeur de la couche principale active des racines de la culture;

ω_{\max} — Taux de rétention d'eau au champ en profondeur H (% du poids du sol sec);

ω_0 — La teneur moyenne en humidité du sol avant plantation en profondeur H (% du poids du sol sec);

ET — Besoins total en eau pendant toute la période de croissance des cultures (m^3/ha);

P_0 — Précipitations effectives pendant la période de croissance (m^3/ha);

W_k — La reconstitution des eaux souterraines pendant la période de croissance (m^3/ha), qui peut être tirée des données d'observation et d'expérimentation de conditions locales ou similaires;

W_0 — La capacité initiale de stockage de l'eau dans la couche de sol à la profondeur H avant le semis (m^3/ha). Lorsqu'il n'y a pas d'irrigation avant le semis, sa valeur est de $10^2 \gamma H \omega_{\max}$;

W_s — La capacité de stockage de l'eau dans la couche de sol à la profondeur H lors de la récolte (m^3/ha), et sa valeur est de $10^2 \gamma H \omega_s$;

ω_s — Teneur moyenne en humidité du sol en profondeur H lors de la récolte (% du poids du sol sec).

Ce rapport utilise les données de précipitations dans la région de Louga au fil des ans et calcule le bilan hydrique quotidien à l'aide du calendrier temporel. Après avoir calculé le volume d'irrigation de la série longue (56 ans de 1961 à 2016), le processus de quota d'irrigation pour chaque année est obtenu. Après analyse et calcul des statistiques et des fréquences, analysez le quota d'irrigation net annuel moyen de diverses cultures et le quota net d'irrigation net du taux de garantie de conception de 75%, et calculez le quota d'irrigation des cultures, voir tableau 6.2-17.

Tableau 6.2-17 Quota d'irrigation de la zone du projet Unité m³/ha

An	Ma ï de novembre	Pomme de terre	Ma ï de juin	Canne à sucre	Oignon	Sorgho	Tomate de novembre	Tomate de février
Moyenne pluriannuelle	5767	5754	2196	20084	5583	2779	6428	9881
75% de taux de garantie	5772	5846	1400	19711	5588	4421	6509	9837

En fonction du quota d'irrigation de chaque culture et de la structure de plantation de la zone d'irrigation, le quota d'irrigation global moyen pluriannuel de la zone d'irrigation prévue est calculé à 10442m³/ha; selon le calcul de la fréquence et l'analyse du quota net d'irrigation des principales cultures au fil des ans, 2004 (P = 75%) est choisie comme année type de conception, et le quota d'irrigation de conception est de 10833 m³/ha.

Selon les résultats d'étude du «PROJET DES RESTAURATION DES FONCTIONS ECOLOGIQUES ET ECONOMIQUES DU LAC DE GUIERS (PREFELAG) », le quota d'irrigation est proposé à 11000 m³/ha/an, ce qui est fondamentalement proche du quota d'irrigation dans cette analyse.

Étant donné que les types de cultures, la structure de plantation des cultures et les conditions du sol actuels dans la zone d'irrigation n'ont pas encore obtenu les données exactes de la maître d'ouvrage, la rationalité des résultats de l'analyse doit être davantage vérifiée et un travail d'analyse approfondi sera effectué une fois les données complètes.

5) Taux d'irrigation de conception de la zone d'irrigation

Le taux d'irrigation de conception est calculé en fonction du quota d'irrigation et du taux de plantation de chaque culture dans la zone d'irrigation. La formule de calcul est:

$$q_{ik} = \frac{\alpha_i m_{ik}}{T_{ik}}$$

Dont,

q_{ik} — Le taux d'irrigation de la k^{ème} irrigation de la i^{ème} culture;

m_{ik} — Le quota d'irrigation pour la $k^{\text{ème}}$ irrigation de la $i^{\text{ème}}$ culture;

T_{ik} — La dur ée de la $k^{\text{ème}}$ irrigation de la $i^{\text{ème}}$ récolte;

α_i — Le taux de plantation de la $i^{\text{ème}}$ culture.

La dur ée de l'irrigation affecte directement le taux d'irrigation et affecte également le coût de construction des ouvrages de distribution d'eau. Selon le «Norme de conception de l'irrigation et du drainage» (GB50288-2018), la dur ée de l'irrigation pour les autres cultures s èches est de 4 à 8 jours.

Selon la formule ci-dessus, on calcule le taux d'irrigation de diverses cultures tout au long de la période de croissance, dessine la carte du taux d'irrigation et apporter des corrections. Les principaux principes pour la correction du graphique des taux d'irrigation sont:

- 1) Le taux d'irrigation de chaque irrigation tout au long de l'année doit être relativement uniforme. Le taux d'irrigation maximal accumulé pendant plus de 30 jours doit être le taux d'irrigation prévu, et la valeur de pointe à court terme ne doit pas être supérieure à 20% du taux de conception d'irrigation;
- 2) Les coupures d'eau fréquentes doivent être évitées, en particulier les coupures d'eau à court terme de moins de 5 jours;
- 3) L'avance ou le report de la date d'irrigation ne doit pas dépasser 3 jours. Si la date d'irrigation de la même culture doit être modifiée pour deux irrigations consécutives, elle ne doit pas être avancée une fois et retardée une fois;
- 4) La différence entre l'extension ou le raccourcissement du temps d'irrigation et le temps d'origine ne doit pas dépasser 20%.

Selon les principes ci-dessus, le taux d'irrigation révisé de la zone d'irrigation est de 0,48 $m^3/s/10000$ mu, qui est converti en 0,72 L/s/ha.

Selon les résultats de recherche du «PROJET DES RESTAURATION DES FONCTIONS ECOLOGIQUES ET ECONOMIQUES DU LAC DE GUIERS (PREFELAG) », le taux d'irrigation de conception est de 0,73 L/s/ha, ce qui est fondamentalement proche du quota d'irrigation de cette analyse.

Après une analyse approfondie, le taux d'irrigation de conception de ce rapport devrait être de 0,73 L/s/ha.

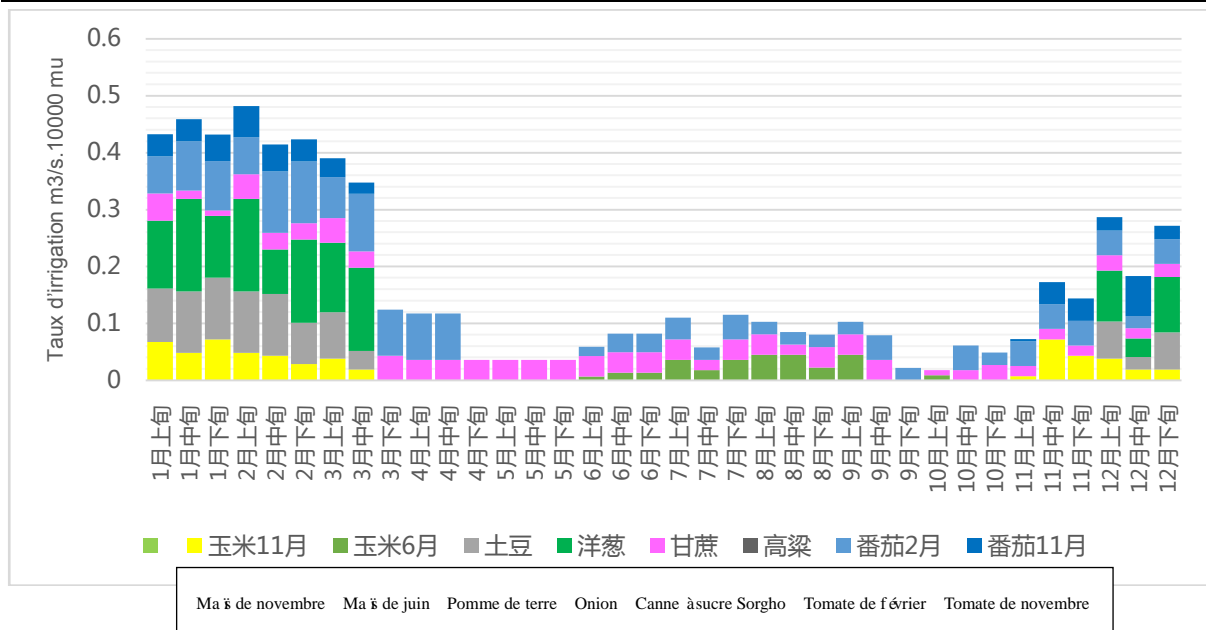


Figure 6.2-4 Analyse du taux d'irrigation de conception dans la zone du projet
Unité m³/10000 mu

6) Besoins en eau d'irrigation

a. Coefficient d'utilisation efficace de l'eau d'irrigation

Le coefficient d'utilisation de l'eau d'irrigation est un indicateur important qui reflète l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation agricole, le niveau de gestion et l'irrigation économisant l'eau, et constitue la base de la prévision de la demande en eau d'irrigation. Selon le tracé du canal de la zone d'irrigation, en utilisant la formule du «Norme de conception de l'irrigation et du drainage» GB50288-2018, de la ferme à godets au canal principal, le débit net et le débit brut du canal sont calculés étape par étape l'étape de bas en haut, ainsi le coefficient d'utilisation de l'eau des réseaux de canaux de chaque canal est calculé

De plus, étant donné que cette conception ne prend en compte que les canaux principaux et les canaux secondaires, sans conception détaillée des canaux à godets, des canaux agricoles, etc., selon l'expérience des grandes et moyennes zones d'irrigation, le coefficient d'utilisation de l'eau d'irrigation de canaux secondaires est pris 0,85. Selon le tracé du canal de la zone d'irrigation et le calcul et l'analyse complets, le coefficient d'utilisation de l'eau d'irrigation de la zone d'irrigation est de 0,70.

b. Besoins en eau d'irrigation

Selon le processus global d'utilisation de l'eau, la zone d'irrigation, le quota d'irrigation et le coefficient d'utilisation de l'eau d'irrigation dans l'année au niveau de la zone de planification, les besoins en eau d'irrigation et le coefficient d'utilisation de l'eau d'irrigation dans la zone de planification sont calculés, et les besoins en eau d'irrigation des terres agricoles aux différents années de niveau de conception est calculé Sous la condition de taux de garantie de P = 75%,

le besoin net en eau d'irrigation au niveau de conception est de 263,76 millions de m³ et le besoin brut en eau d'irrigation est de 376,8 millions de m³. Les résultats du calcul des besoins en eau d'irrigation au fil des ans sont présentés au tableau 6.2-18.

Tableau 6.2-18 Besoins nets en eau pour l'irrigation en série longue de la zone d'irrigation

Unité million m³

Année	Besoin en eau	Année	Besoin en eau	Année	Besoin en eau
1961	231,77	1980	264,89	1999	241,93
1962	246,04	1981	260,96	2000	238,93
1963	237,72	1982	273,94	2001	248,87
1964	236,80	1983	279,49	2002	260,88
1965	241,57	1984	272,16	2003	263,76
1966	245,34	1985	267,95	2004	250,39
1967	236,50	1986	258,00	2005	249,64
1968	259,68	1987	248,82	2006	263,12
1969	225,02	1988	240,33	2007	277,42
1970	250,16	1989	232,49	2008	251,37
1971	248,46	1990	248,26	2009	253,32
1972	265,82	1991	254,94	2010	255,19
1973	247,51	1992	258,82	2011	250,27
1974	254,58	1993	247,28	2012	247,93
1975	255,85	1994	259,55	2013	250,40
1976	272,16	1995	251,61	2014	263,82
1977	284,14	1996	246,78	2015	245,50
1978	270,06	1997	263,59	2016	254,87
1979	277,32	1998	253,34	Moyenne pluriannuelle	254,24

Tableau 6.2-19 Besoin brut en eau d'irrigation de s érie longue de la zone d'irrigation
Unit é million m³

Ann é	Besoin en eau	Ann é	Besoin en eau	Ann é	Besoin en eau
1961	331,11	1980	378,41	1999	345,62
1962	351,48	1981	372,79	2000	341,32
1963	339,61	1982	391,34	2001	355,54
1964	338,29	1983	399,28	2002	372,69
1965	345,10	1984	388,80	2003	376,80
1966	350,49	1985	382,79	2004	357,70
1967	337,86	1986	368,58	2005	356,63
1968	370,98	1987	355,46	2006	375,88
1969	321,46	1988	343,34	2007	396,31
1970	357,38	1989	332,13	2008	359,10
1971	354,95	1990	354,66	2009	361,88
1972	379,74	1991	364,20	2010	364,55
1973	353,59	1992	369,75	2011	357,53
1974	363,68	1993	353,26	2012	354,19
1975	365,50	1994	370,79	2013	357,71
1976	388,80	1995	359,44	2014	376,89
1977	405,92	1996	352,55	2015	350,71
1978	385,80	1997	376,55	2016	364,10
1979	396,17	1998	361,92	Moyenne pluriannuelle	363,20

6.2.4 Pr évision des besoins en eau des p âturages

Le quota d'irrigation pour les p âturages est de 7292 m³/ha/a, le mois de pointe est de 1042 m³/ha et le d ébit d'irrigation par unit é de surface est de 0,40 L/s/ha. Voir le tableau 6.2-20 pour les besoins en eau d'irrigation des p âturages dans la zone d' é tude.

Tableau 6.2-20 Pr évision des besoins en eau des p âturages dans la zone d' é tude

Partition de zone	Num éro de partition	Superficie (ha)	Quota d'irrigation unitaire (m ³ /ha)	Besoin net d'eau pour l'irrigation (milliom m ³)	Besoin brut en eau pour l'irrigation (million m ³)
P âturages	ZPL1	4526	7292	33,00	47,14
	ZPL2	747		5,45	7,79
	ZPL3	1483		10,81	15,44
	ZPL4	2088		15,23	21,76
	Total	8844		64,49	92,13

6.2.5 Pr évision des besoins en eau du b étail

(1) Zone d' é vage

La disposition de la zone d' é vage dans la zone d' é tude est illustr ée à la figure 6.2-2, comprenant quatre zones ZPL1, ZPL2, ZPL3 et ZPL4. La superficie totale des terres est de 12 634 ha. Compte tenu du facteur de r é duction de 0,7, la zone d' é vage est de 8844 ha.

(2) Pr évision des besoins en eau pour l' é vage

Selon le b étail dans la zone d' é tude en 2016, calculer la proportion de chaque esp èce du b étail dans la zone d' é tude par rapport au nombre total du b étail, voir le tableau 6.2-21.

Tableau 6.2-21 Proportion de chaque esp èce d' é vevage dans le nombre total du b étail

Esp èces d' é vevage	Bovin	Ovin	Caprin	Équin	Asin	Camel
Pourcentage du b étail total	19,9%	42,9%	29,6%	5,4%	2,1%	0,2%

Afin de calculer les besoins en eau de l' é vevage, cette é tude utilise la demande unitaire en eau d'Équin comme norme, et compare d'autres esp èces d' é vevage avec Équin pour obtenir le coefficient de conversion des besoins en eau unitaire correspondant, voir le tableau 6.2-22.

Tableau 6.2-22 Coefficients de conversion entre la demande unitaire en eau de chaque esp èce d' é vevage et la demande unitaire en eau de l' é quin

Esp èces d' é vevage	Bovin	Ovin	Caprin	Équin	Asin	Camel
Facteur de conversion	0,75	0,12	0,12	1	0,5	1

Afin de maintenir l'équilibre é cologique de la zone d' é vevage, ce rapport propose que le nombre d'équins d' é vevage par hectare soit de 30 équins standard («chevaux » standard), et il est propos é que les besoins unitaires en eau de l' é quin en ann ée s èche est 67L/j. La demande en eau pour l' é levage des animaux dans chaque zone d' é levage peut étre prédite.

Tableau 6.2-23 Statistiques de pr évisions des besoins en eau dans chaque zone d' é vevage

Partition de zone	Num éro de partition	Zone d'irrigation (ha)	T ête de b étail é quivalente à l'unit é d'hectare (t ête/ha)	Quantit é totale de b étail é quivalente (t ête)	Besoins en eau unitaires (L/pi èce/j)	Besoins journaliers en eau (m ³)	Besoins annuels d'eau (10 ⁴ m ³)
P âturages	ZPL1	4526	30	135786	67	9098	332
	ZPL2	747	30	22407	67	1501	55
	ZPL3	1483	30	44478	67	2980	109
	ZPL4	2088	30	62643	67	4197	153
	Total	8844		265314		17776	649

6.2.6 Pr évision des besoins en eau pour l'am élioration é cologique

L'évaluation des besoins en eau pour l'am élioration é cologique dans la vall ée du Ferlo est plus compliqu ée, et une é tude globale de la vall ée du Ferlo est n écessaire pour comprendre les ressources en eau locales. En raison de la large couverture de la vall ée du Ferlo et des grands changements dans l'hydrom é t éorologie tout au long de l'ann ée, il est tr ès difficile de pr évoir la demande en eau pour l'am élioration é cologique. En tenant compte de la demande en eau de la vall ée du Ferlo, les besoins en eau pour l'am élioration é cologique de la vall ée du Ferlo dans ce rapport sont temporairement fix és à 8% de la somme des besoins en eau pour l'irrigation agricole et l' é vevage.

6.2.7 R ésum édes besoins en eau

Pour la situation actuelle (2016), la population totale de la zone de r éception d'eau est de 87 824; compte tenu de la croissance naturelle de la population et du transfert de population caus é par le d éveloppement industriel, la population totale devrait augmenter à 255 461 en 2050.

La zone de r éception de l'eau actuelle n'est pas irrigu ée. On pr évoit qu'en 2035, la superficie irrigu ée des terres agricoles dans la zone de r éception de l'eau sera de 24 348 ha et celle des p âturages de 8 844 ha.

Les indicateurs principaux de d éveloppement économic et social sont pr ésentés dans le tableau 6.2-24.

Tableau 6.2-24 Tableau r écapitulatif des indicateurs de d éveloppement économic et social de la zone de r éception

Item	2016	2050
Population totale (personne)	87824	255461
Superficie d'irrigation des terres agricoles (ha)	/	24348
Zone d'irrigation des p âturages	/	8844

Dans la zone de r éception de l'eau, le quota de consommation d'eau potable pour les r ésidants urbains est d'environ 50 L/ (personne jour), et le quota de consommation d'eau potable pour les r ésidants ruraux est d'environ 35 L / (personne jour). Compte tenu de l'am élioration du niveau d'économie d'eau et de la n écessité d'am éliorer le niveau de vie des habitants des communes et des zones rurales, on estime que la consommation d'eau potable par habitant urbain sera de 135 L / (personne jour) au niveau de 2050 et celle des r ésidants ruraux de 55 L / (personne jour).

On estime que le quota des besoins d'eau d'irrigation pour les terres agricoles en 2050 est de 10833 m³/ha. Le quota principal de besoins en eau est indiqu é dans le tableau 6.2-25.

Tableau 6.2-25 R ésum édes principaux quotas de besoins en eau dans les zones de r éception d'eau

Item	2018	2035
Besoins nets en eau du r ésidant [L/(personne jour)]	Urbain	135
	Zone rurale	55
Besoins en eau d'irrigation (m ³ /ha)	Terres agricoles	10833
	P âturages	7292

Selon les indicateurs de développement économique et social et les quotas d'eau de la zone de réception, les besoins en eau pour la production et la vie au niveau de 2050 sont prévus. Afin de faciliter l'analyse statistique des ressources en eau, les besoins en eau pour la production et la vie sont calculés en fonction des quatre catégories de la vie urbaine, de l'irrigation agricole, de la vie rurale et des besoins en eau de l'environnement écologique. Les besoins en eau pour la vie urbaine comprend les besoins en eau des résidents urbains; les besoins en eau d'irrigation agricole comprennent les besoins en eau d'irrigation des terres agricoles, les besoins en eau des pâturages; les besoins en eau des zones rurales comprennent les besoins en eau des résidents ruraux et du bétail; les besoins en eau pour l'environnement écologique comprennent principalement les besoins en eau de l'environnement écologique.

Le niveau de planification est de 526,85 millions de m³ d'eau pour la production et la vie en 2050, dont 10,3 millions de m³ pour la vie urbaine, 468,93 millions de m³ pour l'irrigation agricole, 9,46 million de m³ pour la vie rurale et 38,16 millions de m³ pour l'amélioration écologique. Voir le tableau 6.2-26 pour les besoins en eau pour la production et la vie.

Comme les informations actuelles sur les types de cultures plantés dans la zone d'irrigation, la structure de plantation des cultures et les conditions du sol dans la zone d'irrigation n'ont pas encore été obtenues à partir des données exactes de la maître d'ouvrage, la rationalité des résultats de l'analyse des besoins en eau doit être davantage vérifiée, et une analyse approfondie sera effectuée une fois les données complètes.

Tableau 6.2-26 Synthèse des besoins en eau pour la production et la vie Unité million m³

Prévision des besoins en eau		Besoin net en eau	Besoin brut en eau	
Année de niveau 2050	Vie urbaine		8,24	10,30
	Irrigation agricole	Irrigation des terres agricoles	26376	376,80
		Irrigation des pâturages	64,49	92,13
		Sous-total	328,25	468,93
	Vie rurale	Vie	1,13	1,41
		Besoins en eau pour le bétail	6,49	8,11
		Sous-total	7,57	9,46
	Amélioration écologique de l'environnement		26,78	38,16
Total		370,84	526,85	

6.3 Sélection de la source d'eau

6.3.1 Eaux de surface

La zone de réception d'eau est composée d'un certain nombre de parcelles en forme de bande réparties le long de la vallée du Ferlo, avec une tendance générale sud-est à nord-ouest et une longueur d'environ 110 km. Elle appartient au bassin du marigot Ferlo, un affluent du fleuve Sénégal (Figure 6.3-1). Les ressources en eau de surface dans la zone de réception sont rares,

tandis que le cours principal du fleuve S é n é gal et le lac de Guiers sont riches en ressources en eau. La zone de r é ception est à environ 140 km à l'ouest du ruisseau principal du S é n é gal pr è s de l' é cluse Richard Toll, à 70 km de l' é cluse KMS du lac de Guiers et à environ 170 km à l'est du cours d'eau principal du fleuve S é n é gal pr è s de Matam.

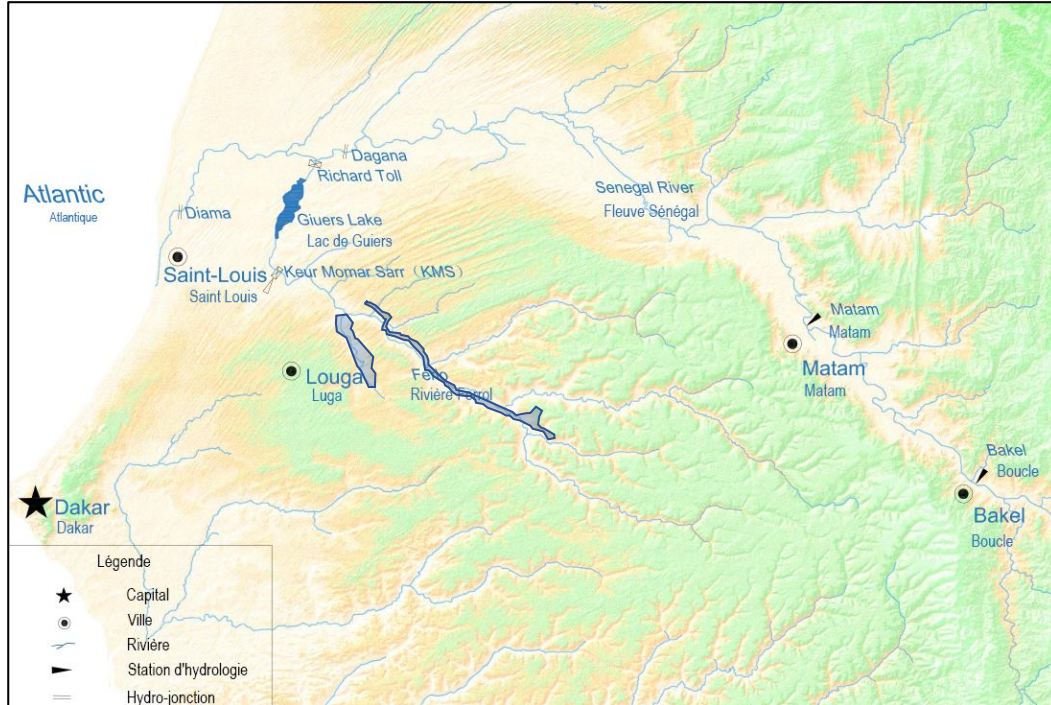


Figure 6.3-1 Sch é ma de la localisation du projet (le bloc de couleur sur la figure est la localisation de la zone d'irrigation propos é e)

6.3.1.1 Volume d'eau

Le barrage de Diama a de nombreuses années de données mensuelles d'évacuation de l'eau, et de la station de Bakel et de la station de Matam qui ont de nombreuses années de données de débit journalier, mais le nombre d'années où la station de Matam dispose de données complètes est relativement faible. Cette fois, on analyse principalement les données du débit de la station de Bakel et l'eau rejeté du barrage de Diama.

(1) Station de Bakel

La station de Bakel dispose de données de débit journalier sur 30 ans de 1987 à 2016.

1) Ruissellement annuel

Le barrage de Manantali est en service depuis 1988, ce qui a un impact plus important sur le débit de la station aval de Bakel. Comme il est difficile de rétablir le débit naturel, et considérant que la période de construction et la mise en eau initiale du réservoir ont un impact plus important sur le débit aval, cette fois l'analyse des données de débit de la station de Bakel de 1989 à 2016 après l'opération du réservoir est affecté. Selon les statistiques, le ruissellement annuel à la station de Bakel est illustré à la figure 6.3-2.

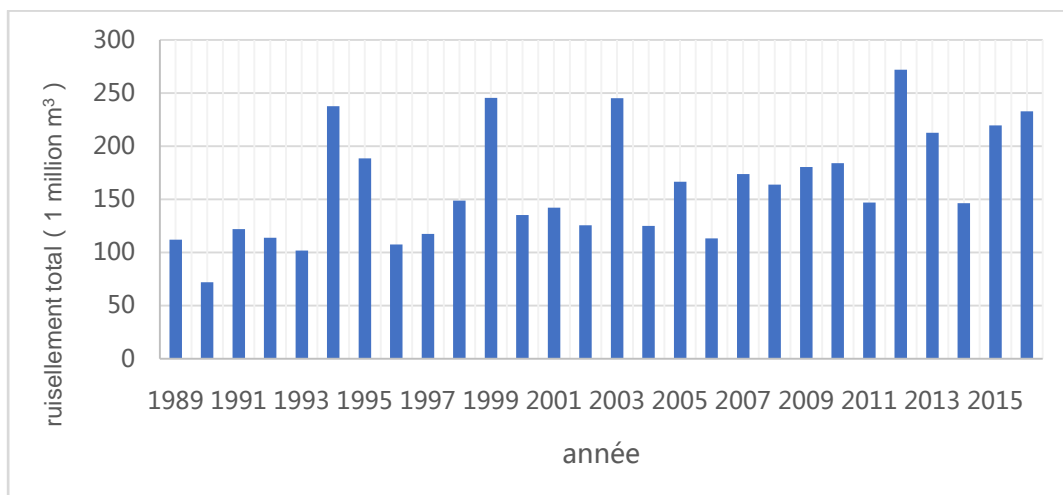


Figure 6.3-2 Ruissellement annuel à la station de Bakel Unité millions de m³

On peut voir sur la figure que le ruissellement annuel à la station de Bakel de 1989 à 2016 était de 6,94 ~ 26,65 milliards de m³ et que le ruissellement moyen annuel était de 16,18 milliards de m³. Le débit annuel moyen est de 220 ~ 845 m³/s et le débit annuel moyen est de 513 m³/s.

2) Ruissellement mensuel

En analysant les données de 1989 à 2016, les résultats statistiques des valeurs caractéristiques du ruissellement mensuel et du débit mensuel de la station de Bakel sont présentés dans le

tableau 6.3-1 ~ tableau 6.3-2 et la figure 6.3-3.

Tableau 6.3-1 Valeurs caractéristiques du ruissellement mensuel à la station de Bakel (1989 ~ 2016) Unité millions de m³

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Valeur moyenne	440,0	398,2	487,1	477,9	501,3	605,2	1383,3	3340,3	4911,4	2104,7	946,8	582,3
Max	1476,5	674,6	850,9	857,6	890,3	1045,7	2624,0	6408,7	7315,5	5043,7	3115,4	2853,8
Min	63,2	59,3	159,9	149,7	163,9	194,6	720,3	1008,6	1516,2	997,9	293,1	70,9

Tableau 6.3-2 Valeurs caractéristiques du débit mensuel à la station de Bakel (1989 ~ 2016) Unité m³/s

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Valeur moyenne	164,3	164,6	181,9	184,4	187,2	233,5	516,5	1247,1	1894,8	785,8	365,3	217,4
Max	551,3	278,9	317,7	330,9	332,4	403,4	979,7	2392,7	2822,3	1883,1	1201,9	1065,5
Min	23,6	24,5	59,7	57,8	61,2	75,1	268,9	376,6	585,0	372,6	113,1	26,5

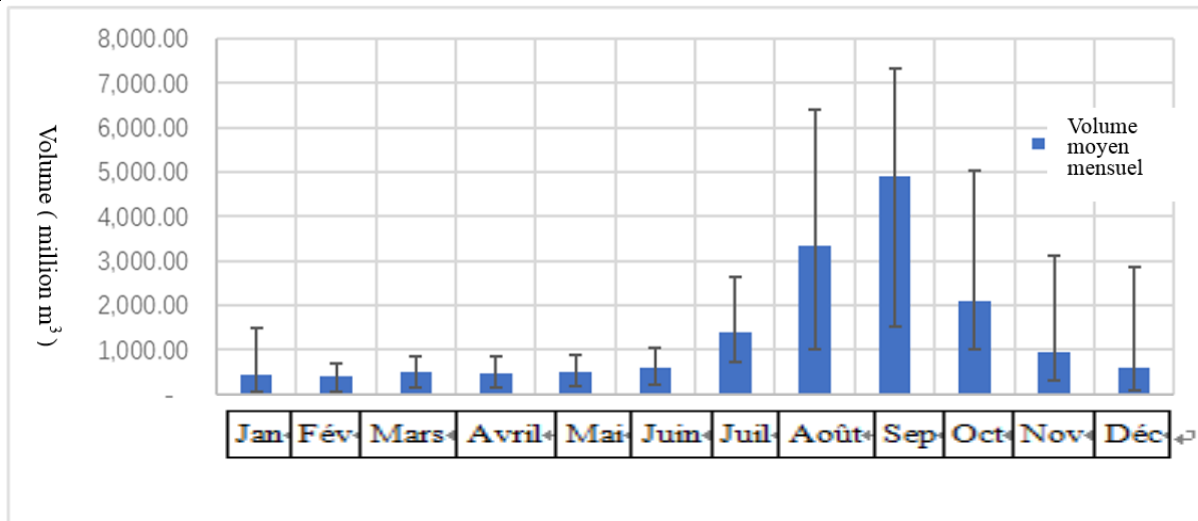


Figure 6.3-3 Ruissellement mensuel et ruissellement maximum et minimum à la station de Bakel

On peut voir sur le graphique que le ruissellement moyen mensuel pluriannuel de la station de Bakel est de 40 ~ 4,91 milliards de m³, et le débit moyen mensuel pluriannuel est de 164 ~ 1895 m³/s.

Le complexe de Manantali a commencé la production d'électricité en 2002. La répartition de la production d'électricité du réservoir a entraîné le débit de décharge égalisé au cours de l'année. Les caractéristiques du débit de décharge ont beaucoup changé par rapport à avant la production d'électricité, ce qui a un impact plus important sur le débit de la station de Bakel. Par conséquent, les valeurs mensuelles du ruissellement et des caractéristiques de débit de 2003 à 2016 après la production d'électricité sont comptées, comme indiqué dans les tableaux 6.3-3 à 6.3-4.

Tableau 6.3-3 Valeurs caractéristiques du ruissellement mensuel à la station Bakel (2003 ~ 2016) Unité millions de m³

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Valeur moyenne	488,8	475,0	581,7	634,3	674,6	745,6	1695,3	3983,5	5217,0	2392,9	934,1	564,6
Max	667,4	639,1	722,0	857,6	890,3	1045,7	2624,0	6408,7	7315,5	4430,1	1459,9	1025,8
Min	269,8	319,0	436,7	420,3	397,6	463,4	1145,4	1992,5	2374,1	1069,5	547,8	330,7

Tableau 6.3-4 Valeurs caractéristiques du débit mensuel de la station de Bakel (2003 ~ 2016) Unité m³/s

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Valeur moyenne	182,5	177,3	217,2	236,8	251,9	278,4	632,9	1487,3	1947,8	893,4	348,7	210,8
Max	249,2	238,6	269,5	320,2	332,4	390,4	979,7	2392,7	2731,3	1654,0	545,1	383,0
Min	100,7	119,1	163,0	156,9	148,4	173,0	427,6	743,9	886,4	399,3	204,5	123,5

Il ressort du tableau que de 2003 à 2016, le débit mensuel moyen minimum à la station de Bakel était également supérieur à 100 m³/s, et le volume d'eau rejeté pendant la saison sèche a augmenté de manière significative.

3) Débit journalier

Après la production d'électricité du complexe de Manantali, le débit journalier mensuel de la station de Bakel de 2003 à 2016 est calculé et ses valeurs caractéristiques sont présentées dans le tableau 6.3-5.

Tableau 6.3-5 Valeurs caractéristiques de débit journalier à la station de Bakel Unité m³/s

Caractéristiques \ Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Max	307,8	297,3	332,9	358,7	415,4	772,8	1807,0	4072,0	3797,0	3617,0	892,7	499,7
Min	68,3	84,2	94,4	123,3	130,8	121,4	157,7	443,8	574,2	269,0	153,6	57,4
Taux de garantie de 99%	70,8	85,6	136,4	133,4	136,4	128,0	197,5	477,8	617,3	290,8	162,1	63,2
Taux de garantie de 98%	75,9	88,6	145,7	136,7	142,7	140,7	236,1	547,9	693,8	306,0	165,8	68,1
Taux de garantie de 95%	90,6	128,7	150,5	159,2	151,1	159,1	285,2	602,1	799,9	340,6	190,3	109,6
Taux de garantie de 90%	107,6	137,8	160,8	175,6	172,8	179,7	323,7	664,3	907,3	369,3	219,8	128,1
Taux de garantie de 80%	137,4	160,1	181,7	202,6	198,9	226,8	374,2	799,8	1109,0	486,2	249,8	153,0
Taux de garantie de 75%	145,1	165,8	187,8	215,2	217,4	238,7	399,7	859,9	1302,0	543,6	259,8	165,8
Taux de garantie de 50%	182,9	189,5	212,0	251,8	253,0	277,4	567,0	1270,0	1916,9	788,5	325,4	203,9
Taux de garantie de 25%	226,6	226,7	249,4	277,5	285,1	326,3	771,4	1913,5	2745,9	1097,2	448,6	241,0
Taux de garantie de 20%	231,8	236,5	257,6	282,8	296,4	336,7	824,7	2232,7	2844,0	1194,2	483,0	250,9
Taux de garantie de 10%	242,6	249,6	269,4	301,9	324,4	385,3	996,9	2673,2	3233,5	1474,1	541,1	309,1
Taux de garantie de 5%	256,8	265,4	283,6	326,8	343,7	440,3	1358,4	2926,3	3431,9	1767,5	658,3	368,9
Taux de garantie de 2%	290,8	272,9	290,3	337,1	379,9	548,0	1575,5	3540,1	3583,0	2279,0	791,8	382,3
Taux de garantie de 1%	298,9	281,4	295,0	353,5	394,6	634,3	1624,9	3700,1	3665,9	3019,7	825,9	430,7

Après avoir produit de l'électricité au complexe de Manantali, le débit moyen de la station de Bakel au cours du mois le plus sec est essentiellement supérieur à 200 m³/s. Le débit de janvier est le plus petit. Le débit journalier avec un taux de garantie de 95% est de 90,6m³/s et les mois restants dépassent 100 m³/s; le débit journalier avec un taux de garantie de 90% chaque mois dépasse 100 m³/s; le débit journalier avec un taux de garantie de 75% par mois est essentiellement supérieur à 150 m³/s.

Les pays du bassin du fleuve Sénégal prévoient de construire un certain nombre de centrales hydroélectriques. L'exploitation des centrales électriques n'a fondamentalement aucun impact sur le ruissellement annuel, mais en augmentera davantage l'abondance et compensera la sécheresse, ce qui aura un impact sur la distribution de l'eau. À l'avenir, le volume d'eau de saison sèche à la station de Bakel augmentera.

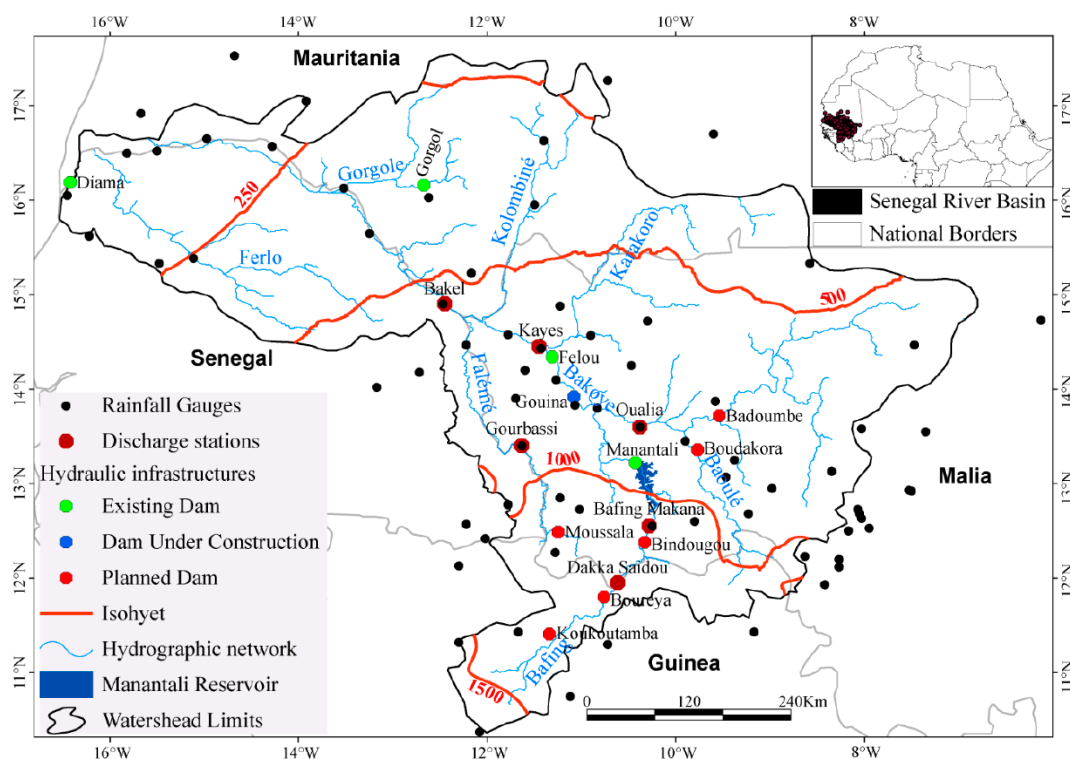


Figure 6.3-4 Schéma de principe des barrages construits et prévus sur le fleuve Sénégal (Extrait de «Tendance récente des conditions hydroclimatiques dans le bassin du fleuve Sénégal »)

Tableau 6.3-6 État des centrales hydro électricques construites, en construction et pr évues sur le fleuve S én égal

Pays	Nom du barrage	Fleuve	Capacit é de stockage (Millions de m ³)	Puissance install ée (MW)	Observation
Mali	Manantali	Bafing	11300	200	Construit
	F ðou	Senegal	0	70	Construit
	Gouina	Senegal	0	140	En construction
	Musala	Fal én é	3000	30	
	Bindougou	Bafing	2000	49,5	
	Boudofora	Bakoye	/	30	
	Marela	Bakoye	3000	21	
	Badoumb é	Bakoye	10000	70	
Guin é	Koukoutamba	Bafing	3600	280	
	Boureya	Bafing	5500	160	
	Balassa	Bafing	0	180	
Senegal	Gourbassi	Fal én é	2100	30	

(2) Barrage de Diama

Le d ébit de d écharge mensuel du barrage de Diama de 2003 à 2019 apr ès la production d' électricit é du complexe de Manantali est calcul é comme indiqu é dans le tableau 6.3-7. Il ressort du tableau que le volume de d écharge du barrage de Diama de d écem bre à juin de l'ann ée suivante est relativement faible, en particulier de f évrier à avril, o ù le volume de d écharge est le plus petit.

Tableau 6.3-7 Volume et d ébit d'eau de d écharge chaque mois de 2003 à 2019

Mois	Volume de d écharge moyen (*10 ⁶ m ³)	Volume de d écharge d'eau minimum (*10 ⁶ m ³)	D ébit moyen de d écharge (m ³ /s)	D ébit de d écharge minimum (m ³ /s)
Janvier	275	55	102,6	20,5
F évrier	199	95	74,2	35,5
Mars	192	16	71,8	6,1
Avril	202	64	75,3	24,0
Mai	247	63	92,2	23,6
Juin	357	66	133,4	24,5
Juillet	1090	669	406,8	249,7
Ao ùt	2333	1333	871,1	497,6
Septembre	3551	1801	1325,8	672,4
Octobre	3229	779	1205,4	291,0
Novembre	1255	392	468,4	146,5
D écem bre	442	210	165,0	78,5

(3) Relation entre le volume d'eau des barrages de Bakel, de Matam et de Diama

Comparant les donn ées 1994-2016 avec les donn ées compl ètes de la station de Bakel et du barrage de Diama, et comparant toutes les ann ées avec des donn ées de d ébit compl ètes à la station de Matam, la relation entre le ruissellement moyen mensuel de la station de Bakel et du barrage de Diama est pr ésent ée au tableau 6.3-8, et la relation entre le ruissellement annuel

et le débit moyen mensuel des trois stations est illustré aux figures 6.3-5 à 6.3-6. Le graphique montre que la différence globale de ruissellement entre les stations de Bakel et de Matam n'est pas significative. Le volume de décharge du barrage de Diama est nettement inférieur à celui de la station de Bakel. Le débit annuel du barrage de Diama représente approximativement 66 ~ 89% du ruissellement annuel de la station de Bakel. En raison de l'utilisation de l'eau, de l'évaporation de la surface de l'eau et de l'exploitation et de la planification du réservoir de Diama entre la station de Bakel et le barrage de Diama, l'eau de décharge par le barrage de Diama en saison sèche est beaucoup plus petite que le ruissellement à la station de Bakel, de février à juin, le volume du ruissellement mensuel du barrage de Diama ne représentait que 30 à 40% du volume de décharge mensuel de la station de Bakel.

Tableau 6.3-8 Relation entre le volume de décharge du barrage de Diama et le ruissellement mensuel (moyenne de 1994 à 2016) à la station de Bakel

Mois	Barrage de Diama (*10 ⁶ m ³)	Station de Bakel (*10 ⁶ m ³)	Barrage de Diama / Station de Bakel
Janvier	319,3	490,9	65,0%
Février	164,6	426,5	38,6%
Mars	174,8	511,8	34,2%
Avril	155,6	514,1	30,3%
Mai	170,8	539,3	31,7%
Juin	256,7	655,3	39,2%
Juillet	895,0	1475,8	60,6%
Août	2308,5	3661,0	63,1%
Septembre	3665,2	5296,6	69,2%
Octobre	3284,4	2247,8	146,1%
Novembre	1324,0	994,6	133,1%
Décembre	530,6	650,0	81,6%

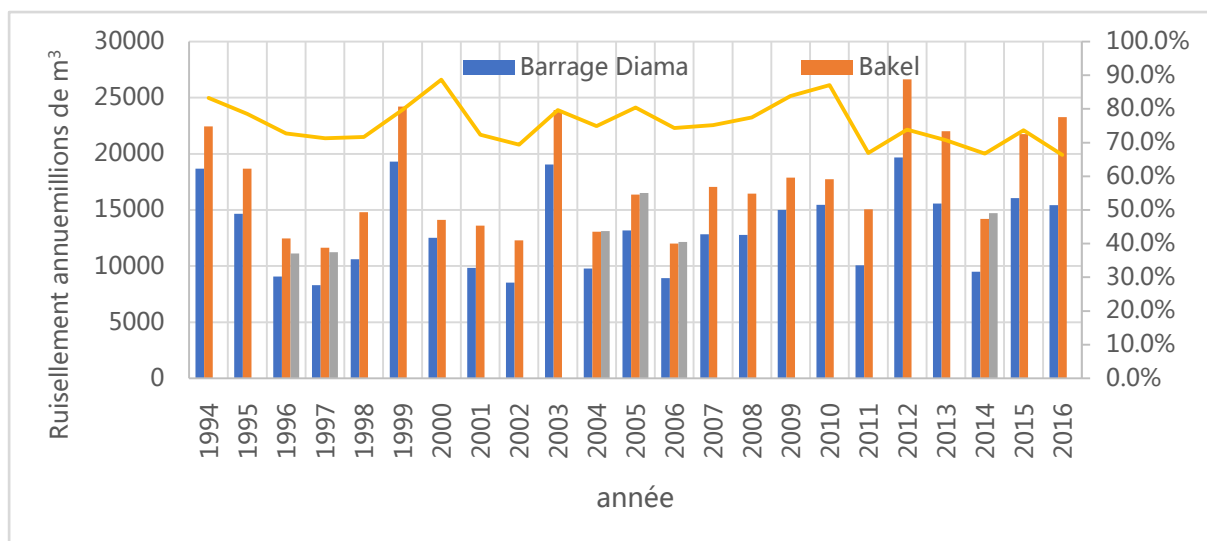


Figure 6.3-5 Ruisselement annuel de la station de Bakel, du barrage de Diama et de la station de MatamUnit é millions de m³

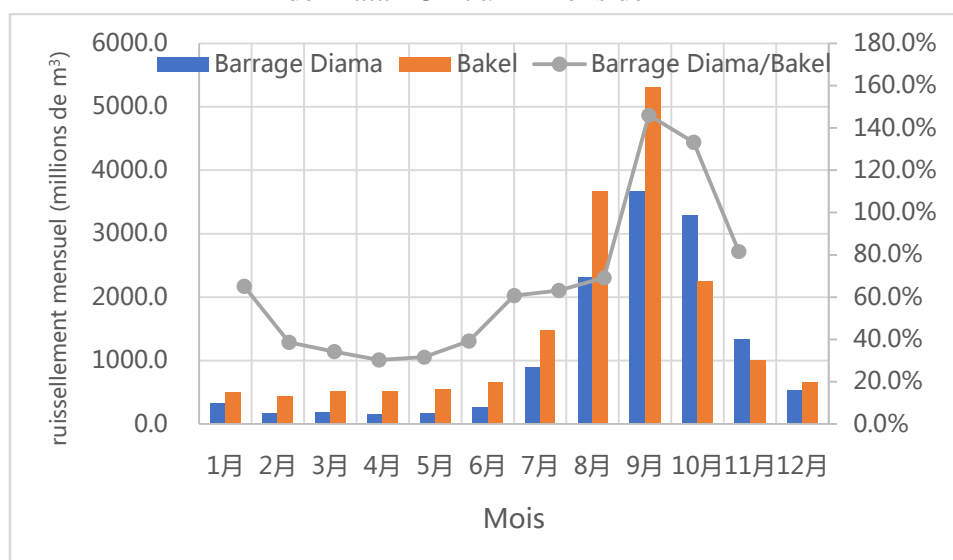


Figure 6.3-6 Relation entre le ruissellement mensuel à la station de Bakel et l'eau de d'échage au barrage de DiamaUnit é millions de m³

De plus, le ruissellement mensuel et le débit moyen mensuel à la station de Bakel de 2003 à 2016 sont comparés aux données du barrage de Diama pendant la même période, comme le montre le tableau 6.3-9. Il ressort du tableau que le volume de d'échage mensuel du barrage de Diama de mars à mai ne représente que 30 à 40% du ruissellement mensuel à la station de Bakel. Le réservoir de Diama ayant une certaine capacité de stockage, le volume de d'échage mensuel du barrage de Diama a une corrélation générale avec le débit moyen mensuel de la station Bakel (Figure 6.3-7).

Tableau 6.3-9 Relation entre le volume de d'échage et le débit moyen mensuel du barrage

de Diama et de la station Bakel (moyenne de 2003 à 2016)

Mois	Barrage de Diama (*10 ⁶ m ³)	Station de Bakel (*10 ⁶ m ³)	Barrage de Diama / Station de Bakel
Janvier	275	488,8	56,3%
Février	199	475,0	41,9%
Mars	192	581,7	33,0%
Avril	202	634,3	31,8%
Mai	247	674,6	36,6%
Juin	357	745,6	47,9%
Juillet	1090	1695,3	64,3%
Août	2333	3983,5	58,6%
Septembre	3551	5217,0	68,1%
Octobre	3229	2392,9	134,9%
Novembre	1255	934,1	134,4%
Décembre	442	564,6	78,3%

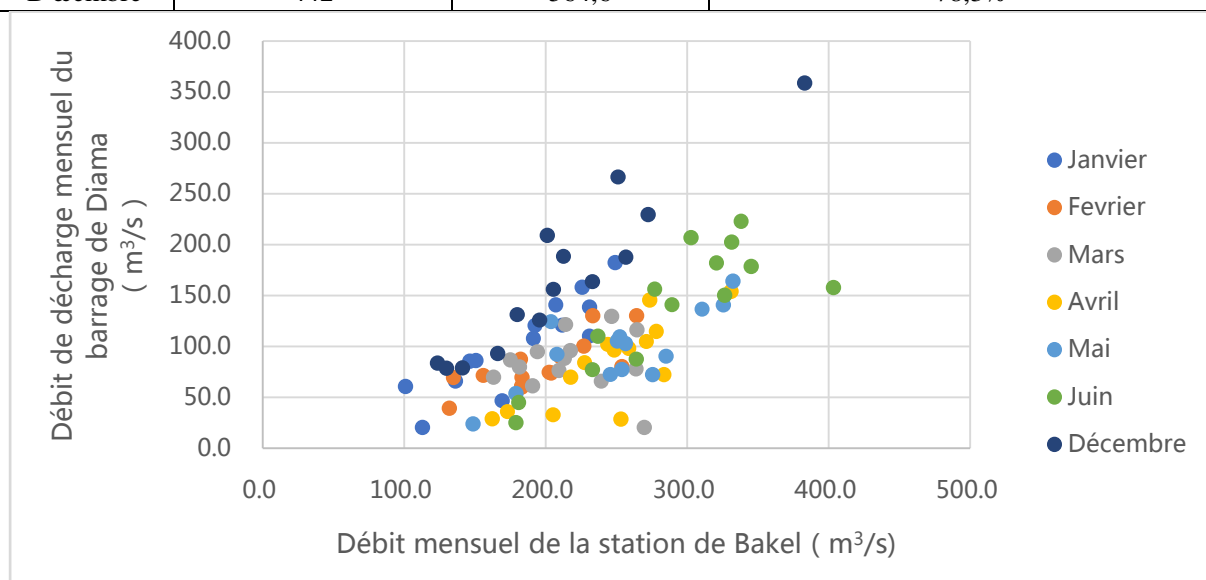


Figure 6.3-7 Relation entre le débit mensuel de la station de Bakel et le débit de décharge mensuel du barrage de Diama (2003-2016)

(4) Lac de Guiers

Le lac de Guiers est le plus grand lac d'eau douce du Sénégal, il fait environ 50 km de long, 2 à 7 km de large et a une superficie d'environ 250 km². La source d'eau provient du fleuve Sénégal. Le lac fournit principalement de l'eau d'irrigation pour les terres agricoles environnantes, l'approvisionnement en eau pour la capitale Dakar et ses environs, et répond aux besoins des humains et du bétail dans les villes autour du lac.

La profondeur du lac de Guiers est illustrée à la figure 6.3-8. La zone du lac peut être divisée en trois régions du nord au sud. Elles sont:

- 1) La partie nord est une zone d'eau relativement trouble, qui est proche de grandes terres

agricoles irrigués;

2) La partie centrale est la zone la plus profonde et des usines d'eau ont été construites;

3) Dans la zone d'eau peu profonde au sud, il y a de nombreux bancs de sable et plantes aquatiques.

Selon les calculs, les eaux du nord et du centre représentent près de 90% de l'eau totale du lac.

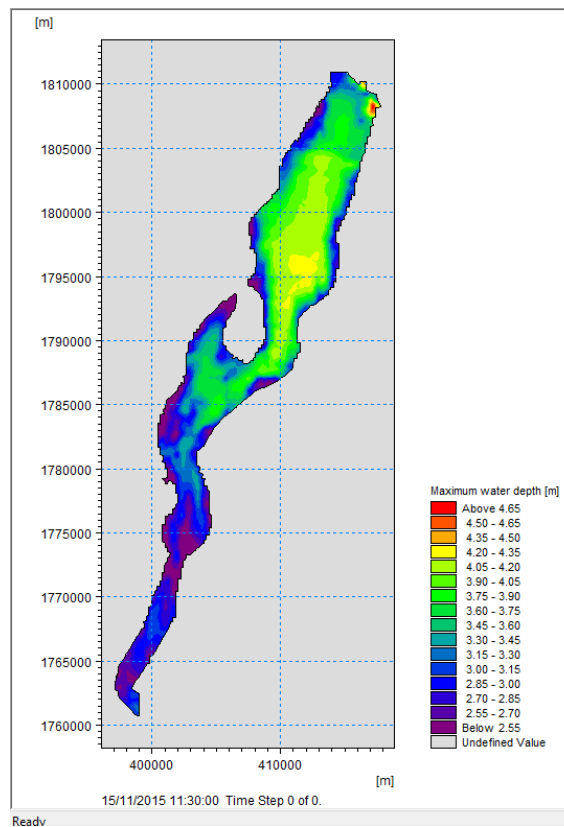


Figure 6.3-8 Carte de profondeur du lac

La relation niveau d'eau-superficie-volume du lac de Guiers est illustré au tableau 6.3-10 et à la figure 6.3-9. D'après les données du tableau et de la figure, on peut voir que le lac est un lac peu profond, la plus basse altitude du fond du lac étant d'environ -1,75 m. Lorsque le niveau d'eau est de 0 m, la surface de l'eau est d'environ 173 km², la capacité de stockage est de 180 millions de m³ et la profondeur moyenne de l'eau est de 1,04 m; lorsque le niveau d'eau est de 1,5 m, la surface de l'eau est d'environ 265 km², le stockage la capacité est de 516 millions de m³, et la profondeur d'eau moyenne est de 1,86 m, lorsque le niveau d'eau est de 2,5 m, la zone de surface de l'eau est d'environ 306,5 km², la capacité de stockage est de 794 millions de m³, et la profondeur d'eau moyenne est de 2,59 m; lorsque le niveau d'eau est de 3,0 m, la surface de l'eau est d'environ 323,9 km², la capacité de stockage est de 951 millions de m³ et la profondeur moyenne de l'eau est de 2,94 m.

Tableau 6.3-10 Relation de niveau d'eau du lac-superficie-volume

Niveau d'eau (m)	Valeurs caractéristiques du lac de Guiers		
	Superficie (km ²)	Volume (10 ⁶ m ³)	Profondeur moyenne (m)
-1,75	3,2	0,4	0,13
-1,5	62,2	8,9	0,14
-1,25	80,3	22,7	0,23
-1	98,4	44,1	0,45
-0,75	114,1	73,3	0,65
-0,5	125,4	105,7	0,84
-0,25	150,8	141,1	0,94
0	172,8	180,1	1,04
0,25	192,3	225,8	1,17
0,5	209,6	275	1,31
0,75	225,3	328,7	1,45
1	239,7	286,9	1,51
1,25	252,3	449,4	1,73
1,5	265,1	516,3	1,86
1,75	276,5	587,5	2,13
2	287,1	648,8	2,26
2,25	297,1	719,9	2,43
2,5	306,5	794	2,59
3	323,9	951,1	2,94
3,5	339,6	1119,9	3,3
4	353,9	1300,1	3,67

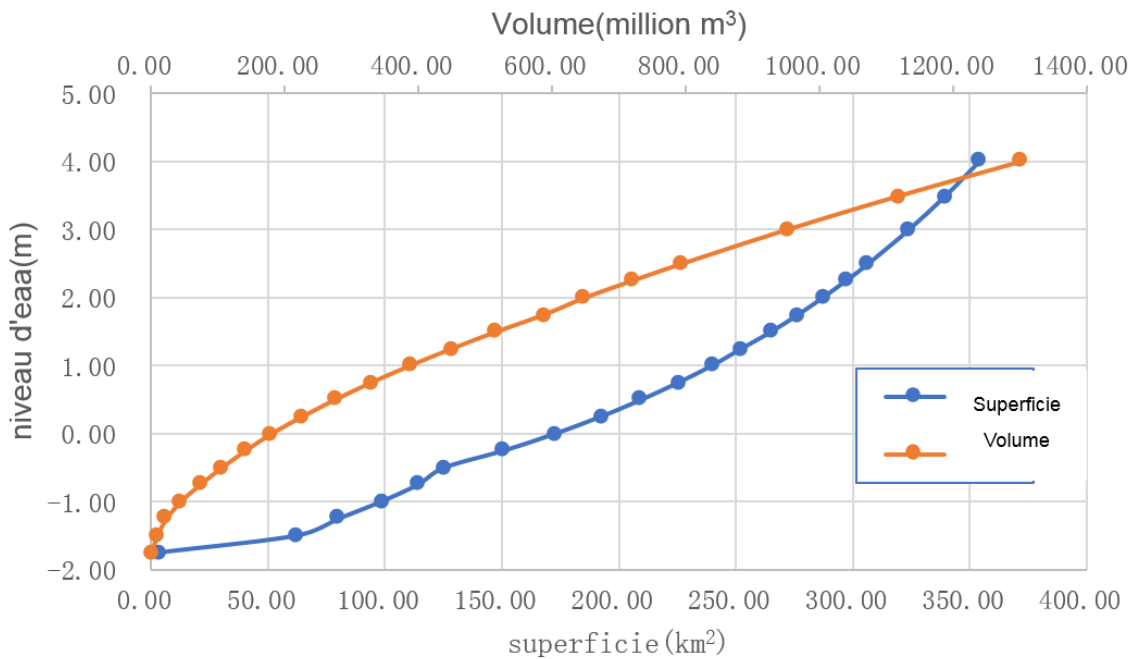


Figure 6.3-9 Courbe niveau d'eau-surface-volume du lac de Guiers

6.3.1.2 Niveau d'eau

La relation entre le courant principal de l'aval du fleuve Sénégal et le réseau du lac de Guiers est illustrée à la figure 6.3-10. Après l'achèvement du barrage de Diama en 1986, le niveau d'eau du barrage de Diama et le niveau d'eau du lac de Guiers ont été principalement affectés par l'exploitation du barrage de Diama.

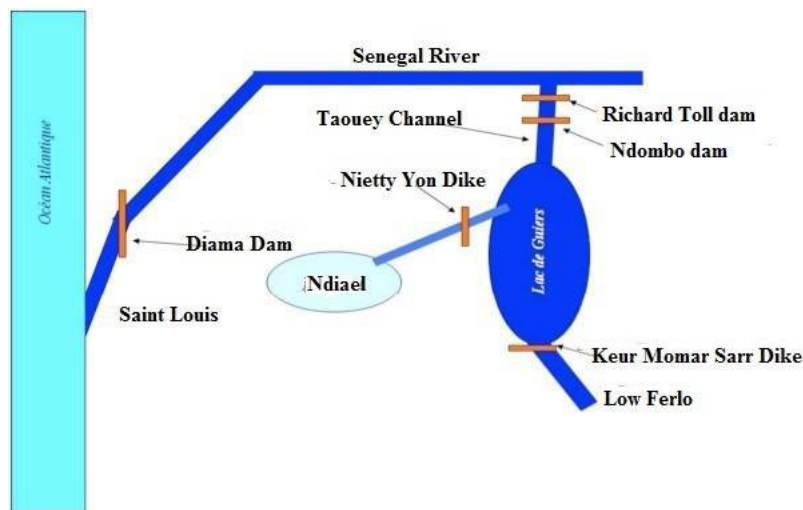


Figure 6.3-10 Relation entre le cours d'eau principal du fleuve Sénégal et le réseau du lac de Guiers

Il existe des données de nombreuses années sur le niveau d'eau à la station de Bakel et à la

station de Matam. Le niveau de base des données sur le niveau d'eau est inconnu, mais les niveaux d'eau des deux stations sont plus élevés que le niveau d'eau du barrage de Diama et le niveau d'eau à l'extérieur de l'écluse Richard Toll. La prise d'eau recommandée pour ce projet est située dans le réservoir formé par le barrage de Diama, qui est principalement affecté par l'exploitation et la programmation du barrage de Diama. Par conséquent, les résultats de l'analyse du niveau d'eau des stations de Bakel et de Matam ne sont temporairement pas inclus dans ce rapport.

La station Ngnith du lac de Guiers est située au milieu du lac de Guiers. Elle peut être utilisée comme station représentative du niveau d'eau du lac de Guiers. Elle recueille des données journalières sur le niveau d'eau de 1986 à 2019; à l'intérieur et à l'extérieur de l'écluse Richard Toll, où le niveau d'eau à l'extérieur de l'écluse de Richard Toll (du côté du fleuve Sénégal) peut représenter le niveau d'eau du courant principal du fleuve Sénégal à l'entrée.

(1) Principes d'exploitation et de planification du réservoir de Diama

Selon les informations pertinentes, les principes de fonctionnement et de planification du réservoir de Diama sont:

- Pendant la saison des crues, le niveau d'eau du réservoir est maintenu à 1,50 m en ajustant le débit de décharge.
- En saison sèche, l'eau en amont provenant du réservoir de Diama est principalement l'eau de fond ou l'eau de recharge de la centrale de Manantali, et le niveau d'eau du réservoir est maintenu à environ 2,10 m.
- Après la construction de la digue sur Le cours d'amont du Roseau sur le fleuve Sénégal, le niveau d'eau d'exploitation du réservoir de Diama en saison sèche peut être relevé à 2,50 m.
- Le niveau d'eau du réservoir a commencé à baisser en juillet et a commencé à monter à la fin d'octobre.

(2) Niveau d'eau du lac de Guiers

Les données sur le niveau d'eau de la station Ngnith de 1986 à 2019 sont présentées à la figure 6.3-11. On peut voir sur la figure que le niveau d'eau du lac de Guiers est principalement affecté par la construction et l'exploitation du barrage de Diama: depuis 1994, le niveau d'eau de la station est essentiellement supérieur à 1,5 m; depuis 2006, le niveau d'eau de la station a été essentiellement au-dessus de 2.0m, le niveau d'eau la plus élevée mesuré au cours des années est 2,93 m.

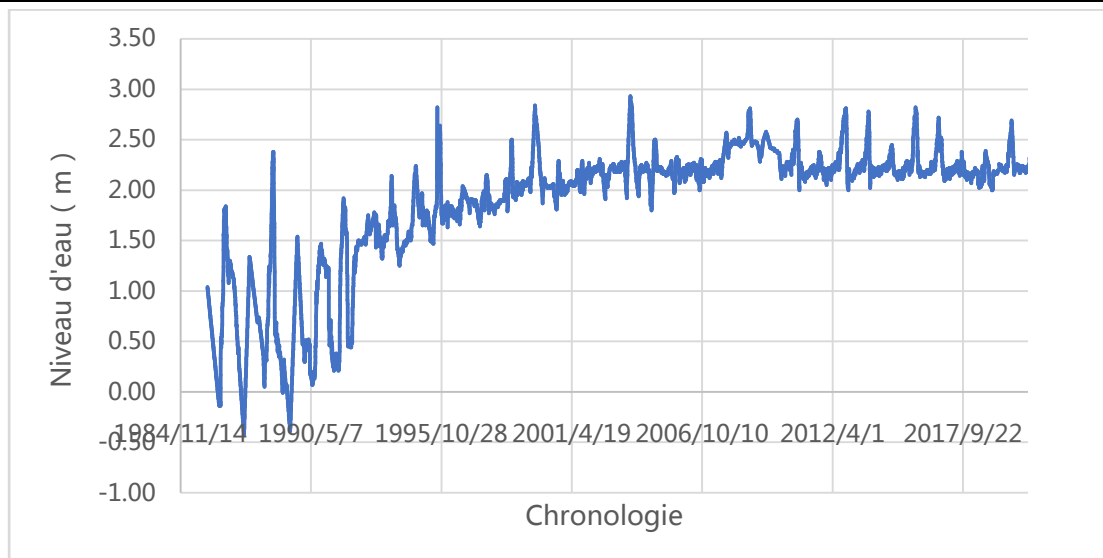


Figure 6.3-11 Processus de mesure du niveau d'eau à la station Ngnith

(3) Niveau d'eau à l'intérieur et à l'extérieur de l'écluse Richard Toll

De 1986 à 2019, le niveau d'eau à l'intérieur et à l'extérieur de l'écluse Richard Toll du lac de Guiers est illustré à la figure 6.3-12. On peut voir sur la figure que, sauf pour les périodes partielles, les niveaux d'eau à l'intérieur et à l'extérieur de l'écluse ont généralement peu de différence. Durant la période de 1986 à 1993 qui a été l'achèvement et la période d'exploitation initiale du barrage de Diama, le niveau d'eau du lac était de -0,5 à 2,5 m, avec une large gamme de changements. Avec l'amélioration du mode de fonctionnement du barrage de Diama, le niveau d'eau minimum du lac a été porté à plus de 1,5 m, surtout depuis 2006, le niveau d'eau minimum du lac a été maintenu à plus de 2,0 m. Selon les données mesurées, le niveau d'eau le plus élevé à l'intérieur de l'écluse Richard Toll est de 2,93 m et le niveau d'eau le plus élevé à l'extérieur de l'écluse Richard Toll est de 3,03 m.

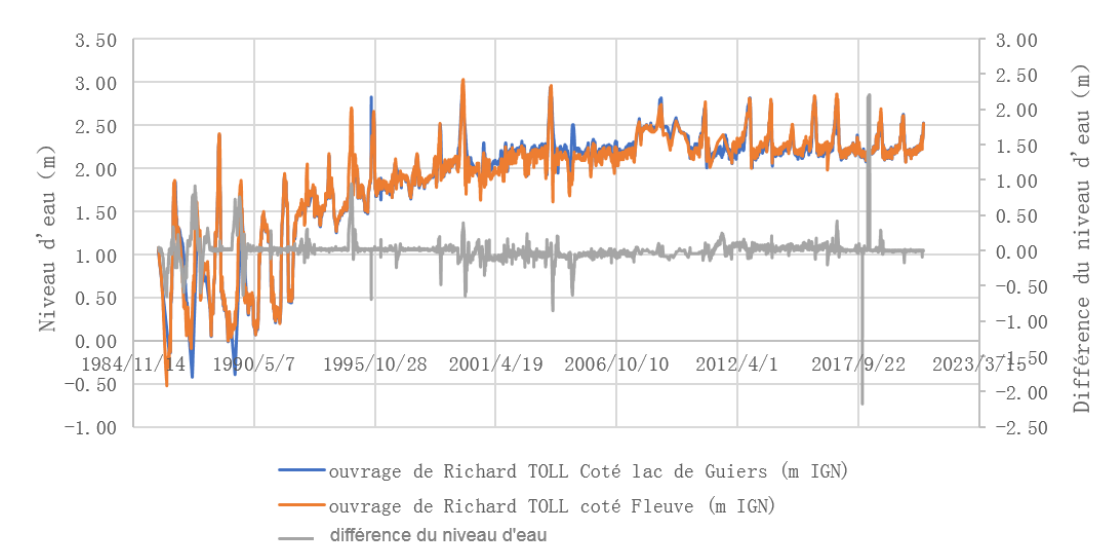


Figure 6.3-12 Niveau d'eau à l'intérieur et à l'extérieur de l'écluse Richard Toll

6.3.1.3 Qualité d'eau

(1) Résultats de 2008 à 2010

Les analyses de la transparence, du chlorure, du phosphore total, de l'azote total, de l'azote ammoniacal, de l'azote nitrique, du PH et d'autres indicateurs ont été effectués dans le suivi de la qualité de l'eau du lac de Guiers de 2008 à 2010 (Évaluation de l'altération hydrologique au sein d'un écosystème dans un lac sahérien peu profond: lac de Guiers, au Sénégal. SambouDjiby, B. Diekkrüger, etc.). Les principaux résultats sont les suivants:

1) Transparence

La transparence d'eau est faible, 54 ~ 86 cm, et la valeur moyenne est de 66 cm, comme indiqué

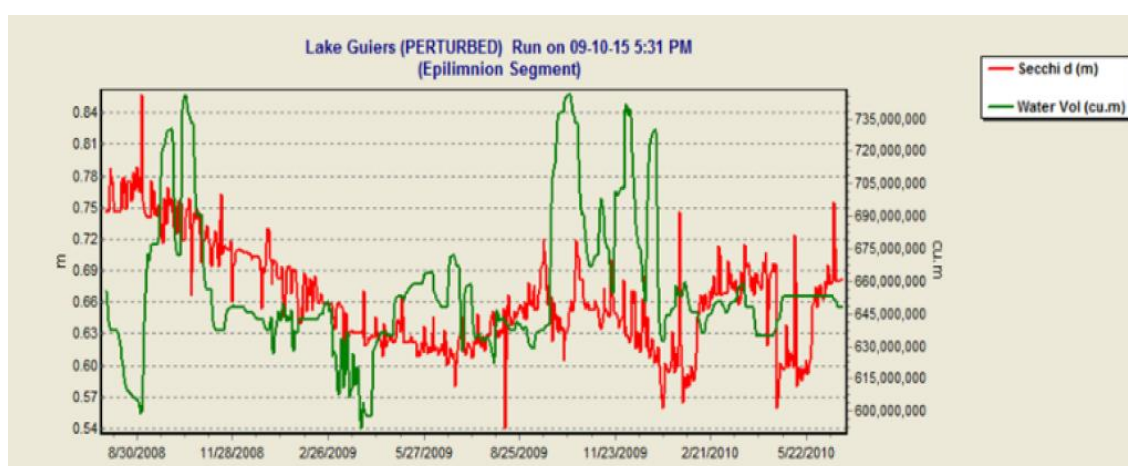


Figure 6.3-13 Processus de variation de transparence du lac de Guiers (2008-2010)

2) Chlorure

La concentration de chlorure dans l'eau est de 124 ~ 257 ppt, et la valeur moyenne est de 199 ppt. Comme la montre la figure ci-dessous, la concentration de chlorure est relativement faible.

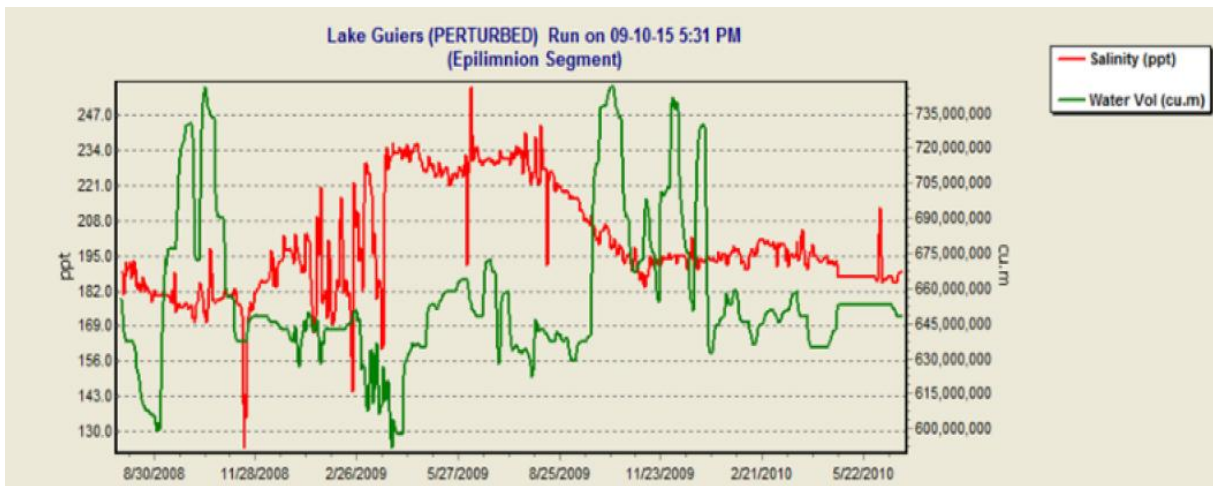


Figure 6.3-14 Processus de variation de la concentration de chlorure dans le lac de Guiers (2008-2010)

La concentration TN de l'eau est de 0,74 ~ 0,9 mg/L, avec une valeur moyenne de 0,75 mg/L, ce qui ne dépasse pas la limite de 1 mg/L pour l'eau superficielles de l'eau de grade III; la concentration de TP est de 0,15 ~ 0,27 mg/L, avec une valeur moyenne de 0.19mg/L, et la teneur totale en phosphore est relativement élevée, ce qui peut être causé par les eaux usées de lavage, l'eau d'irrigation de retour des terres agricoles contenant des engrais chimiques et de pesticides, et les excréments humains et animaux.

De plus, la concentration d'azote ammoniacal est de 0, 0,9 ~ 0,1 mg/L, la valeur moyenne est de 0,1 mg/L, la concentration est relativement faible; la concentration d'azote nitrique est de 0,5 ~ 0,7 mg/L et la valeur du pH est de 6,3 à 8,5.

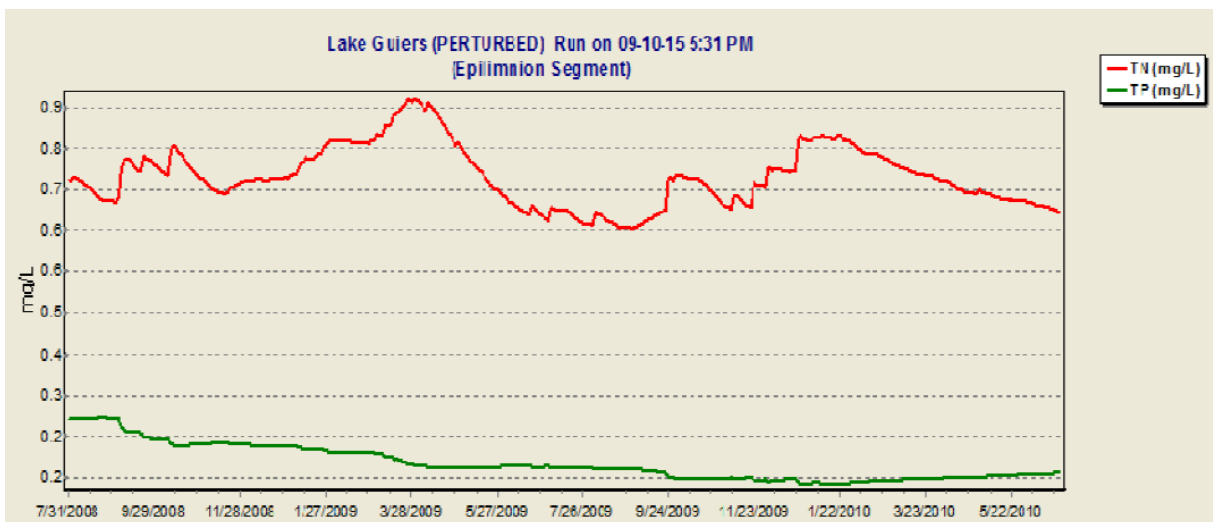


Figure 6.3-15 Processus de variation du phosphore total et de l'azote total dans le lac de Guiers (2008-2010)

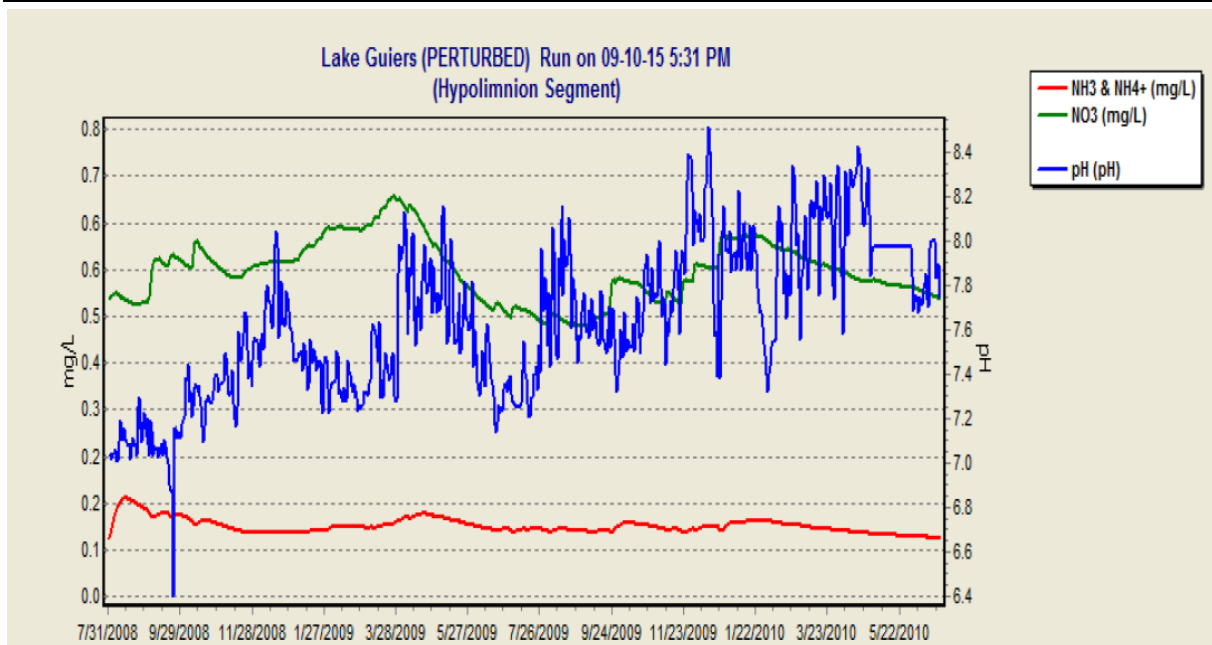


Figure 6.3-16 Processus de variation d'azote ammoniacal, d'azote nitrique et de pH du lac de Guiers (2008-2010)

(2) Résultats de 2016 et 2017

Selon ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL DU PROJET DE RENFORCEMENT DE LA RESILIENCE DES ECOSYSTEMES DU FERLO (PREFERLO), l'OLAC est conscient de l'importance de la qualité de l'eau pour le développement socio-économique et la santé et a réalisé un suivi de la qualité de l'eau. Parmi eux, les indicateurs automatiquement surveillés comprennent les cyanobactéries, la chlorophylle à la conductivité le pH, l'hydrologie, l'azote ammoniacal, l'azote total, l'oxygène dissous, la turbidité etc. Les résultats du suivi des principaux indicateurs de la station Ngnith en 2016 et 2017 sont les suivants:

1) Chlorophylle a

La concentration de chlorophylle a était de 1 à 4 ug/l en 2016 et de 2,7 à 6,3 ug/l en 2017, ce qui appartient essentiellement au niveau des oligotrophes et mésotrophes.

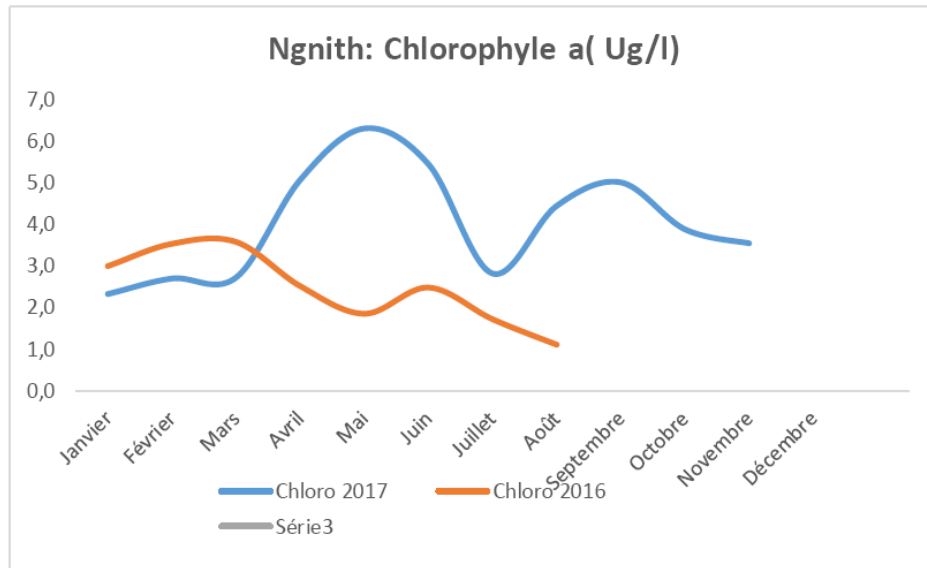


Figure 6.3-17 Processus de variation de la chlorophylle a à la station Ngnith du lac de Guiers (2016 et 2017)

2) pH

Le changement de pH était de 6,9 ~ 8,0 en 2016 et 2017, ce qui répond aux normes de qualité environnementale de divers types d'eau superficielles.

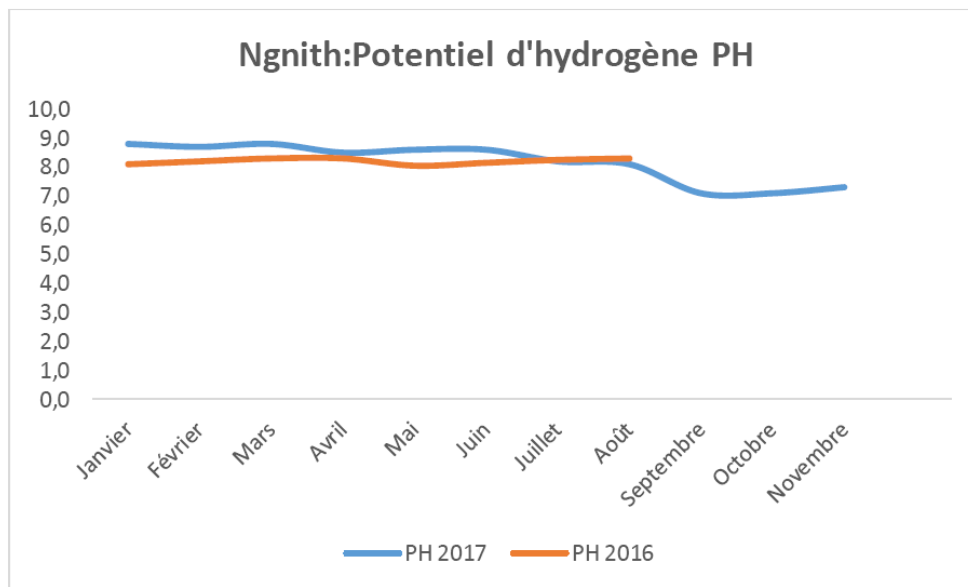


Figure 6.3-18 Processus de variation de pH à la station Ngnith du lac de Guiers (2016 et 2017)

3) Oxygène dissous

En 2016, la concentration d'oxygène dissous était faible, avec une plage de variation de 1,05 ~ 5,5 mg/l. En 2017, la concentration d'oxygène dissous a augmenté et elle était de 5 ~ 6 mg/l

la plupart du temps, ce qui correspondait essentiellement aux exigences de l'eau de grade II ~ III.

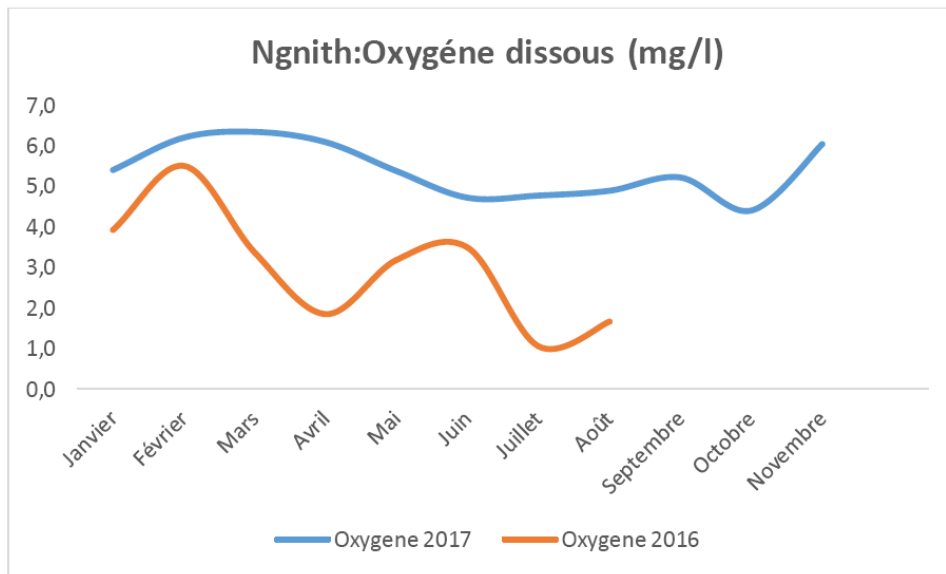


Figure 6.3-19 Processus de variation de l'OD à la station Ngnith du lac de Guiers (2016 et 2017)

4) Azote ammoniacal

En 2016, la concentration d'azote ammoniacal était relativement élevée, avec une plage de variation de 2,0 ~ 2,5 mg/l. En 2017, la concentration d'azote ammoniacal a été réduite et elle était la plupart du temps inférieure à 1 mg/l, répondant aux exigences d'eau de grade III.

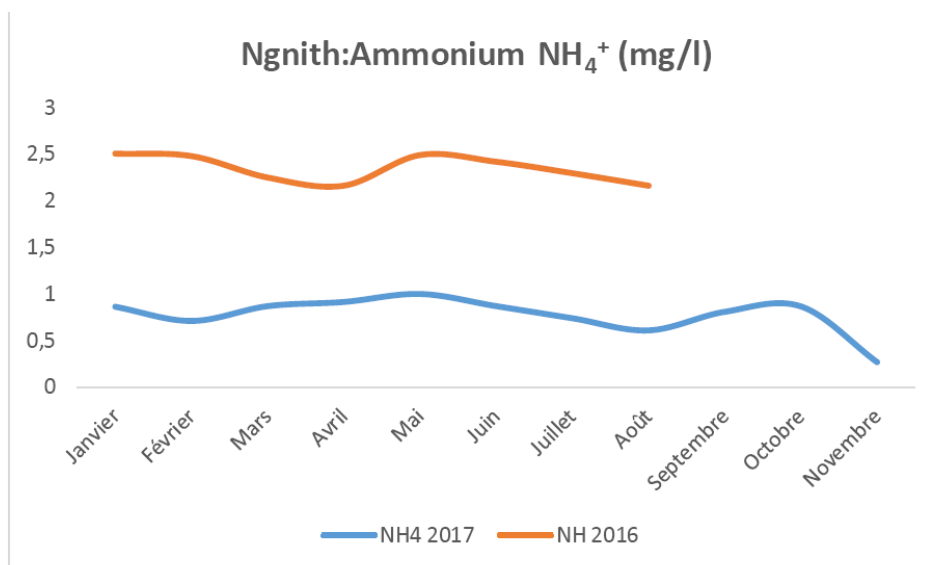


Figure 6.3-20 Processus de variation de l'azote ammoniacal à la station Ngnith du lac de Guiers (2016 et 2017)

6.3.2 Eaux souterraines

L'aquifère principal de la région du Ferlo est la cible des forages d'eau dans cette région. Selon les études, les nappes aquifères dans diverses régions du Sénégal sont illustrées à la figure 6.3-21 et la coupe géologique à la figure 6.3-22. On peut voir sur la figure que l'aquifère des eaux souterraines dans la zone du projet est relativement profond.

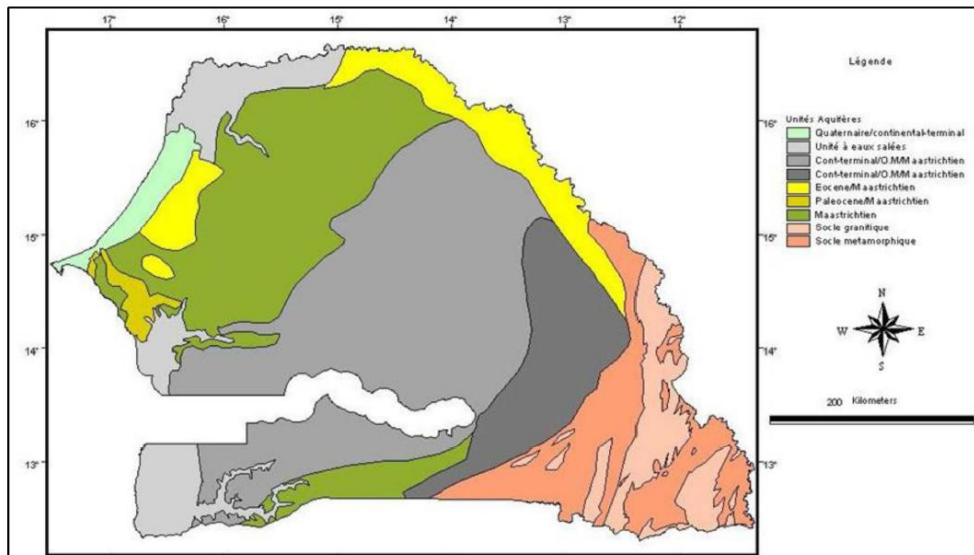


Figure 6.3-21 Nappes aquifères dans diverses régions du Sénégal

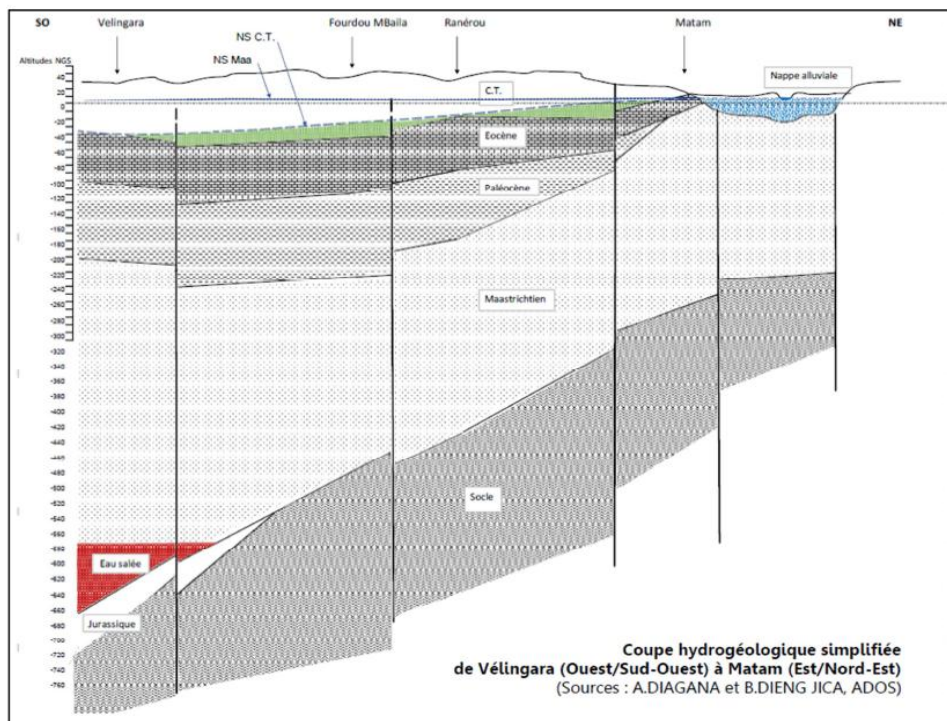
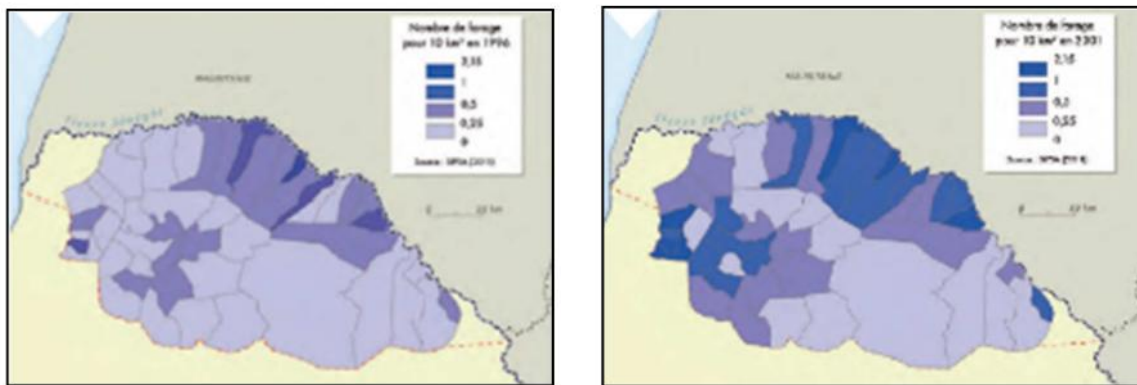


Figure 6.3-22 Coupe hydrogéologique du Sénégal

Afin de mieux valoriser les pâturages de la zone et d'encourager l'installation des éleveurs, le

Sénégal a développé un plan de développement de forage depuis les années 1950. Après les grandes sécheresses des années 70 et 80, le nombre de puits a augmenté extrêmement rapidement. Entre 1990 et 2000, le nombre de forages à Ferlo a doublé

À l'heure actuelle, la répartition des forages dans la région du Ferlo est inégale, la densité de forage dans le nord et le sud-ouest est plus élevée et la densité de forage dans le reste de la région est plus faible. Actuellement, la région de Ranérou, qui a une faible densité de forage, prévoit de mettre en œuvre plusieurs projets de forage, et le nombre de forages pourrait doubler à l'avenir.



(a) Densité de forage en 1996 (b) Densité de forage en 2001

Figure 6.3-23 Densité de forage dans la région du Ferlo

6.3.3 Consommation d'eau actuelle

(1) Fleuve Sénégal

La vallée et l'estuaire du cours moyen du fleuve Sénégal sont des zones arides et la consommation d'eau le long du fleuve est relativement importante. Selon les données de la FAO, le Mali a prélevé environ 5,19 milliards de m³ d'eau le long du fleuve en 2006, le Sénégal a pris 2,221 milliards de m³ d'eau le long du fleuve en 2000 et la Mauritanie a pris 1,698 milliard de m³ d'eau le long du fleuve. La prise d'eau est principalement utilisé pour l'irrigation agricole.

Tableau 6.3-11 Données de dérivation de l'eau du fleuve Sénégal dans divers pays au cours d'une année typique (unité million de m³)

Consommation d'eau	Mali	Senegal	Mauritanie
Irrigation + élevage	5075	2065	1500
Approvisionnement en eau d'urbain	107	98	150
Approvisionnement en eau industrielle	4	58	48
Adduction totale de l'eau	5186	2221	1698

Selon les études, le bassin du fleuve Sénégal compte environ 420 000 hectares de terres agricoles irrigués, dont 100 000 à 120 000 hectares peuvent être cultivés toute l'année.

(2) Consommation d'eau entre la station de Bakel et le barrage de Diama

Le ruisseau principal du S égal entre la station de Bakel et le canal de la Taouey, le canal de la Taouey au barrage de Diama a une grande surface d'eau et plus de terres agricoles des deux c ôés, et il y a une situation d'adduction du cours d'eau principal, mais les donn ées d'adduction actuelles sont moindres, et apr ès une nouvelle collecte de donn ées, l' étude sur la consommation d'eau de la r égion sera r éalis ée.

(3) Consommation d'eau autour du lac de Guiers

Dans la vall ée du Ferlo, on transporte actuellement de l'eau du lac de Guiers pour les zones de basse altitude adjacentes au lac de Guiers, et utilise les eaux souterraines dans les zones plus éloignées ou plus élev ées du lac de Guiers.

De nombreuses études ont été men ées sur le bilan hydrique du lac de Guiers (Cogels F.X. et Gac J.Y. en 1981-1982, Gac J.Y., Cogels F.X. etc. en1991, Coly A. en 1992, Cogels F.X., Niang A. etc. en 1994, Cogels F.X. en 1997). Selon les r éultats de la recherche du bilan hydrique, la consommation totale actuelle d'eau du lac de Guiers et de ses environs est d'environ 40m³/s, dont 21,3 m³/s d'évaporation, 0,75 m³/s d'approvisionnement à Dakar (via Ngnith), et 1,39 m³/s d'approvisionnement à Dakar (via KMS), 7,0 m³/s d'adduction d'eau ver Ferlo, 0.5 m³/s d'adduction d'eau vers la d épression Ndiael, 6.5 m³/s d'irrigation pour la Compagnie Sucr i ère S égalaise (CSS), et 2,62 m³/s de l'eau d'irrigation pour les villages environnants. Cette consommation d'eau est équilibr ée par le d étournement d'eau de 36,2 m³/s du fleuve S égal à travers l' écluse Richard Toll, le ruissellement pluviométrique de surface du lac de 2,3 m³/s et l'eau de retour d'irrigation CSS de 1,48 m³/s.

6.3.4 S élection de la source d'eau

Ce projet prévoit de développer une zone d'irrigation le long des deux rives de la vall ée du Ferlo, d'une longueur d'environ 110 km d'est-ouest. La r égion envisage de développer l'agriculture comme pilier, compl été par l' évage, tout en tenant compte de l'am élioration de l'eau potable et de l'environnement écologique. À l'exception d'un petit nombre de blocs proches de la zone de Dahra dans la zone d'irrigation prévue, la topographie des autres blocs principaux est relativement basse et l' élevation du sol est g énéralement inf érieure à 24 m. Selon la localisation du bloc, les terres à am énager peuvent être divis ées en deux sous-districts: Ouest I et Ouest II: le r égion Ouest I comprend des parcelles telles que les terres agricoles ZAL2, ZAL3, ZAL4, ZAL5, ZAL6 et les terres d' évage ZPL2, ZPL3, ZPL4, etc.; le r égion Ouest II comprend des parcelles telles que les terres agricoles ZAL1 et les terres d' évage ZPL1.

Les sources d'eau superficielle disponibles pour le projet comprennent le fleuve S égal et le lac de Guiers. Pour les sources souterraines, le forage peut être envisag é pour l'extraction de l'eau. En raison de la faible pluviométrie dans cette zone, du faible niveau des eaux

souterraines et de la grande zone d'irrigation, les eaux souterraines ne peuvent pas répondre aux besoins. Par conséquent, l'eau superficielle est sélectionnée comme source d'eau. Deux options d'utilisation des eaux de surface peuvent être envisagées: l'adduction du cours d'eau principal du fleuve Sénégal près de Matam et l'adduction du fleuve Sénégal vers le lac de Guiers. Les considérations de base des deux plans sont les suivantes:

(1) Le volume d'adduction d'eau des deux plans est garanti. Le barrage de Diama à un volume de décharge annuel moyen d'environ 13 milliards de m^3 pendant de nombreuses années, et la station de Bakel a un ruissellement annuel moyen de 16,37 milliards de m^3 . La proportion d'adduction d'eau dans ce projet est très faible. Après l'exploitation de la centrale électrique du complexe de Manantali, le débit de saison sèche à la station de Bakel dépasse $100m^3/s$ dans la plupart des périodes, et le débit moyen mensuel minimum est de près de $200m^3/s$, et le volume d'eau en saison sèche est également garanti.

(2) Les deux plans doivent réaliser une irrigation par élévation d'eau. La pente longitudinale inférieure sous la station de Bakel du fleuve Sénégal est faible et le niveau d'eau à la station de Bakel n'est pas très différent de celui à l'extérieur de l'écluse Richard Toll à débit normal. L'élévation de la zone de réception d'eau est généralement inférieure à 24 m, ce qui est plus élevé que le niveau de l'eau du fleuve, par conséquent, les deux plans doivent réaliser une irrigation par élévation d'eau.

(3) La pratique d'exploitation de l'écluse Richard Toll au fil des ans a montré que l'envasement du canal de la Taouey causé par l'adduction de l'eau de l'écluse Richard Toll n'est pas évident. Le jugement préliminaire est que l'envasement de la prise n'est pas un problème majeur qui limite la faisabilité du projet.

Par conséquent, le plan d'adduction d'eau du fleuve Sénégal au lac de Guiers et le plan d'adduction près de Matam du cours principal du fleuve Sénégal peuvent répondre aux exigences. Il n'y a pas de contraintes majeures de faisabilité et des comparaisons techniques et économiques supplémentaires sont nécessaires.

6.4 Plan général d'aménagement

6.4.1 Comparaison et sélection du tracé d'adduction d'eau

La source d'eau de ce projet provient du cours d'eau principal du fleuve Sénégal. Deux types d'options peuvent être établis: le plan de l'adduction d'eau d'est en ouest par la rivière Matam, un affluent du fleuve Sénégal, vers la zone d'irrigation (plan de dérivation amont) et le plan d'adduction d'ouest en est par le canal de la Taouey et le lac de Guiers vers la zone d'irrigation (plan d'adduction en aval). Les options sont décrites comme suit:

Option 0: Plan d'adduction en amont. L'affluent du fleuve Sénégal de 30 km de long près de Matam est utilisé comme canal d'adduction de l'eau. Une station de pompage est installée à un endroit approprié à l'extrémité du canal d'adduction de l'eau. Une fois l'eau soulevé à une

altitude d'environ 60 m à travers un tuyau en acier d'environ 10 km de long, un canal principal avec une longueur d'environ 150 km est installé. L'eau est délivrée à la zone du projet par écoulement par gravité puis les canaux principaux et secondaires sont mis en place pour transporter et distribuer de l'eau à différents blocs.

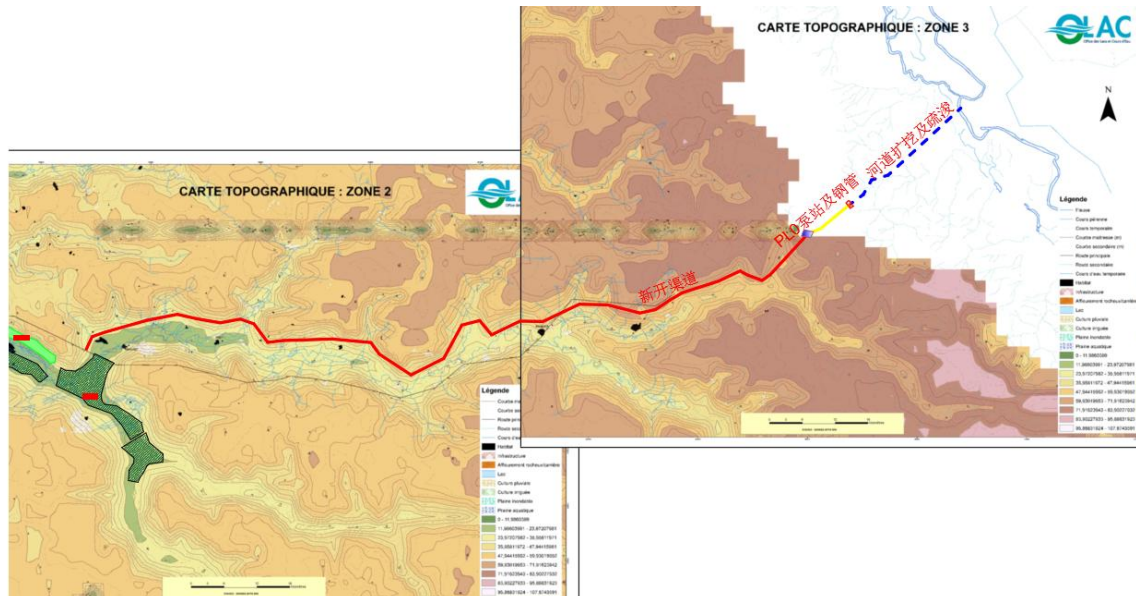


Figure 6.4-1 Schéma de principe de la disposition de la source d'eau à la zone du projet de l'option 0

(Le bloc de couleur vert foncé sur l'image est la parcelle agricole à développer, le bloc de couleur vert est le bloc de pâturage à développer; la ligne pointillée bleue est le canal d'adduction de l'eau, la ligne continue jaune est le tuyau en acier de sortie de la station de pompage, et la ligne continue rouge est le canal principal d'irrigation)

Option 1: Plan d'adduction de l'eau en aval, utilisant le marigot Ferlo d'origine comme canal d'adduction d'eau. La topographie de la vallée du Ferlo est relativement faible, et l'eau du lac de Guiers remonte au marigot Ferlo d'origine 30 ~ 50km au-dessus de l'écluse KMS. Le fleuve est large et peu profond et les roseaux sont largement distribués. La situation actuelle ne peut pas répondre aux besoins d'adduction d'eau de ce projet. Considérer le dragage du canal de 70 km de long de l'écluse KMS à Mboula comme un canal d'adduction d'eau. Après le dragage, le fond du fleuve sera une pente plate, l'élévation du fond du fleuve est de -2,0 m, la largeur du fond est de 15 m et la pente est de 1: 5. Mettre en place la station de pompage PL1 et la station de pompage PL2 pour pomper l'eau jusqu'aux têtes des canaux principaux L et M respectivement à la localisation du fleuve dragué près de la zone d'irrigation. Ensuite, des canaux secondaires (ou canaux principaux) sont mis en place pour transporter et distribuer l'eau à chaque bloc. La disposition en plan de cette option est illustrée à la figure 6.4-2.

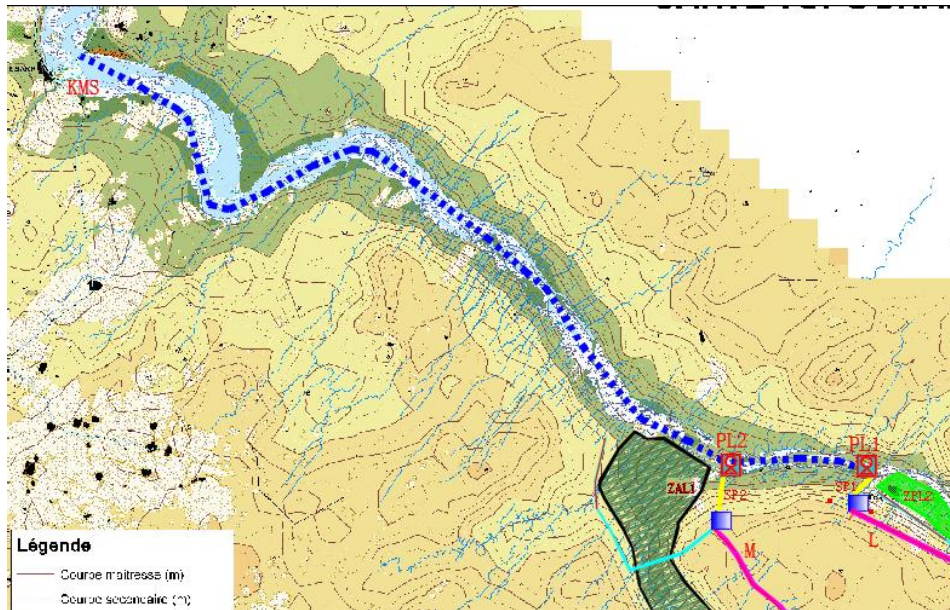


Figure 6.4-2 Schéma de la disposition de l'écluse KMS jusqu'à la zone du projet dans l'option 1 (Les blocs de couleur vert foncé sur l'image sont des parcelles agricoles à développer, et les blocs de couleur verte sont des parcelles de prairie à développer; la ligne pointillée bleue est le canal d'adduction de l'eau, la ligne continue jaune est le tuyau en acier de sortie de la station de pompage, et la ligne continue rose est le canal principal d'irrigation)

L'option 0 transporte de l'eau de l'amont et la quantité d'eau est plus sûre, mais les canaux de transfert d'eau et les conduites d'eau des stations de pompage dépassent de loin l'option 1, et l'investissement du projet est beaucoup plus important que l'option 1. Bien qu'il y ait beaucoup d'eau agricole entre Matam et les écluses Richard Toll du fleuve Sénégal, le barrage de Diama a un volume de décharge annuel moyen d'environ 13 milliards de m^3 . L'augmentation de la quantité d'eau prévue par ce projet représente une faible proportion. De plus, la capacité de stockage régulé du réservoir de Diama entre 1,5 et 2,5 m est de 335 millions de m^3 , et la capacité de stockage régulé de la plage de 1,5 à 2,5 m du lac de Guiers est de 278 millions de m^3 , et le niveau d'eau le plus élevé du lac de Guiers est relevé. La capacité de stockage régulé peut être encore augmentée et le volume d'eau du projet d'adduction de Richard Toll est également garanti. Par conséquent, d'un point de vue économique, l'option 1 est recommandée.

L'idée générale de la disposition du plan d'adduction recommandée est la suivante: détourner le cours d'eau principal du fleuve Sénégal vers le lac de Guiers par l'écluse Richard Toll, puis détourner l'eau au-dessus de l'écluse KMS vers les environs de Région Ouest I et Région Ouest II dans la région à développer, puis à travers le canal et (ou station de pompage) pour transporter l'eau à chaque parcelle, le tracé des canaux principaux et secondaires dépend de facteurs tels que la méthode d'adduction d'eau au-dessus de l'écluse KMS, la localisation la parcelle, la répartition d'élévation de la parcelle et les caractéristiques topographiques de la zone du canal.

6.4.2 Comparaison et s élection l'emploi du marigot Ferlo original ou non

La topographie de la vall ée du Ferlo est relativement basse, et l'eau du lac de Guiers peut être trac ée jusqu'au canal Ferlo d'origine à 30-50 km au-dessus de l'écluse KMS à travers l'écluse KMS. Après avoir été dragué, le fleuve a les conditions pour être utilis ée comme canal d'adduction d'eau. Par conséquent, la question de savoir s'il faut utiliser le fleuve Ferlo original comme canal de transfert d'eau est au centre de l'étude sur la disposition du projet. S'il faut utiliser le canal original du marigot Ferlo, trois plans g énéraux d'aménagement sont établis à des fins de comparaison et de s élection, ils sont bri èvemment d écrits comme suit:

Option 1: comme mentionn éci-dessus.

Option 2: ne pas utiliser le marigot Ferlo original et utiliser un plan de pr élevement d'eau de plusieurs niveaux. Installer une station de pompage pr ès de l'écluse KMS pour soulever l'eau, et utiliser un tuyau en acier de 4,9 km pour soulever l'eau à une altitude de 24 m, puis d éfinir un canal ouvert d'environ 75 km de long le long de la ligne de courbe de niveau d' élevation de 24 m pour s'écouler aux alentours de la zone du projet, et installer des stations de pompage PA1 et PA2 à l'extr émit édu canal ouvert pour soulever de l'eau respectivement à la t ête des canaux principaux L et M dans les districts Ouest I et Ouest II. La disposition du plan est illustr ée à la figure 6.4-3.

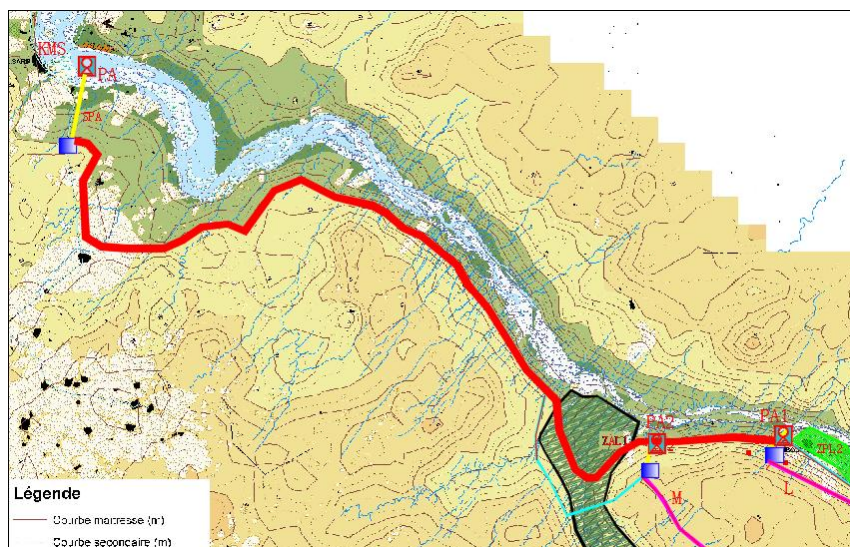


Figure 6.4-3 Schéma de principe de la disposition depuis le dessus de l'écluse KMS jusqu'à la zone du projet pour l'option 2

(Le bloc de couleur vert foncé dans l'image est la parcelle agricole à développer, le bloc de couleur verte est le bloc de champ d'herbe à développer; la ligne continue jaune est le tuyau de sortie d'eau de la station de pompage, et la ligne continue rouge est le canal d'irrigation principal)

Option 3: ne pas utiliser le marigot Ferlo original, un plan de pr é èvement d'eau d'un niveau. Mettre en place une station de pompage PB pour soulever l'eau pr ès de l' écluse KMS. L'eau est soulev é à une altitude de 46 m par un tuyau en acier d'environ 32 km de long, suivi d'un canal ouvert d'environ 63 km de long, et s'écoule vers les t êtes des canaux principaux L et M dans les districts Ouest I et Ouest II. La disposition du plan est illustr é à la figure 6.4-4.

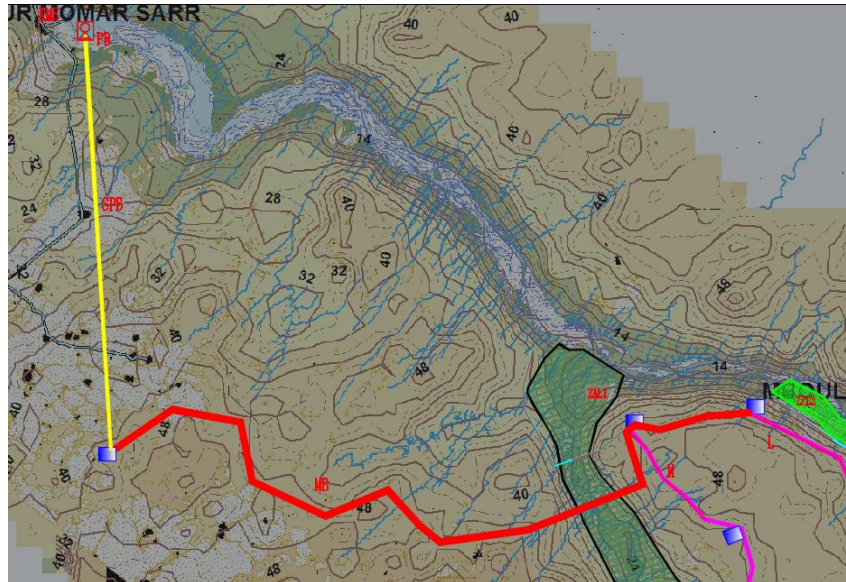


Figure 6.4-4 Sch éma de principe de la disposition depuis le dessus de l' écluse KMS jusqu' à la zone du projet pour l'option 3

(Le bloc de couleur vert foncé sur l'image est la parcelle agricole à développer, le bloc de couleur verte est le bloc de champ d'herbe à développer; la ligne continue jaune est le tuyau en acier de sortie de la station de pompage, la ligne continue rouge est l'irrigation principale canal, et la ligne continue rose est le principal canal d'irrigation)

Selon la comparaison, l'option 1 a moins d'investissements et une efficacité économique évidente. Le plus gros problème est qu'il peut y avoir un envasement du marigot Ferlo en cas d'inondations. D'après les données pluviométriques et les résultats de l'analyse hydrologique, le bassin du Ferlo se trouve en bordure du désert du Sahara, avec peu de précipitations et aucune inondation. Selon la pratique d'exploitation de l'écluse KMS depuis de nombreuses années et les données fournies par le maître d'ouvrage, il n'y a pas eu d'inondation majeure au-dessus de l'écluse KMS. Au cours des 40 dernières années, la limite du chenal de Ferlo et de la plage à une longueur d'environ 70 km dans cette section sont restés pratiquement inchangés. Le rôle des sédiments est relativement petit. Sans autre collecte de données, il est jugé au préalable que la probabilité d'envasement dans le canal Ferlo est très faible et que le problème d'envasement n'aura pas d'impact majeur sur le canal dragué du Ferlo. L'option 1 est recommandée pour le transfert d'eau de l'écluse KMS à Mboula cette fois.

6.4.3 Comparaison et sélection de la longueur du marigot Ferlo d'origine

La topographie de la vallée du Ferlo est relativement basse et l'élévation du fond du fleuve d'origine à partir du KMS est progressivement augmentée de -1 m à 3 m. Si l'élévation du fond du fleuve est draguée à -2m, plus le dragage en amont est important, plus le coût de dragage du cours du fleuve est élevé. Par conséquent, l'utilisation de la longueur du fleuve Ferlo original a été comparée et sélectionnée.

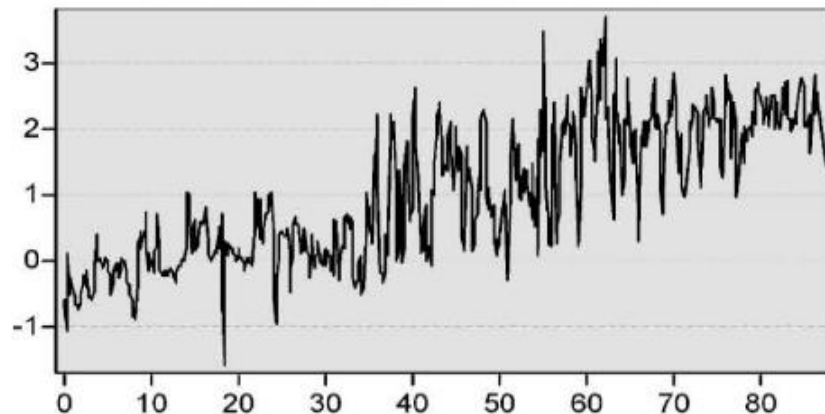


Figure 6.4-5 Répartition de l'altitude au fond du Ferlo

Selon la topographie de la zone d'irrigation et la topographie environnante, les options de 50 km et 70 km du Ferlo peuvent être sélectionnées à des fins de comparaison.

Option 1: comme mentionné ci-dessus.

Option 4: Utiliser 50 km du Ferlo d'origine comme canal d'adduction d'eau. Considérer le dragage du canal fluvial de 50 km de l'écluse KMS à Mboula comme un canal de transfert d'eau, et la section de dragage est la même que dans l'option 1. La station de pompage PL1 et la station de pompage PL2 sont installées sur la rive draguée, et l'eau est transportée jusqu'aux têtes des canaux principaux L et M par des conduites d'acier de 6 km et 4 km respectivement. La disposition du plan est illustrée à la figure 6.4-6.

Par rapport à l'option 1, la longueur de dragage du Ferlo est réduite d'environ 20 km dans l'option 4, mais la longueur des tuyaux en acier des deux stations de pompage a été augmentée de 2 km et 2 km respectivement, et la station de pompage PL1 a augmenté de près de 16 km de Siphon inverse et 7 km de canal principal. L'investissement de l'option 4 est supérieur à celui de l'option 1 et l'option 1 est recommandée.

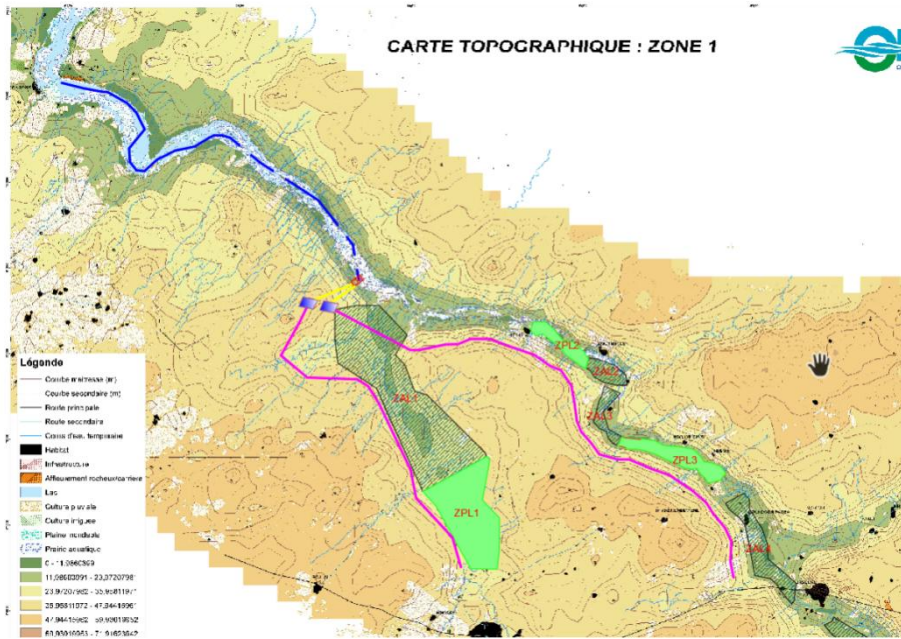


Figure 6.4-6 Sch éna de principe de la dispositions de l'option 4

6.5 Échelle de canaux et de stations de pompage de prise d'eau

6.5.1 Disposition g énérale des canaux

Selon la localisation des districts agricoles irrigu és, des districts d' élevage, des zones urbaines et rurales à forte consommation d'eau et compte tenu des facteurs topographiques, la localisation des stations de pompage, des conduites, des canaux et des r éservoirs dans la zone de r éception de l'eau est raisonnablement am énéagé Les consid ératons principales relatives à la disposition des canaux principaux et secondaires sont les suivantes:

L'eau s'écoule naturellement du canal principal au canal secondaire et est essentiellement dispos éle long de la courbe de niveau.

Compte tenu de l' élevation de chaque district d'irrigation du projet et des caract éristiques de l'approvisionnement en eau du projet de l'aval vers l'amont, certains canaux principaux sont éloign és de la zone d'irrigation et les canaux secondaires sont principalement dispos és le long des courbes de niveau.

Les canaux secondaires sont principalement capables de satisfaire l'irrigation par gravité et les é levations locales sont plus é lev és ou les zones d'extr émit é d'irrigation sont irrigu és par pompage de l'eau.

Le trac édes canaux principaux et secondaires ainsi d' étermin éest illustr éà la figure 6.5-1, qui est d' érite comme suit:

Deux stations de pompage en t ête de canaux sont pr évues: PL1 et PL2. Il y a 1 tronçon de canalisation, G1, en aval de la station de pompage PL1; 6 tronçons de canal principal, à savoir

L1, L2, L3, L4, L5, L6; 17 tronçons de canaux secondaires, à savoir le canal de dérivation ZPL2-1, ZAL2-1 ~ ZAL2-3, ZAL3-1, ZPL3-1, ZAL4-1 ~ ZAL4-3, ZAL5-1, ZPL4-1, ZAL6-1 ~ ZAL6-6; 4 réservoirs, RL1, RL2, RL3, RL4. 1 section de conduite située en aval de la station de pompage PL2, G2; 1 section de canal principal, canal principal M, 5 sections de canaux secondaires, ZAL1-1, ZAL1-2, ZAL1-3, ZAL1-4, ZAL1-5 et 1 réservoir, RL5.

Selon la disposition du projet, le dessin généralisé de l'adduction et de la distribution de l'eau est présenté à la Figure 6.5-2 et à la Figure 6.5-3.

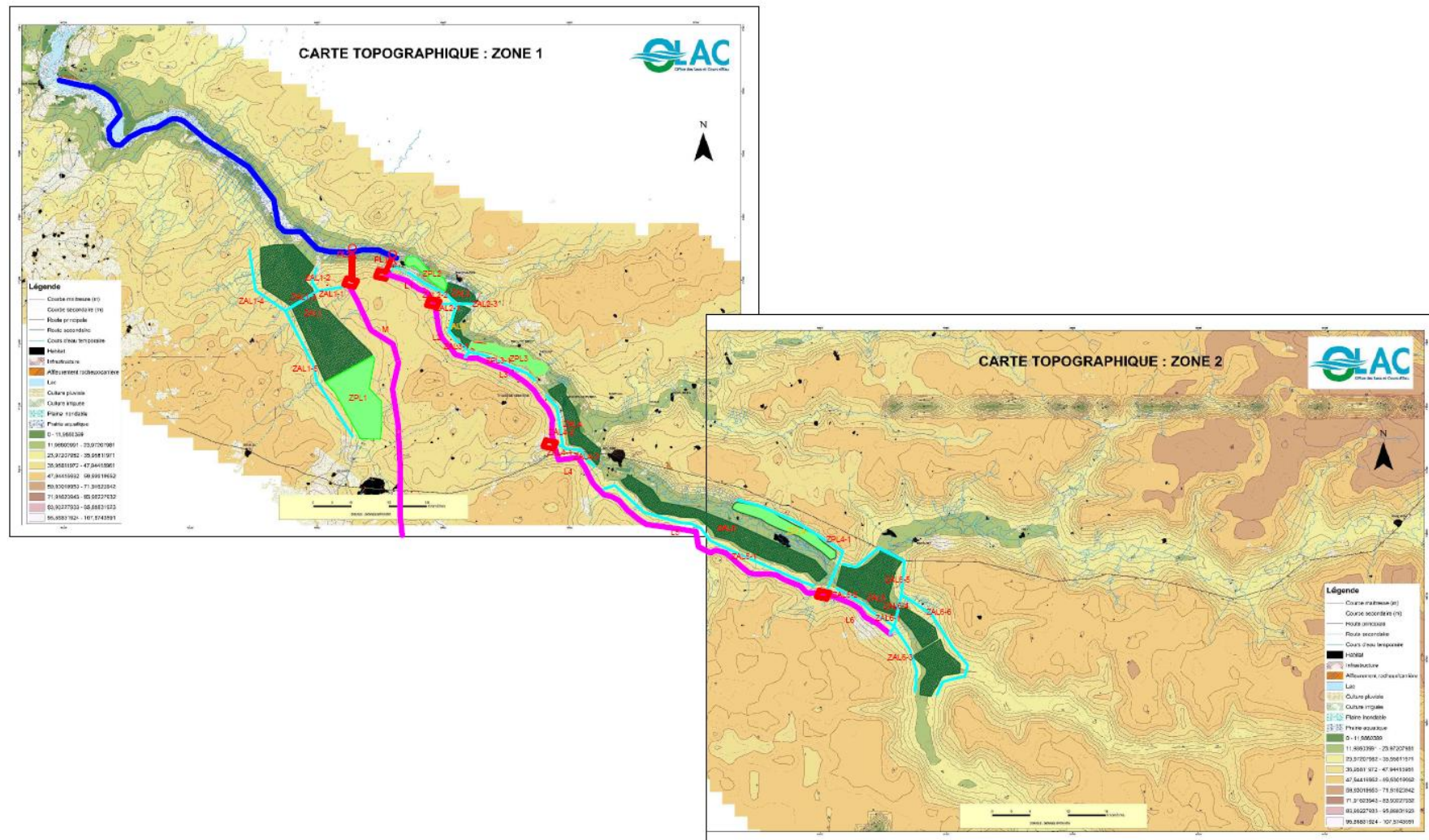


Figure 6.5-1 Plan général d'aménagement des canaux

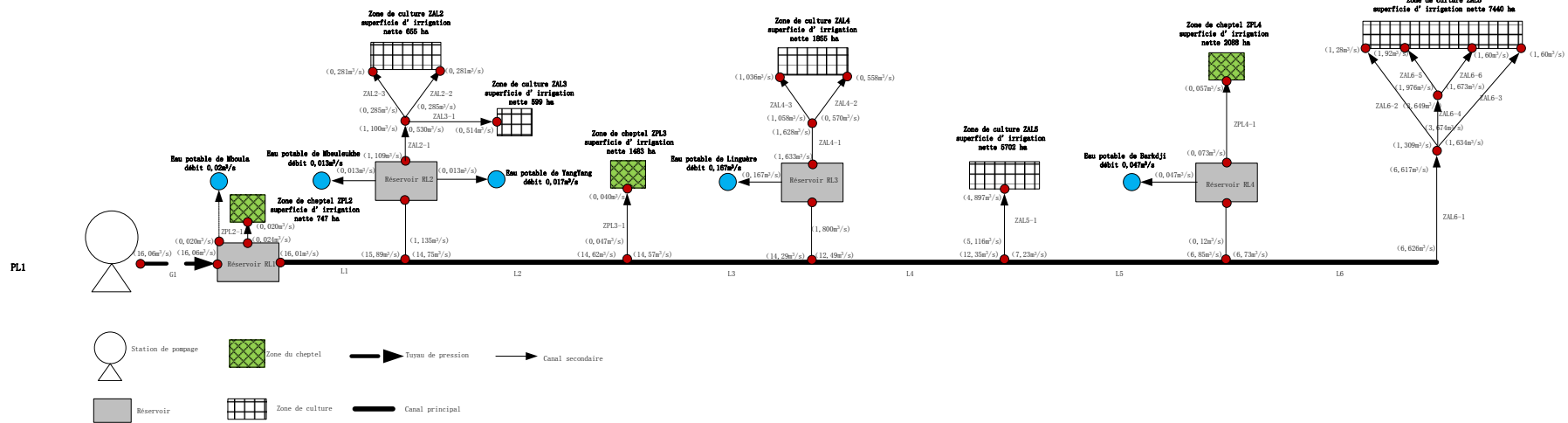


Figure 6.5-2 Diagramme g énéralisé de l'adduction et de la distribution de l'eau dans la zone Ouest (I)

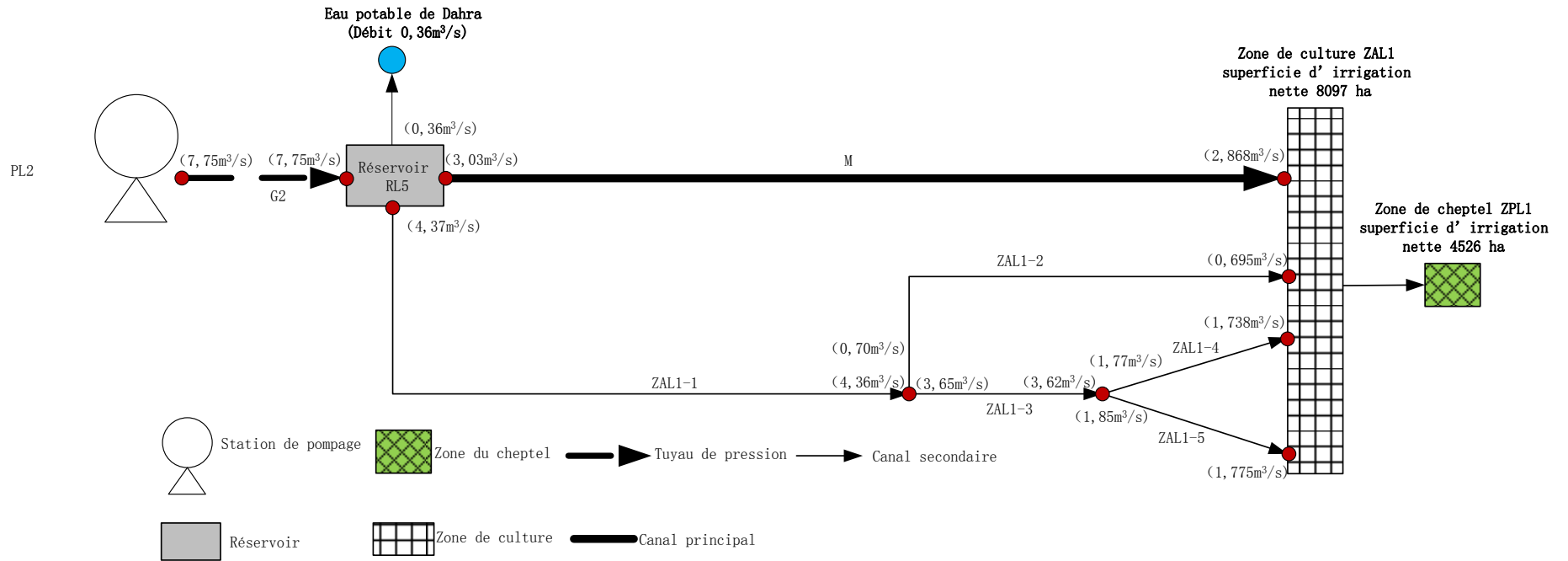


Figure 6.5-3 Diagramme généralisé de l'adduction et de la distribution de l'eau dans la zone Ouest (II)

6.5.2 Temps de fonctionnement de la station de pompage

Afin d'utiliser pleinement la capacité de la station de pompage, de prendre plus d'eau et de profiter pleinement des avantages du prélèvement d'eau, la durée de fonctionnement quotidienne de cette station de pompage est de 24 heures, c'est-à-dire que la station de pompage fonctionne sans interruption pendant la période de pointe de l'eau d'irrigation. L'ajustement quotidien de l'irrigation est effectué en installant des réservoirs de stockage de nuit d'irrigation sous le canal de dérivation. Selon les habitudes d'irrigation des agriculteurs dans chaque zone, le pompage de l'eau de la station de pompage pendant la période quotidienne sans irrigation vers le réservoir de stockage de nuit, et pompage de l'eau de la station de pompage pendant la période d'irrigation utilisation quotidienne ainsi que de l'eau.

6.5.3 Dimension du réservoir de vie

Compte tenu le temps de fonctionnement quotidien de la station de pompage, et afin d'assurer l'eau pour la vie des résidents et l'élevage, un réservoir doit être mis en place. Selon la réglementation en vigueur, le volume net de stockage du réservoir est de 70% de la demande journalière en eau des résidents et de l'élevage couvert par celui-ci. Le réservoir étant un stockage régulé quotidiennement, la perte d'évaporation et les fuites sont très faibles, elles ne seront donc pas prises en compte cette fois. La détermination finale de la capacité de stockage du réservoir est présentée dans le tableau 6.5-1.

Tableau 6.5-1 Volume de stockage brut régulé du réservoir résidentiel

Dimension du réservoir	Volume (m ³)	Observation
RL1	2284	Eau potable humaine à Mboula et de l'élevage dans ZPL2
RL2	3624	Eau potable à Mbeuleukhe, YangYang et de l'élevage dans ZPL3
RL3	10100	Eau potable à Linguère
RL4	5778	Eau potable à Barkedji et de l'élevage dans ZPL4
RL5	27827	Eau potable à Dahra et dans d'autres régions et de l'élevage dans ZPL1

6.5.4 Débit de conception de canal

Le canal principal et le canal secondaire aménagés cette fois sont conçus selon la méthode d'irrigation continue. Selon la «Norme de conception de l'irrigation et du drainage (GB50288-2018)», la relation entre le débit de conception du canal et le débit de conception net est la suivante:

$$Q_d = \frac{Q_{dj}}{\eta_0}$$

Dont,

η_0 ——Coefficient d'utilisation de l'eau du canal

Q_{dj} ——Débit net du canal (m³/s)

Q_d ——Débit brut du canal (m³/s)

En l'absence de données mesurées, le coefficient d'utilisation de l'eau du canal peut être calculé comme suit:

$$\eta_0 = \frac{1}{1 + \sigma L}$$

Dont,

σ ——Taux de perte d'eau par unité de longueur de canal (%/km)

L ——Longueur de fonctionnement du canal (km)

Sans être supporté par les eaux souterraines, le taux de perte d'eau par unité de longueur du canal peut être calculé comme suit:

$$\sigma = \frac{K}{Q_{dj}^m}$$

Dont,

K —— coefficient de perméabilité du sol, comme indiqué dans le tableau 6.5-2.

m —— Indice de perméabilité du sol, comme indiqué dans le tableau 6.5-2.

Tableau 6.5-2 Param ètres de perm éabilit é à l'eau du sol

Qualit é du sol du lit du canal	Perm éabilit é à l'eau	K	m
Argile	Faible	0,70	0,30
Limon lourd	Mod é énément faible	1,30	0,35
Limon moyen	Mod é énément faible	1,90	0,40
Limon léger	Mod é énément fort	2,65	0,45
Limon sableux	Fort	3,40	0,50

La qualit é du sol du lit du canal prise cette fois est un limon sableux, avec une valeur K de 3,40 et m de 0,5.

Le canal adopte une protection et un rev êtement cette fois, et le taux de perte d'eau par unit é de longueur du canal de rev êtement peut être r évis é comme suit:

$$\sigma_0 = \varepsilon_0 \sigma$$

Dont,

σ_0 —Taux de perte d'eau par unit é de longueur du canal de rev êtement (%/km)

ε_0 —Facteur de correction pour la perte de suintement du canal de rev êtement, qui peut être consult é dans le tableau 6.5-3.

Tableau 6.5-3 Coefficient de correction pour la perte par suintement du canal de rev êtement de section compl ète

Mesures de pr évention des infiltrations	Coefficient de correction pour la perte de suintement du canal de rev êtement
La tranch ée est desserr ée et compact ée (épaisseur sup érieure à 0,5 m)	0,30~0,20
Le sol d'origine de la tranch ée est compact é (la profondeur d'influence n'est pas inf érieure à 0,4 m)	0,70~0,50
Compactage du sol à la chaux (ou compactage du sol sanhe)	0,15~0,10
Couverture en b éton	0,15~0,05
Surface de protection en argile	0,40~0,20
Ma çonnerie en mortier	0,20~0,10
Surface du mat ériau asphaltique	0,10~0,05
Film plastique	0,10~0,05

Le revêtement en béton est adopté dans ce projet et l'épaisseur du revêtement en béton est plus épaisse dans la conception, qui est de 8 cm, de sorte que la valeur du coefficient de correction pour la perte d'infiltration du canal de revêtement est de 0,1.

De plus, cette conception ne prend en compte que les canaux principaux et les canaux secondaires, et ne conçoit pas les canaux à godets et les canaux agricoles. Il est nécessaire de prendre en compte la perte d'eau des canaux à godets et des canaux agricoles, ainsi que la perte d'eau sur le terrain. Les ressources en eau dans cette zone sont rares et une méthode d'irrigation plus économe en eau (principalement l'irrigation par aspersion) est initialement prévue. Selon la «Norme de conception pour le projet d'irrigation et de drainage (GB50288-2018) », le coefficient d'utilisation de l'eau sur le terrain de l'arroseur l'irrigation est de 0,8-0,9. Le coefficient d'utilisation de l'eau d'irrigation par pipeline est de 0,95 ~ 0,98. Par conséquent, la valeur du coefficient d'utilisation de l'eau d'irrigation en dessous du canal secondaire est de 0,85.

Des tuyaux en acier sont utilisés de la station de pompage au réservoir, et la perte d'eau est extrêmement faible, donc elle peut être ignorée.

Selon les formules ci-dessus, les valeurs des paramètres et la disposition des canaux d'irrigation principaux et secondaires, le débit des canaux principaux et secondaires est calculé. Les résultats sont présentés dans les tableaux 6.5-4 et 6.5-5.

Le calcul prend en compte le débit pendant la période de pointe de l'irrigation. Étant donné que l'irrigation agricole utilise le plus d'eau et est également la plus concentrée, le calcul prend en compte l'utilisation simultanée d'eau pour l'irrigation des terres agricoles, la consommation humaine et l'eau du bétail aux périodes de pointe. En ce qui concerne la quantité d'irrigation des pâturages, de la ferme piscicole et d'eau écologique, on considère que l'eau utilisée pendant la période de pointe de l'irrigation peut être évitée.

Pour le débit de conception du canal secondaire de ZPL2-1, ZPL3-1, ZPL4-1, etc. impliquant l'irrigation des pâturages, il doit être revu en fonction du débit de pointe de l'eau d'irrigation des pâturages. Après la révision, le débit de conception de ZPL2-1 est de $0,388 \text{ m}^3/\text{s}$, le débit de conception de ZPL3-1 est de $0,765 \text{ m}^3/\text{s}$ et le débit de conception de ZPL4-1 est de $1,107 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.5.5 Dimension de station de pompage de prise d'eau

Selon les résultats du calcul, la dimension de la station de pompage PL1 est de $16,06 \text{ m}^3/\text{s}$, et la dimension de la station de pompage PL2 est de $7,75 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tableau 6.5-4 Tableau de calcul du débit de conception des canaux en aval de la station de pompage PL1

Num éro de canal secondaire	Longueur du canal secondaire	D ébit net du canal secondaire (m ³ /s)	D ébit brut du canal secondaire (m ³ /s)	Num éro de canal principal	Longueur du canal principal (km)	D ébit net du canal principal (m ³ /s)	D ébit brut du canal principal (m ³ /s)	Num éro de tuyau	Longueur de tuyau (km)	D ébit net du tuyau (m ³ /s)	D ébit brut du tuyau (m ³ /s)
								G1	2,4	16,06	16,06
ZPL2-1*	10,38	0,372 (0,020)	0,388 (0,024)								
Approvisionnement en eau de Mboula			0,020								
ZAL2-3	2,53	0,281	0,285	L1	9,28	15,89	16,01				
ZAL2-2	2,89	0,281	0,285								
ZAL3-1	8,84	0,514	0,530								
ZAL2-1	3,45	1,100	1,109								
Approvisionnement en eau de Mbeuleukhe			0,013								
Approvisionnement en eau de YangYang			0,013								
ZPL3-1*	12,51	0,738 (0,040)	0,765 (0,047)	L2	10,49	14,62	14,75				
ZAL4-3	8,78	1,036	1,058	L3	22,12	14,29	14,57				
ZAL4-2	6,45	0,558	0,570								
ZAL4-1	1,37	1,628	1,633								
Approvisionnement en eau de Lingu ère			0,167								
Approvisionnement en eau de la ferme piscicole de Lingu ère			0,000								
ZAL5-1	38,7	4,897	5,116	L4	11,77	12,35	12,49				
ZPL4-1*	25,97	1,040 (0,057)	1,107 (0,073)	L5	42,3	6,85	7,23				
Approvisionnement en eau de Barkedji			0,047								
ZAL6-2	10,97	1,28	1,309	L6	12,3	6,63	6,73				
ZAL6-3	11,37	1,60	1,634								
ZAL6-5	16,77	1,92	1,976								
ZAL6-6	23,41	1,60	1,673								
ZAL6-4	5,12	3,649	3,674								
ZAL6-1	1,41	6,617	6,626								

Remarques: * Les donn ées entre parenth èses sont les donn ées utilis ées lors du calcul du débit de conception. Étant donn é que l'eau d'irrigation des p âturages ne participe pas au calcul du débit de conception, apr ès avoir examin é l'eau d'irrigation des p âturages et l'eau du b étail, le débit de conception de ZPL2-1 est de 0,388 m³/s, le débit de conception de ZPL3-1 est de 0,765 m³/s et le débit de conception de ZPL4-1 est 1,107m³/s.

Tableau 6.5-5 Tableau de calcul du débit de conception des canaux en aval de la station de pompage PL2

Num éro de canal secondaire	Longueur du canal secondaire (km)	D ébit net du canal secondaire (m ³ /s)	D ébit brut du canal secondaire (m ³ /s)	Num éro de canal principal	Longueur du canal principal (km)	D ébit net du canal principal (m ³ /s)	D ébit brut du canal principal (m ³ /s)	Num éro de tuyau	Longueur du tuyau (km)	D ébit net du tuyau (m ³ /s)	D ébit brut du tuyau (m ³ /s)
								G2	4,02	7,75	7,75
ZAL1-4	9,26	1,738	1,77	M	27,66	2,868	3,03				
ZAL1-5	22,81	1,775	1,85								
ZAL1-2	4,05	0,695	0,70								
ZAL1-3	6,04	3,62	3,65								
ZAL1-1	1,79	4,36	4,37								
Approvisionnement en eau de Dahra			0,36								

6.6 Analyse de la quantit é d'eau et niveau d'eau caract éristique

6.6.1 Analyse de la quantit é d'eau

Le ruissellement à la station de Bakel est fortement affect é par le rejet d'eau du barrage de Manantali. Selon les donn ées mesur ées, le ruissellement à la station de Bakel est moindre de décembre à juin de l'ann ée suivante. Par cons équent, les statistiques du ruissellement de la Station de Bakel pendant la p ériode d éfavorable de 2003 à 2016 de décembre à juin de l'ann ée suivante montrent que les ann ées typiques avec un taux de garantie de 75% sont 2004, 2006 et 2008. Au cours de ces ann ées typiques, le ruissellement mensuel minimum à la station de Bakel é tait de 270 à 380 millions de m³. Le nombre actuel de forages dans la zone de r éception d'eau est faible, et le volume d'eau souterraine existant n'est pas pris en compte, et l'adduction d'eau du fleuve S é n égal est envisag ée. La demande mensuelle maximale en eau de ce projet est d'environ 62 millions de m³, soit moins du quart du d ébit mensuel minimum de ruissellement au cours d'une ann ée typique du taux de garantie de 75% à la station de Bakel, le cours d'eau du fleuve S é n égal pr ès de l' écluse Richard Toll peut r épondre aux exigences de d érivation de l'eau.

À l'heure actuelle, il existe des donn ées de ruissellement journali ères (ou mensuelles) à la station de Bakel et au barrage de Diama pendant de nombreuses ann ées, mais la consommation d'eau actuelle et les donn ées de planification pour le tron çon allant de Bakel à la prise d'eau du projet, et la consommation d'eau et les informations de planification du lac de Guiers n'ont pas é t é recueillies. L' é tait actuel et la planification de la consommation d'eau dans la r é gion sont é galeme nt inconnus. L' é tait suivante consiste à collecter des donn ées et à analyser et calculer plus en profondeur.

6.6.2 Niveau d'eau caract éristique

6.6.2.1 Niveau d'eau caract éristique du lac de Guiers

Selon les r ègles de r épartition du barrage de Diama, le niveau d'eau du barrage est essentiellement maintenu à 1,5 ~ 2,5 m sur le barrage. Par cons équent, le niveau d'eau le plus bas du lac de Guiers est de 1,5 m. Le lac de Guiers est situ é dans l' amont du barrage et le niveau de l'eau n'est pas inf érieur au niveau de l'eau au-dessus du barrage. Par cons équent, on prend le niveau d'eau le plus bas du lac de Guiers de 1,5 m cette fois.

Selon les donn ées mesur ées, le niveau d'eau le plus é lev é du lac de Guiers est de 2,93 m et le niveau d'eau le plus é lev é à l'ext érieur de l' écluse Richard Toll est de 3,03 m. Selon les r é sultats d' é tudes pertinents et les conclusions fournies par la ma ître d'ouvrage, le niveau d'eau le plus é lev é du lac de Guiers sera port é à 3,0 m à l'avenir, et des mesures telles que le rehaussement et le renforcement de la digue du lac seront adopt ées dans ce projet pour faire face à la é levation future du niveau d'eau du lac. Par cons équent, cette fois, on prend le niveau

d'eau le plus élevé du lac de Guiers de 3,0 m.

6.6.2.2 Niveau d'eau de la station de pompage avec différents taux de garantie

(1) Conditions de calcul

Il y a une écluse KMS au bout du lac de Guiers, qui est à environ 70 km du point de prise d'eau de la station de pompage PL1 et à 60 km du point de prise d'eau de la station de pompage PL2. Cette section du fleuve est le cours d'origine du Ferlo. Il est prévu de draguer et l'élévation du fond du fleuve après le dragage est -2m, la largeur du fond du fleuve est de 15m, et la pente est de 1: 5.

Selon les données journalières sur le niveau d'eau de la station Ngnith, le niveau d'eau avec un taux de garantie de 95% est de 1,74 m et le niveau d'eau le plus élevé est de 2,93 m; le niveau d'eau le plus bas du lac de Guiers est de 1,5 m et le niveau d'eau le plus élevé est de 3m. Cette fois, le taux de garantie de la station Ngnith est de 95%, le niveau d'eau est de 1,74 m, le niveau d'eau le plus bas du lac est de 1,5 m et le niveau d'eau le plus élevé du lac est de 3,0 m pour calculer le niveau d'eau de la prise d'eau de la station de pompage.

(2) Modèle et paramètre de calcul

Le modèle MIKE11 de DHI est utilisé pour calculer la ligne de surface de l'eau. La gamme de modèles va de l'écluse KMS à la station de pompage PL1. La limite amont du modèle adopte la condition aux limites de niveau d'eau correspondante, et la position aval correspondante adopte les conditions aux limites d'écoulement des stations de pompage PL2 et PL1. La section transversale adopte la section transversale conçue et la valeur de rugosité est de 0,025.

(3) Résultats des calculs

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau 6.6-1.

Tableau 6.6-1 Résultats des calculs

Conditions de calcul	Niveau d'eau de limite amont (m)	Débit aval (m ³ /s)	Niveau d'eau au point de prise d'eau de PL2 (m)	Niveau d'eau au point de prise d'eau de PL1 (m)
Condition de travail 1: Condition de travail du niveau d'eau de taux de garantie de 95%	1,74	16,06+ 7,75	1,347	1,307
Condition de travail 2: Condition de travail de niveau d'eau le plus élevé	3,00	16,06+ 7,75	2,913	2,906
Condition de travail 3: Condition de travail au niveau d'eau le plus bas	1,50	16,06+ 7,75	0,901	0,827

6.6.3 Dimension du canal de la Taouey

La capacité actuelle de passage de l'eau du canal de la Taouey est d'environ 100 m³/s, et le débit prévu de l'écluse Richard Toll est de 120 m³/s. Compte tenu de l'adéquation de la

capacité de passage de l'eau du canal avec la capacité de passage de l'eau de l'écluse, le canal de la Taouey doit être agrandi. Après l'expansion, la capacité de passage de l'eau du canal sera de $120 \text{ m}^3/\text{s}$, et le projet d'expansion du canal sera inclus dans le contenu de construction de ce projet.

6.6.4 Dimension de l'écluse KMS

Les travaux de KMS existant se composent d'un barrage et de deux ouvrages construits sur le barrage.

Le premier ouvrage a été construit en 1956 et se composait de trois ponceaux circulaires d'un diamètre de 2,15 m et d'un débit prévu de $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Deux restaurations ont été réalisées en 1991 et 2015.

Le deuxième ouvrage a été construit en 1991 pour augmenter le volume d'eau dans la zone de Bas Ferlo. Il se compose d'un ponceau rectangulaire avec 8 trous, avec un seul trou $H = 3,80 \text{ m}$, $L = 1,43 \text{ m}$ et un débit nominal de $30 \text{ m}^3/\text{s}$. Il a été restauré en 2005.

Il y a une certaine demande d'eau le long du Ferlo en amont de l'écluse KMS, qui pourrait augmenter à l'avenir; et le marigot Ferlo sera utilisé comme canal de transfert d'eau pour ce projet, et la station de pompage passera également par l'écluse KMS, et se jette dans le marigot Ferlo. Il y aura une nouvelle augmentation de la demande en eau à l'avenir. L'échelle de l'écluse KMS existante est difficile pour répondre aux besoins futurs. Dans ce plan, l'écluse KMS sera reconstruite. L'échelle de la reconstruction est basée sur la future demande de dérivation et sur la suggestion d'ouvrage. Prenons temporairement le même débit d'adduction que Richard Toll, c'est-à-dire que le débit de conception est de $120 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.6.5 Dimension de l'écluse Keur-Idy et de l'écluse Syer

Selon le plan, le niveau d'eau le plus élevé du lac de Guiers sera porté à $3,0 \text{ m}$ à l'avenir.

La principale fonction de l'écluse Keur-Idy existante sur le côté ouest de la zone du lac est de détourner l'eau vers la zone humide de Ndiak sur le côté ouest du lac de Guiers. Après l'élévation du niveau d'eau le plus élevé du lac, l'écluse n'a pas pu répondre aux exigences de sécurité et de dérivation. Selon la suggestion d'ouvrage, l'écluse sera reconstruite à une dimension de $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

De plus, afin de détourner l'eau de la zone du lac, une nouvelle écluse de ponceau Syer devrait être construite du côté est de la zone du lac, à une dimension de $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

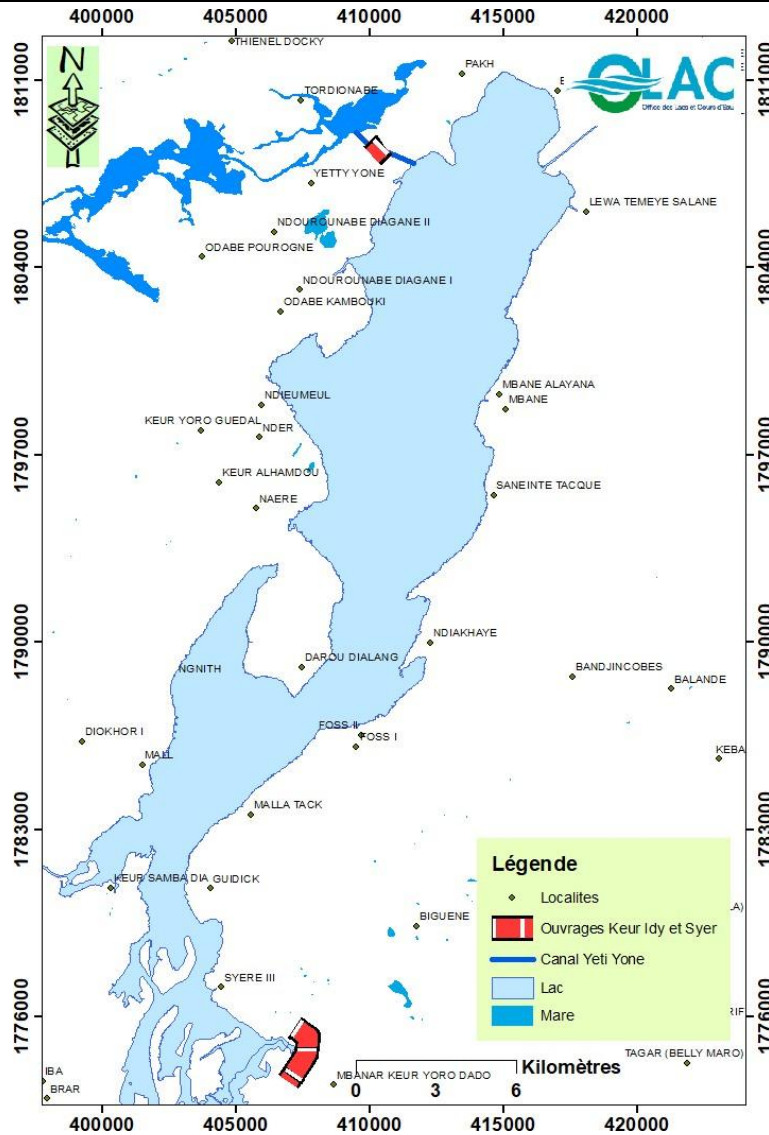


Figure 6.6-1 Emplacement des écluses de ponceaux Keur-Idy et Syer proposés

6.7 Échelle du projet

Le périmètre de service du projet PREFERLO comprend 6 zones d'irrigation agricole ZAL1, ZAL2, ZAL3, ZAL4, ZAL5, ZAL6 et 4 pâturages en ZPL1, ZPL2, ZPL3 et ZPL4. Parmi eux, la zone d'irrigation agricole a une superficie irriguée nette de 24 348 ha, y compris le région Ouest I, qui a une superficie irriguée nette de 16 251 ha, le région Ouest II a une superficie irriguée nette de 8 097 ha; la superficie irriguée nette de pâturages est de 8844 ha, y compris la superficie irriguée nette de pâturages dans l'Ouest I est de 4318 ha, et la superficie nette irriguée de pâturages dans l'Ouest II est de 4526 ha. En outre, il comprend également la consommation d'eau par les résidents urbains et ruraux et le bétail dans 6 zones de Mboula, YangYang, Mbeuleukhe, Linguère, Barkedji et Dahra. Le contenu et l'échelle globaux de la construction (Figure 6.7-1) sont les suivants:

Élargir le canal Taouey pour un débit de conception de 120 m³/s; surélever et renforcer la digue du lac de Guiers de long 30,9 km à 4,0 m; construire l'écluse KMS avec un débit de conception de 120 m³/s; draguer le marigot de Bas-Ferlo d'un linéaire de 70 km (de KMS à

Mboula); construire 2 stations de pompage près de Mboula, dont le débit de conception de la station de pompage PL1 est de 16,06 m³/s; le débit de conception de la station de pompage PL2 est de 7,75 m³/s, et l'eau est pompée vers les têtes des canaux principaux L et M dans la zone d'ouest I et la zone d'ouest II. Construire une centrale photovoltaïque-générateurs diesels avec stockage d'énergie pour alimenter les stations de pompage. La zone d'ouest I se compose d'un canal principal L d'une longueur d'environ 108,25 km et de 17 canaux secondaires d'une longueur totale d'environ 194,24 km, qui transportent l'eau vers 5 parcelles agricoles dont ZAL2, ZAL3, ZAL4, ZAL5, ZAL6 et 3 pâturages pour le bétail, y compris ZPL2, ZPL3 et ZPL4. Dans le même temps, un réservoir est installé sur le canal principal L pour fournir de l'eau aux habitants de Mboula, YangYang, Mbeuleukhe, Linguère, Barkedji et à l'élevage de bétail de la région. Dans la zone d'ouest II, le canal principal M d'une longueur d'environ 41,12 km et des canaux secondaires d'une longueur totale d'environ 48,02 km sont utilisés pour transporter l'eau vers la parcelle agricole ZAL1 et la parcelle d'élevage et de pâturage ZPL1. Parallèlement, un réservoir est installé sur le canal principal M pour la vie des habitants et l'élevage du bétail de Dahra. De plus, afin d'obtenir l'effet de démonstration et de favoriser le développement de la zone du projet, une zone de démonstration agricole de 50 ha sera mise en place dans la zone d'ouest I, et deux zones agricoles de démonstration d'une superficie de 100 ha chacune seront installées dans la zone d'ouest II. Et une ferme piscicole de démonstration de 0,5 ha sera construite. Le projet mettra en œuvre un bâtiment de service et 10 embarcadères le long du lac de Guiers, du marigot du Ferlo dragué et du canal principal M.



Figure 6.7-1 Plan d'aménagement du projet

7 Aménagement du projet et ouvrages

7.1 Documents de référence de la conception

Ce projet est conçu selon les dernières spécifications chinoises et sur les bases suivantes :

- (1) « Classification des ouvrages hydrauliques et hydro électriques et standard d'inondations » (SL252-2017)
- (2) « Règlement pour la rédaction des études de faisabilité des projets d'ouvrage hydraulique et hydro électrique » (SL618-2013)
- (3) « Carte de zonage des paramètres du séisme en Chine » (GB18306-2015)
- (4) « Lignes directrices de conception pour les projets de transfert d'eau » (SL430-2008)
- (5) « Code de calcul des crues pour la conception de l'ouvrage hydraulique et hydro électrique » (SL44-2006)
- (6) « Norme de conception anti-sismique des ouvrages hydrauliques » (GB51247-2018)
- (7) « Code de conception de l'alimentation en eau extérieure » (GB50013-2018)
- (8) « Standard de protection contre les inondations » (GB50201-2014)
- (9) « Dispositions obligatoires de la norme de construction des projets hydrauliques » (version de l'année 2020)
- (10) « Code de conception pour la structure de canalisation de l'ouvrage d'alimentation en eau et de drainage » (GB50332-2002)
- (11) « Norme sanitaire de l'eau potable » (GB5749-2006)
- (12) « Spécification technique pour les projets de canalisation (canal) de longue distance d'approvisionnement en eau urbaine » (CECS193-2005)
- (13) « Lignes directrices techniques pour les tuyaux en fonte sphéroïdale dans l'ouvrage hydraulique et hydro électrique » (TCWHIDA 0002-2018)
- (14) « Code de conception des écluses » (SL265-2016)
- (15) « Spécification technique pour l'ouvrage de dragage et de remplissage » (SL17-2014)
- (16) « Code de conception de l'ouvrage de digue » (GB 50286-2013)
- (17) « Code de conception structurelle des constructions de l'ouvrage d'alimentation en eau et

de drainage »(GBJ50069-2002)

(18) « Code de conception d'une durée de vie et d'une durabilité raisonnables de l'ouvrage hydraulique et hydro électrique »(SL654-2014)

(19) « Spécification de conception pour la structure de canalisation des tuyaux en fonte enterrés de l'ouvrage d'alimentation en eau et de drainage »(CECS 142-2002)

(20) « Code de conception de l'ouvrage d'irrigation et de drainage »(GB50288-2018)

(22) « Code de conception d'une durée de vie et d'une durabilité raisonnables de l'ouvrage hydraulique et hydro électrique »(SL654-2014)

(23) Autres réglementations et normes chinoises pertinentes.

7.2 Grade des ouvrages et standard

7.2.1 Grade des ouvrages et niveaux des constructions

L'objectif principal du projet PREFERLO est de transférer vers la vallée du Ferlo, les abondantes ressources en eau de surface du fleuve Sénégal et de son voisin le lac de Guiers, de manière à développer la région du Ferlo, de développer l'agriculture irriguée et l'élevage, et d'améliorer l'écosystème de la région. La superficie agricole irriguée de la zone du projet est d'environ 24348 hectares, et la superficie irriguée des pâturages pour le bétail est d'environ 8844 ha. Le débit de dérivation total du projet est de 23,81 m³/s, dont le débit de conception de la station de pompage PL1 dans l'Ouest I est de 16,01 m³/s, et celui de la station de pompage PL2 dans l'Ouest II est de 7,75 m³/s. Conformément à la « Classification des ouvrages hydrauliques et hydro électriques et standard d'inondation »(SL252-2017), ce projet est déterminé comme grand type (2) de Classe II selon la superficie d'irrigation du projet. Les principaux ouvrages hydrauliques tels que les écluses de KMS, de Keur-Idy et de Syer au bord du lac Guiers sont de Grade 2 et les ouvrages hydrauliques secondaires sont de Grade 3.

Selon la «Spécification de conception des stations de pompage »(GB50265-2010), la classification des stations de pompage d'irrigation et de drainage est déterminé en fonction du débit de conception et de la capacité installée : la station de pompage PL1 a un débit de conception de 16,06 m³/s et une capacité installée de 12,6 MW ; son échelle étant grande (2), les ouvrages permanents principaux sont de Grade 2, et secondaires de Grade 3. La station de pompage PL2 a un débit nominal de 7,75 m³/s et une capacité installée de 5,4 MW ; son échelle étant moyenne, les ouvrages permanents principaux sont de Grade 3, et secondaires de Grade 4.

Selon la «Classification des ouvrages hydrauliques et hydro électriques et standard d'inondations »(SL252-2017) et le «Code de conception de l'ouvrage d'irrigation et de drainage »(GB50288-2018), la grade des constructions hydrauliques permanentes des canaux et du réseau de distribution dans l'ouvrage de la zone d'irrigation doit être déterminée en

fonction du débit d'irrigation conçu; la grade des ouvrages permanents des stations de pompage doit être déterminée en fonction du débit conçu et de la capacité installée.

(1) Les débits conçus pour les canaux principaux de L1 à L6 et les canaux secondaires de ZAL5-1 et ZAL6-1 dans l'Ouest I sont compris entre 5,116 m³/s et 16,01 m³/s, les constructions du réseau de canaux telles que les canaux, les réservoirs et les écluses correspondants sont de Grade 4; le débit conçu pour les autres canaux secondaires est inférieur à 5 m³/s, les constructions du réseau de canaux telles que les canaux, les réservoirs et les écluses correspondants sont de Grade 5.

(2) Les débits conçus pour le canal principal et les canaux secondaires dans l'Ouest II sont tous inférieurs à 5 m³/s, les constructions du réseau de canaux telles que les canaux, les réservoirs et les écluses correspondants sont de Grade 5.

(3) Le débit conçu d'une station de pompage de suralimentation dans la zone d'irrigation est de 3,674 m³/s, la capacité installée est de 2 MW. Selon l'indicateur du débit de conception et avec une capacité installée supérieure à 1 MW et inférieure à 10 MW, le grade des ouvrages correspondants est 3.

7.2.2 Standard d'inondation

Selon la « Classification des ouvrages hydrauliques et hydroélectriques et standard d'inondation » (SL252-2017), le standard d'inondation de conception est d'une fois par 50 ans et le standard de vérification est d'une fois par 200 ans pour les ouvrages de l'écluse KMS, de l'écluse Keur-Idy, de l'écluse Syer et du dragage du canal Ferlo. La station de pompage PL1 à une Grade de l'ouvrage de 2, le standard d'inondation de conception est d'une fois par 50 ans et celui de vérification d'une fois par 200 ans. La station de pompage PL2 a une Grade d'ouvrage de 3, le standard d'inondation de conception est d'une fois par 30 ans et celui de vérification de 100 ans.

Selon la « Classification des ouvrages hydrauliques et hydroélectriques et standard d'inondation » (SL252-2017), le standard d'inondation destiné aux ouvrages principaux des zones irriguées est le suivant :

(1) Le standard d'inondation de conception est d'une fois par 20 ans pour les canaux et les ouvrages traversant le fleuve de Grade 4, une fois par 10 ans pour les canaux et les ouvrages traversant le fleuve de Grade 5, et une fois par 50 ans pour les ouvrages du réseau de canaux de Grade 4, et une fois par 30 ans pour les ouvrages du réseau de canaux de Grade 5.

(2) Le standard d'inondation de conception de la station de pompage ZAL6-4 est d'une fois par 30 ans et une fois par 100 ans pour le standard de vérification. Le standard de protection contre les inondations pour les ouvrages principaux est indiqué dans le Tableau 7.2-1.

Tableau 7.2-1 Classification et Standard de protection contre les inondations des ouvrages principaux de l'ouvrage dans les zones irriguées

Nom des zones irriguées	Nom des canaux		Grade des ouvrages	Standard de protection contre inondations (ans)	
				Conception	Vérification
Zone ouest I	Réseau de canaux	Canaux principaux de L1 à L6, canaux secondaires ZAL5-1 et ZAL6-1	4	20	50
		Autres canaux secondaires	5	10	30
	Réservoir	Réservoirs de RL1 à RL4	4	20	50
	Siphon inverse	Siphon inverse ZPL4-1	5	10	30
		Siphon inverse ZAL6-4	5	10	30
Station de pompage	Station de pompage de suralimentation ZAL6-4	3	30	100	
Zone ouest II	Réseau de canaux	Canal principal M et canaux secondaires	5	10	30
	Réservoir	Réservoir RL5	5	10	30
	Siphon inverse	Siphon inverse ZAL1-1	5	10	30

7.2.3 Intensité de précaution sismique

Selon la carte mondiale des risques de tremblement de terre publiée par OCHA, l'intensité sismique de base du projet est déterminée au degré VI.

7.2.4 Durée de vie raisonnable des ouvrages

Selon le « Code de conception d'une durée de vie et d'une durabilité raisonnables de l'ouvrage hydraulique et hydroélectrique » (SL654-2014), la durée de vie raisonnable des écluses, des stations de pompage et des digues de ce projet est conçue à 50 ans, celle des ouvrages du réseau de canaux de Grade 3 est conçue à 50 ans, et celle des canaux principaux, des canaux secondaires et des ouvrages du réseau de canaux de Grade 4 à 5 est conçue à 30 ans.

7.2.5 Critères de contrôle principaux de la conception

7.2.5.1 Franc-bord

(1) Franc-bord de canal

Selon le « Code de conception de l'ouvrage d'irrigation et de drainage » (GB50288-2018), le franc-bord du canal à ciel ouvert est calculé selon la formule suivante :

$$F_b = \frac{1}{4} h_b + 0.2$$

Avec :

Fb = franc-bord du canal à ciel ouvert (en m) ;

hb = hauteur d'eau lorsque le canal passe avec un débit augmenté (en m).

(2) Franc-bord d'écluse

Selon le « Code de conception les écluses » (SL265-2016), les limites inférieures du franc-bord d'écluse sont décrites dans le Tableau 7.2-2.

Tableau 7.2-2 Limites inférieures du franc-bord de sécurité des écluses (en m)

Cas applicables		Grade d'écluse	
		3	4/5
À la retenue de l'eau	Niveau d'eau de réserve normal	0,4	0,3
	Niveau d'eau de rétention maximum	0,3	0,2
À la décharge de l'eau	Niveau d'inondation de conception	0,7	0,5
	Niveau d'inondation de vérification	0,5	0,4

7.2.5.2 Débits non-érosion et non-envasement de canal

Le débit non-envasement du canal n'est pas inférieur à 0,35 m/s et le débit non-érosion n'est pas supérieur à 5 m/s.

7.3 Aménagement général du projet

7.3.1 Aménagement général du projet

Le projet PREFERLO comprend principalement les ouvrages de connexion du réseau d'eau du lac Guiers et les ouvrages d'approvisionnement en eau d'irrigation dans la région Ouest (divisée en Ouest I et Ouest II). L'aménagement général du projet consiste surtout à élargir le canal Taouey existant entre l'aval du fleuve Sénégal et le nord du lac de Guiers au nord-ouest du pays pour assurer un écoulement substantiel de l'eau et alimenter le lac de Guiers, à draguer le marigot de Bas Ferlo d'un linéaire d'environ 70 km de l'écluse du KMS au sud du lac de Guiers jusqu'à Mboula et transporter l'eau du lac de Guiers vers la région de Mboulamarigot Ferlo, à réaliser deux stations de pompage PL1 et PL2 au amont du Ferlo dragué et construire un système de production photovoltaïque-diesel avec stockage d'énergie pour alimenter les stations, à construire un réseau de canaux d'irrigation L près de la station de pompage PL1 pour conduire l'eau vers l'Ouest I et à construire un réseau de canaux d'irrigation M près de la station de pompage PL2 pour conduire l'eau vers l'Ouest II.

Dans l'Ouest I, sont à construire un canal principal L d'un linéaire d'environ 108,25 km et 17 canaux secondaires d'un linéaire d'environ 194,24 km sujets au L, qui transporteront l'eau vers les cinq zones agricoles ZAL2, ZAL3, ZAL4, ZAL5, ZAL6 et les trois zones pastorales ZPL2, ZPL3, ZPL4; quatre réservoirs sont à réaliser à la fois sur le canal principal L pour satisfaire les besoins en eau des habitants et de l'élevage des cinq localités Mboula, YangYang, Mbeuleukhe, Linguère et Barkedji dans la zone.

Dans l'Ouest II, un canal principal M d'un linéaire d'environ 41,12 km et des canaux secondaires d'un linéaire d'environ 48,02 km sujets transporteront l'eau vers la zone agricole ZAL1 et la zone pastorale ZPL1; 1 réservoirs sont à réaliser à la fois sur le canal principal M pour satisfaire les besoins en eau des habitants et de l'élevage de Dahra.

La mise en œuvre de ce projet comprend également la construction de 10 nouveaux embarcadères sur le lac de Guiers, le lit de Bas-Ferlo et le canal principal M, la mise en place d'une ferme agricole de démonstration d'une superficie de 50ha dans l'Ouest I, la mise en place d'une ferme piscicole de démonstration dans l'Ouest II, et la construction de deux fermes intégrées d'une superficie de 100 ha chacune à Kamb et Thiamène sur le canal principal M. L'aménagement général du projet est illustrée dans la Figure 7.3-1 et la Figure 7.3-2.

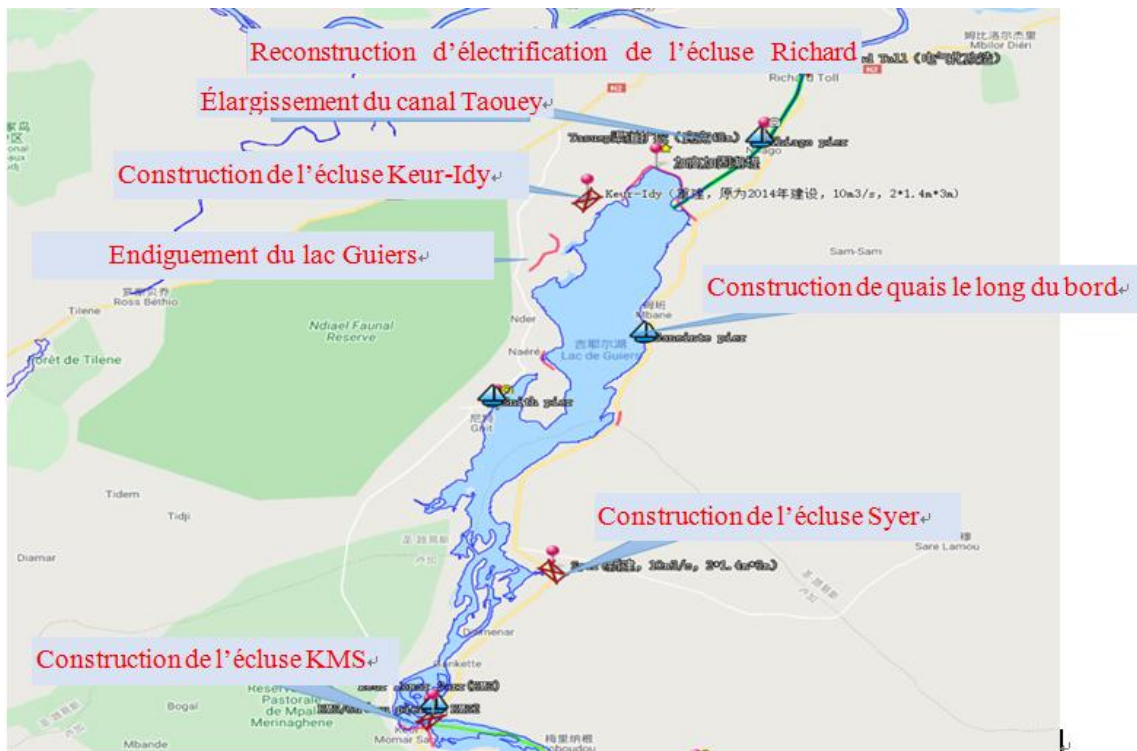


Figure 7.3-1 Aménagement des ouvrages de connexion du réseau d'eau du lac de Guiers



Figure7.3-2 Aménagement des ouvrages d’approvisionnement en eau d’irrigation dans les zones Ouest

7.3.2 Disposition du réseau de canaux

Ce projet comporte deux zones d’irrigation: l’Ouest I et l’Ouest II. Un canal principal L s’installe dans l’Ouest I et un canal principal M s’installe dans l’Ouest II, soit deux canaux principaux au total avec un linéaire total de 149,38 km. 17 canaux secondaires s’installent dans l’Ouest I et 3 dans l’Ouest II, soit un total de 20, avec un linéaire total de 242,26 km. Le réseau contient totalement 22 canaux et représentent un linéaire de 391,63 km.

Les zones d’irrigation disposent de 273 ouvrages, dont 5 réservoirs, 46 écluses, 3 siphons inverses, 1 station de pompage, 118 ponceaux de ruisseaux de montagne et 100 ponts et ponceaux.

Le plan d’aménagement du système de réseau des canaux de l’Ouest I et Ouest II est illustré dans la Figure7.3-3 et Figure 7.3-4.

(1) Disposition de la zone irriguée Ouest I

Canal principal L: La ligne du canal part du réservoir RL1 en sortie de la station de pompage PL1, et s’étend du nord-est au sud-ouest, quasiment en parallèle avec des courbes de niveau, d’un linéaire total de 108,25 km.

Canaux secondaires: Compte tenu des conditions topographiques et de l’étendue de différentes parcelles d’irrigation, un total de 7 emplacements de dérivation d’eau sont aménagés le long

du canal principal L pour répartir l'eau vers chaque canal secondaire. Le linéaire total des canaux secondaires est de 194,24 km, avec la disposition détaillée suivante :

1) Réservoir RL1

Un canal secondaire ZPL2-1 est aménagé au réservoir RL1. La ligne du canal part du réservoir RL1 et s'étend du sud-ouest au nord-est obliquement aux courbes de niveau jusqu'au pieu 1+906,646, puis elle est disposée parallèlement aux courbes de niveau du nord-ouest au sud-est, avec un linéaire total de 10,38 km.

2) Réservoir RL2

Quatre canaux secondaires sont aménagés au réservoir RL2: ZAL2-1, ZAL2-2, ZAL2-3 et ZAL3-1. La ligne du canal ZAL2-1 part du réservoir RL2 et est disposée vers l'est perpendiculairement aux courbes de niveau, avec un linéaire de 3,36 km ; au bout, elle repart l'eau vers les canaux secondaires ZAL2-2, ZAL2-3 et ZAL3-1 : le canal ZAL2-2 d'un linéaire de 2,98 km est disposé vers l'est perpendiculairement aux courbes de niveau, le canal ZAL2-3 d'un linéaire de 2,47 km est disposé du sud-est au nord-ouest parallèlement aux courbes de niveau, et le canal ZAL3-1 d'un linéaire de 8,94 km est disposé vers le nord en parallèle avec les courbes de niveau jusqu'au pieu N° K4+494.21, puis s'étend vers le sud-est.

3) Point de répartition d'eau FL0

Le point de répartition d'eau FL0 dispose d'un canal secondaire ZPL3-1 qui part du point FL0 et s'étend du sud-ouest au nord-est quasiment perpendiculairement aux courbes de niveau, puis se prolonge du nord-ouest au sud-est quasiment en parallèle avec les courbes de niveau, avec un linéaire total de 12,57 km.

4) Réservoir RL3

Trois canaux secondaires sont aménagés au réservoir RL3: ZAL4-1, ZAL4-2 et ZAL4-3. Le canal ZAL4-1 part du réservoir RL3 et est disposé vers l'est quasiment perpendiculairement aux courbes de niveau, avec un linéaire de 1,37 km; près du pieu N°K1+370 au bout, il repart l'eau vers les canaux secondaires ZAL4-2 et ZAL4-3: le canal ZAL4-2 d'un linéaire de 6,45 km est disposé du nord-ouest au sud-est parallèlement aux courbes de niveau, et le canal ZAL4-3 d'un linéaire de 8,78 km est disposé du sud-est au nord-ouest suivant les courbes de niveau.

5) Point de répartition d'eau FL1

Le point de répartition d'eau FL1 dispose d'un canal secondaire ZAL5-1 qui part du point FL1 et s'étend du sud-ouest au nord-est quasiment perpendiculairement aux courbes de niveau jusqu'à près du pieu N°K2+462, puis se prolonge du nord-ouest au sud-est quasiment en parallèle avec les courbes de niveau, avec un linéaire total de 38,70 km.

6) R éservoir RL4

Un canal secondaire ZPL4-1 d'un linéaire de 25,97 km est disposé au réservoir RL4, et part de ce dernier, du sud-ouest au nord-est perpendiculairement aux courbes de niveau, traverse les dépressions sous forme du siphon inverse qui mesure de 6 km de long, puis près du pieu N°K7+176, se prolonge du sud-est au nord-ouest quasiment en parallèle avec les courbes de niveau.

7) Point de répartition d'eau FL2

Le point de répartition d'eau FL2 dispose de six canaux secondaires qui sont respectivement ZAL6-1, ZAL6-2, ZAL6-3, ZAL6-4, ZAL6-5 et ZAL6-6. Le canal secondaire ZAL6-1 d'un linéaire de 1,41 km part du point FL2 et s'étend vers le nord quasiment perpendiculairement aux courbes de niveau. À son bout, il répartit l'eau vers les canaux secondaires ZAL6-2, ZAL6-3 et ZAL6-4. Le canal ZAL6-2 est disposé du sud-est au nord-ouest en parallèle avec les courbes de niveau, avec un linéaire de 10,97 km. Le canal ZAL6-3 s'étend du nord-ouest au sud-est en parallèle avec les courbes de niveau, avec un linéaire de 11,37 km. Le canal ZAL6-4 est disposé vers le nord-est quasiment perpendiculairement aux courbes de niveau en traversant les dépressions sous forme du siphon inverse qui mesure de 5,12 km de long ; Une station de pompe de suralimentation est mise en place au pieux No.5+120.14, avec tuyau en fonte ductile mesuré 3,22km qui pompe de l'eau à la cote 44 m. Le canal ZAL6-4 mesure 8,34 km au total, et à son bout, il repart l'eau vers les canaux secondaires ZAL6-5 et ZAL6-6: le canal ZAL6-5 est disposé suivant la limite du nord de la superficie irriguée de ZAL6-5 et avec un linéaire de 16,77 km ; le canal ZAL6-6 d'un linéaire de 23,41 km est disposé du nord-ouest au sud-est parallèlement aux courbes de niveau, puis du nord-est au sud-ouest parallèlement aux courbes de niveau après avoir traversées les dépressions.

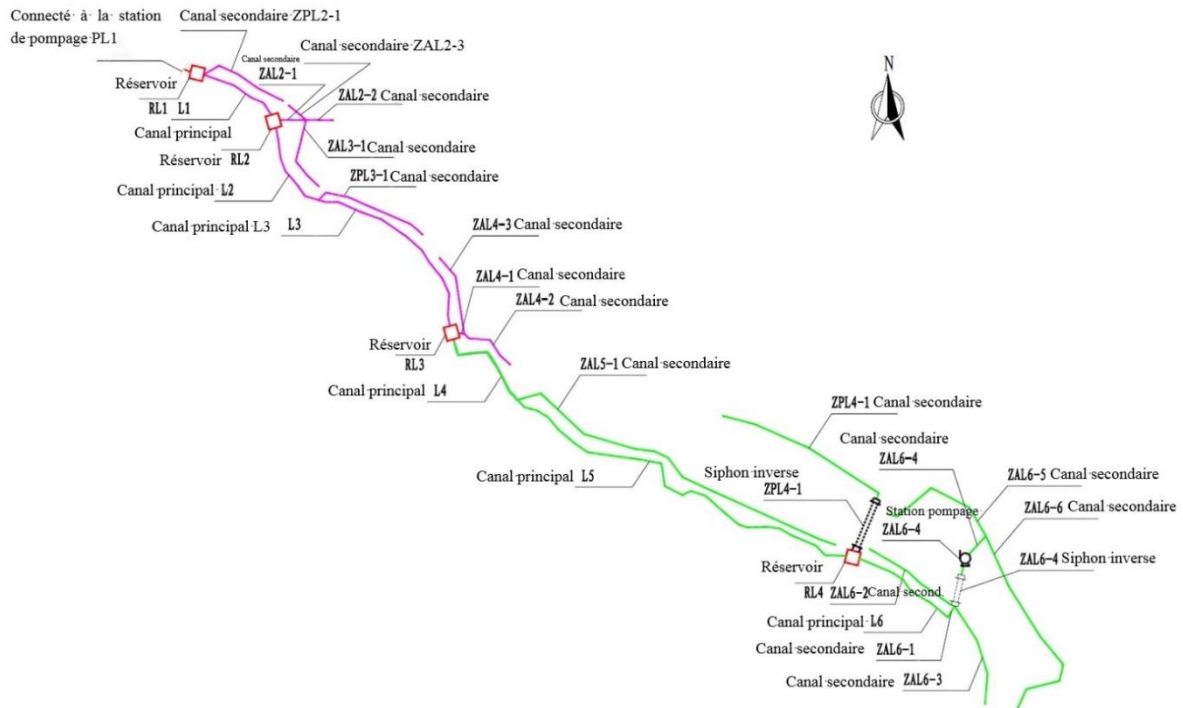


Figure 7.3-3 Plan d'aménagement des canaux principaux et secondaires de l'ouest I
(les tracés en rose sont dans le cadre de la phase I)

(2) Disposition de la zone irriguée Ouest II

Canal principal M: la ligne de canal part du bassin de sortie de la station de pompage PL2 et est disposé du nord-ouest au sud-est suivant les courbes de niveau, avec un linéaire de 41,12 km.

Canaux secondaires: trois canaux secondaires d'un linéaire total de 48,02 km sont à implanter: ZAL1-1, ZAL1-2 et ZAL1-3. Le canal ZAL1-1 d'un linéaire de 36,91 km prend le bassin de sortie de la station de pompage PL2 comme point de départ et se prolonge vers l'ouest quasi-perpendiculairement aux courbes de niveau jusqu'au pieu N° K8+317 où le canal traverse la dépression sous forme de siphon inverse jusqu'au voisinage du pieu N°K12+705, puis s'étend du nord-ouest au sud-est. Le canal ZAL1-1 repart l'eau vers les canaux ZAL1-2 et ZAL1-3 respectivement au pieu K8+317 et au pieu K12+705: le canal ZAL1-2 est implanté vers le nord quasi-perpendiculairement aux courbes de niveau avec un linéaire de 4,40 km; le canal ZAL1-3 d'un linéaire de 6,71 km est implanté du sud-est au nord-ouest parallèlement aux courbes de niveau jusqu'au pieu N° K6+713 où il traverse la dépression par un siphon inverse.

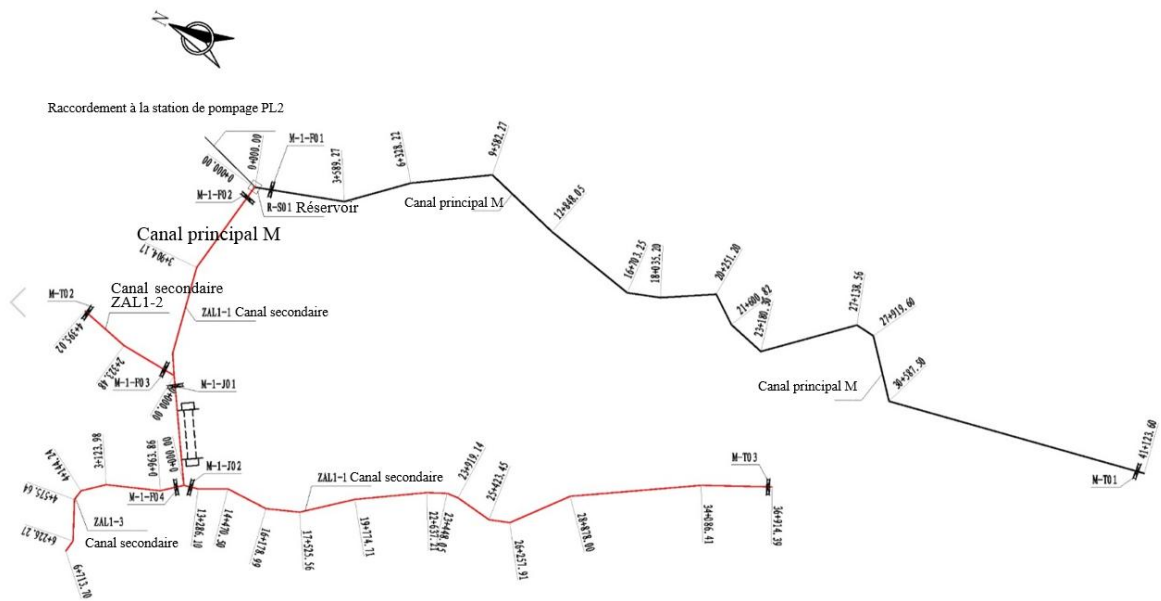


Figure 7.3-4 Plan d'aménagement des canaux principaux et secondaires de l'ouest II
(les tracés en noir représentent le canal principal et ceux en rouge indiquent les canaux secondaires)

Les statistiques du réseau de canaux et des ouvrages du réseau sont présentées dans le Tableau 7.3-1.

Tableau 7.3-1 Tableau des statistiques du r éseau de canaux et des ouvrages du r éseau

N °	Nom du r éseau de canaux	Longueur des canaux (en km)	Longueur des canaux à ciel ouvert (en km)	Longueur des tuyaux en fonte sph éro ìale des stations de pompage (en km)	Nb des r éservoirs	Nb des écluses	Nb des siphons inverses	Longueur des siphons inverses (en m)	Nb des ponceaux de ruisseaux montagne	Nb des stations de pompage	Nb des ponts et ponceaux	
1.1	Canal principal L	108,25	108,25	0	4	6	0	0	23	0	\	
1.2	Canal principal M	41,12	41,12	0	1	2	0	0	5	0		
2.1	Canaux secondaires L	ZPL2-1	10,38	10,38	0	2	0	0	6	0		
2.2		ZAL2-1	3,36	3,36	0	0	1	0	0	1		0
2.3		ZAL2-2	2,98	2,98	0	0	2	0	0	5		0
2.4		ZAL2-3	2,47	2,47	0	0	1	0	0	1		0
2.5		ZAL3-1	8,94	8,94	0	0	2	0	0	4		0
2.6		ZPL3-1	12,57	12,57	0	0	2	0	0	3		0
2.7		ZAL4-1	1,37	1,37	0	0	1	0	0	0		0
2.8		ZAL4-2	6,45	6,45	0	0	2	0	0	1		0
2.9		ZAL4-3	8,78	8,78	0	0	2	0	0	5		0
2.10		ZAL5-1	38,7	38,7	0	0	2	0	0	9		0
2.11		ZPL4-1	25,97	19,97	0	0	2	1	6	21		0
2.12		ZAL6-1	1,41	1,41	0	0	0	0	0	3		0
2.13		ZAL6-2	10,97	10,97	0	0	2	0	0	2		0
2.14		ZAL6-3	11,37	11,37	0	0	2	0	0	4		0
2.15		ZAL6-4	8,34	0	3,22	0	3	1	5,12	2		1
2.16		ZAL6-5	16,77	16,77	0	0	2	0	0	4		0
2.17		ZAL6-6	23,41	23,41	0	0	2	0	0	11		0
2.18	Canaux secondaires M	ZAL1-1	36,91	32,61	0	0	4	1	4,3	4		0
2.19		ZAL1-2	4,4	4,4	0	0	2	0	0	2	0	
2.20		ZAL1-3	6,71	6,71	0	0	2	0	0	2	0	
Total des canaux principaux et secondaires		391.63	372,99	3,22	5	46	3	15,42	118	1	100	

7.4 Ouvrages principaux

7.4.1 Élargissement du canal Taouey

Le canal de Taouey est un canal artificiel reliant le lac Guiers et le fleuve Sénégal, et il est aussi canal d'approvisionnement en eau du fleuve Sénégal au lac Guiers. L'écluse Richard Toll a été construite sur la tête du canal en 1947. Normalement, l'écluse est fermée du 15 juillet au 15 octobre en étiage, elle sépare le lac Guiers du fleuve Sénégal en étiage. Le canal Taouey derrière l'écluse présente un linéaire d'environ 17 km. À présent, il y a des mauvaises herbes envahies, les pentes des berges locales se sont effondrées et le fond du canal est sérieusement ensablé. La surface d'écoulement moyenne de la section actuelle est d'environ 200 m² et la capacité d'écoulement de l'eau est de 100 m³/s. Le lac Guiers est une des plus importantes ressources en eau douce au nord-ouest du fleuve Sénégal. En plus de la fourniture d'eau au projet, il alimentera également la capitale Dakar et ses environs. La capacité d'écoulement du canal de Taouey doit être augmentée à 120 m³/s afin d'augmenter l'approvisionnement en eau du fleuve Sénégal vers le lac Guiers.

Après l'expansion du canal Taouey, 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.

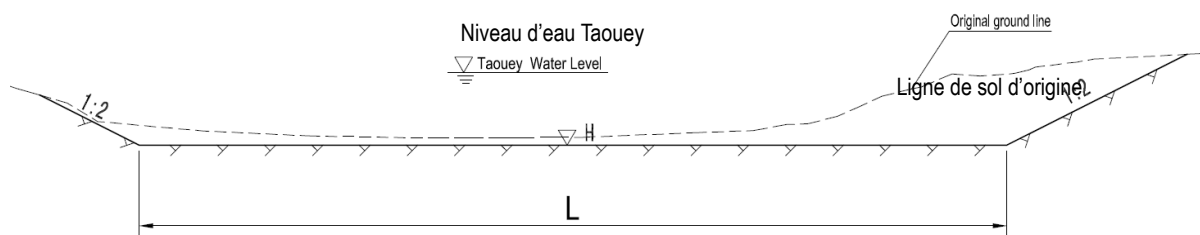


Figure 7.4 -1 Section typique de l'expansion du canal Taouey

7.4.2 Ouvrages des digues et des écluses du lac Guiers

7.4.2.1 Ouvrages des digues du lac Guiers

Il y a une longue histoire d'endiguement le long des rives du lac de Guiers. Depuis 1916, afin d'améliorer l'impact des conditions naturelles défavorables, les autorités locales ont successivement commencé à aménager et à employer le lac de Guiers. L'ouvrage de digue sur les berges du lac a été construit pour la première fois sur la rive est de la région de Mbane en 1965, dans le but principal d'augmenter les terres cultivables. La digue dans la région de Pakh sur la rive ouest a été construite dans les années 70 du XXe siècle, quasiment en même temps que la digue dans la région nord du lac Guiers, dans le but principal d'augmenter les terres de culture de la canne à sucre. La situation actuelle de digues le long du lac Guiers est illustrée à la Figure 7.4-2.

La majorité des digues existantes autour des rives du lac Guiers présentent une cote de crête de 2,5 m à 3,7 m. Afin d'augmenter la capacité de régulation et de stockage du lac Guiers, il est nécessaire de surélever les digues existantes le long des rives du lac, et de construire de

nouvelles digues dans les zones basses à topographie locales. Selon les informations fournies par le propriétaire, le niveau d'eau le plus élevé du lac Guiers devrait être relevé à 3,0 m, et des mesures telles que le rehaussement et le renforcement de digues du lac sont prévues dans ce projet. Ainsi, cette fois, on prend le niveau d'eau le plus élevé du lac Guiers à 3,0 m. La cote de crête des digues sur les rives du lac sera 4 m après la surélévation. Il y a 10 tronçons d'ouvrages de digue devant être surélevés cette fois comme montré dans le Tableau 7.4-1.



Figure7.4-2 Situation actuelle de digues du lac Guiers

Tableau7.4-1 Caractéristiques des ouvrages d'endiguement du lac Guiers

Nom de digue	Longueur	Largeur de la crête	Cote crête de digue actuelle (m)	Cote crête de digue surélevé (m)
Digue de Pakh	5400	6,00	3,20	4
Digue de Bountou Bath	1350	6,00	3,20	4
Digue-piste de Naéré	3850	5,00	3,50	4
Digue-piste de Diokhor	3700	5,00	3,50	4
Digue de Ndiouré	5500	5,00	2,70	4
Digue de Nder	400	6,00	3,30	4
Digue CSS Rive Ouest	4500	6,00	2,90	4
Digue CSS Rive Est	2000	6,00	3,20	4
Digue de KMS	3000	6,00	3,46	4
Digue piste de Syer	1200	6,00	2,30	4

Actuellement, il manque d'informations topographiques détaillées des zones le long des digues du lac Guiers. D'après les informations fournies par le propriétaire :

La digue de Pakh peut être divisée en plusieurs tronçons, dont un protège les villages Bountou Bath et Tâa. Elle mesure environ 5400 m de long: d'une part, elle protège les rizières voisines (environ 1 200 hectares) et le village Pakh, d'autre part, elle sert également de mur de

protection contre les inondations pour le village et le bassin de Bountou Bath. La digue de Pakh comprend également une digue de 1350 m de long dans la région de Bountou Bath, dont la cote actuelle de la crête dans cette zone est d'environ 3,2 m, et la largeur de la crête sera de 6 m après la surélévation.

Le digue-piste de Naéré est presque parallèle à la rive du lac et est situé au nord de la digue desservant l'île Diokhor. Ce tronçon de digue relie l'île de Diokhor et le village de Teuss, relativement éloigné du village de Naéré. Sa longueur est d'environ 3850 m et la cote de la crête de la digue est comprise entre 3,50 m et 3,85 m. La largeur de la crête rehaussée est de 5 m.

La digue Diokhor relie l'île de Diokhor et d'autres zones riveraines. Elle mesure environ 3700 m de long et atteint une cote de 3,50 à 4,31 m à la crête. L'objectif principal est de protéger la sécurité des résidents locaux contre les inondations. Actuellement, la digue fonctionne en bon état.

La digue Ndiouré mesure environ 5500 m de long, la cote de la crête actuelle est de 3,2 m et la largeur de la crête est de 5 m après le rehaussement. Pendant la période de crue, presque tout ce tronçon a été submergé et il n'y avait qu'environ 10 cm d'affleurement.

La digue Nder est située au bord du lac à 2 km du sud de la route menant à l'île de Diokhor. Elle mesure environ 400 m de long, sa crête actuelle présente une cote de 3,3 m et la largeur est de 6,0 m après le rehaussement. Ce tronçon de digue traverse le marais formé par de l'eau du lac Guiers jusqu'au village de Nder. Après la montée du niveau d'eau du lac, cette zone est dans un état submergé.

La digue Rive Ouest a une longueur de 4500 m et a surtout pour but de protéger les terres cultivées contre les inondations. L'ensemble de la digue est gravement endommagé. La largeur de la crête de la digue est d'environ 3,2 m et la largeur de la crête est de 6 m après le rehaussement.

La digue Rive Est, d'une longueur de 2000 m, située entre l'estuaire de Taouey et l'embranchement de la route de Ténèye, a pour objectif principal de protéger la vaste zone de canne à sucre au nord-est du lac Guiers. Le fonctionnement global de ce tronçon de barrage est en bon état, la cote de la crête de la digue est de 3,20 m et la surface est déjà fortifiée par une couche de latérite.

La digue KMS, située au sud du lac Guiers, a été construite en 1957 pour empêcher l'eau du lac Guiers de s'écouler vers la vallée de Bas-Ferlo et de causer des pertes. Cette digue mesure de 3 500 m de long, sa cote de la crête est comprise entre 3,46 m et 6,42 m. Aujourd'hui, la digue fonctionne en bon état.

La digue Syer, située dans la région de Syer au sud-est du lac Guiers, a pour objectif principal de fournir une protection contre les inondations dans la région Syer. La cote de la crête de

digue d'origine est d'environ 2,3 m et la largeur de la crête est de 6 m après le rehaussement. Aujourd'hui, la digue Syer se trouve en saison des crues et le lac peut inonder la digue. Une fois que le niveau d'eau du lac Guiers s'élève à 3 m, afin d'assurer l'irrigation normale derrière la digue, il est nécessaire de réparer et surélever cette digue, et de construire une écluse dans la zone.

La section représentative de la conception de rehaussement de digue est illustré à la Figure 7.4-3.

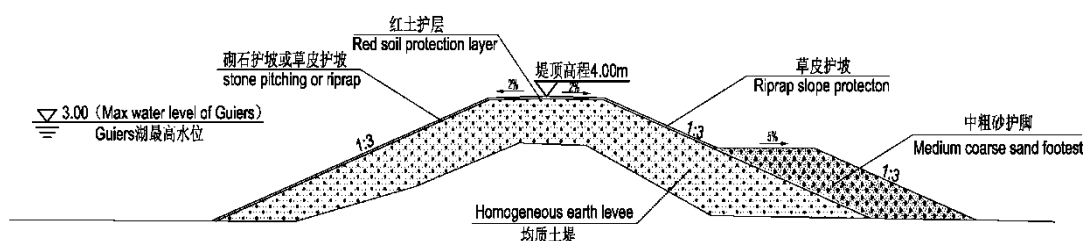


Figure 7.4-3 Coupe typique de la conception de rehaussement des digues sur les rives du lac Guiers

Après le rehaussement des digues, la cote des crêtes est de 4,0 m et la pente des talus des deux côtés est de 1: 3. La largeur des crêtes est de 5 m ou 6 m selon les différents types de digues. Les crêtes sont protégées par une couche de latérite d'une épaisseur de 8 cm de compacité (100% densité proctor), et disposent d'une pente de 2% aux deux côtés de la ligne médiane pour faciliter le drainage. Les digues surélevés adoptent un remplissage de sol homogène, qui présente une résistance, une imperméabilité, une compacité et une tenue anti-enfoncement suffisantes. La protection des talus des digues doit être utilisée en toute sécurité pratique pour les travaux et l'entretien. Selon les conditions réelles locales, la protection des talus des digues en amont et aval peut être réalisée par des gazons. Pour les tronçons de digue fortement affectés par l'érosion hydrique ou par le vent et les vagues, le talus côté eau peut se protéger en pierre ou en béton.

7.4.2.2 Ouvrage de l'écluse KMS

L'écluse KMS (Keur Mormar Sarr) est située dans le sud du lac Guiers. Près de l'écluse, il y a actuellement deux ouvrages de régulation. L'un se compose de 3 ponceaux circulaires d'un diamètre de 2,15 m avec la cote du bas de ponceau à -1,14 m et le débit conçu à 20 m³/s. L'autre est un ponceau rectangulaire avec 8 trous de 3,8 m*1,43 m (hauteur * largeur), la cote du radier de ponceau est de -1,97 m et le débit conçu est de 30 m³/s ; ce ponceau a été restauré en 2015.

L'écluse KMS à reconstruire dans ce projet a un débit de conception de 120 m³/s et un niveau d'eau en fonctionnement de 1,5 m à 3 m. Elle est principalement composée d'une section de

connexion en amont, d'une chambre d'écluse et d'une section de connexion en aval. La section de connexion en amont est équipée de rainures anti-affouillement et de couverture. La section de la chambre d'écluse adopte la forme de parapet, la cote du radier est de -1 m, et du plafond est de 4,0 m ; la section de la chambre d'écluse fait 25 m de long et comporte 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 chambre est de 1,5 m; il y a une vanne de travail et une vanne d'inspection par trou, qui sont toutes plates en acier; la vanne de travail est ouverte et fermée par un palan à vis implanté au-dessus de l'écluse, et la vanne d'inspection est ouverte et fermée par un palan électrique. La section de connexion en aval est pourvue d'un tablier de protection et des rainures 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.

7.4.2.3 Ouvrage de rénovation de l'écluse Keur-Idy

L'écluse Keur-Idy se positionne au nord du lac de Guiers et raccorde le lac de Guiers et la terre humide de Ndiaël. Elle a été construite en 2014, avec un débit de conception de 10 m³/s. C'est une écluse à 2 trous de 1,4 m * 3,0 m (hauteur * largeur) avec parapet. Étant donné que le niveau d'eau du lac Guiers sera remonté à 3 m, l'écluse Keur-Idy doit être reconstruite. L'écluse reconstruite est également composée d'une section de raccordement en amont, d'une chambre d'écluse et d'une section de raccordement en aval. La cote du radier est de -0,5 m et le niveau d'eau de fonctionnement est de 1,5 à 3 m. Une vanne de travail et une vanne d'inspection sont placées dans les trous, toutes plates en acier et commandées par un palan à vis disposé au-dessus de l'écluse.

7.4.2.4 Ouvrage de l'écluse Syer

L'écluse Syer se trouve au sud du lac Guiers. Étant donné que le niveau d'eau du lac Guiers sera remonté à 3 m, la région de Syer sera submergée. Pour protéger la sécurité de la zone contre des crues et assurer les activités d'irrigation, il est nécessaire de bâtir une digue et des ouvrages traversant la digue, soit l'écluse Syer. C'est une écluse avec parapet à 2 trous de 1,4 m * 3,0 m (hauteur * largeur) dont le débit de conception est de 10 m³/s. Elle est composée d'une section de raccordement en amont, d'une chambre d'écluse et d'une section de raccordement en aval. La cote du radier est de -0,5 m et le niveau d'eau de fonctionnement est de 1,5 à 3 m. Une vanne de travail et une vanne d'inspection sont prévues dans les trous, toutes plates en acier et commandées par un palan à vis disposé au-dessus de l'écluse.

7.4.3 Dragage du lit du Ferlo

Cet ouvrage nécessite de prélever de l'eau du canal principal du fleuve Sénégal, en traversant le lac de Guiers, la transférer vers la zone de demande de la vallée du Ferlo. La distance entre la zone de réception d'eau et l'écluse KMS du lac de Guiers est de 60 km à 180 km. Les résultats des études pertinentes en avance de phase montrent que, par rapport à la construction

de stations de pompage, de canalisation ou de canaux, le transfert de l'eau vers la zone du Bas-Ferlo via le lit du Ferlo existant est la solution de transfert la plus économique et la plus pratique.

La vallée du Ferlo se présente un relief plat. Pendant la période de crues, l'eau du lac Guiers peut remonter normalement jusqu'à 30 à 50 km de la vallée du Ferlo en amont de l'écluse KMS. Afin de bien conduire l'eau du lac Guiers au voisinage de la zone de demande en eau du projet, il est nécessaire de draguer le lit d'environ 70 km entre l'écluse KMS et Mboula, et le dragage se fait essentiellement le long du chenal principal du fleuve d'origine comme illustré à la Figure 7.4-4. Les données géologiques montrent que le dragage du chenal s'effectue principalement sur la couche de sol limoneux I₀, et qu'il peut y localement avoir une intercalation de sable et de gravier. Le sol limoneux contient souvent du sable fin, en état souple, avec une épaisseur de 1 à 2 m et une compressibilité élevée, il est facile à comprimer et à déformer, et dispose de mauvaises propriétés mécaniques, et il existe une couche de vase mince ou de sol organique en surface.



Figure7.4-4 Plan de dragage du marigot Ferlo

La cote du fond du lit à draguer est contrôlée par -2,0 m, le fond du canal a une largeur de 15 m. Pour les pentes de talus des deux côtés du lit à draguer, le facteur de pente côté dragage de conception est de 1: 5 suivant la situation réelle. La section de conception typique de l'ouvrage de dragage du canal Ferlo est illustrée à la Figure 7.4-5.

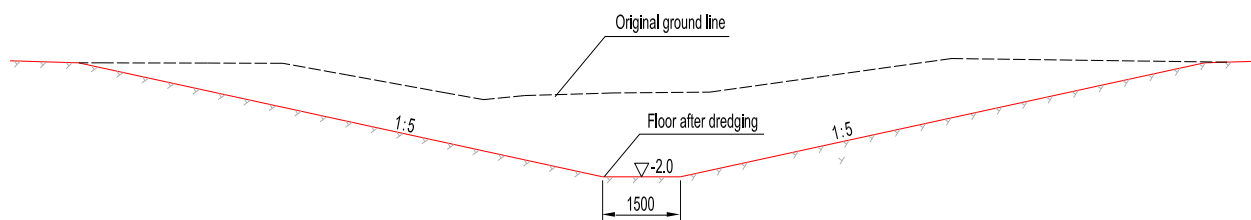


Figure 7.4-5 Section typique de l'ouvrage de dragage

7.4.4 Ouvrage des stations de pompage et des conduites

7.4.4.1 Station de pompage PL1

La station de pompage PL1 se trouve au bout du chenal du Ferlo à draguer et le débit de conception est $16,06 \text{ m}^3/\text{s}$. 14 pompes à eau (dont 2 pompes de secours) sont prévues dans cette phase. La station de pompage PL1 est constituée d'un canal d'amène d'eau, d'un bassin d'avant, d'un bassin d'entrée d'eau, d'une chambre 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 sont composés d'un canal d'amène d'eau du tronçon revêtu en béton, d'un bassin d'avant et d'un bassin d'entrée d'eau.

La longueur du canal d'amène d'eau du tronçon revêtu en béton est de 200 m et la largeur du fond est de 10 m. La cote du fond de canal conçue est identique à celle du chenal Ferlo dragué soit -2,0 m. La pente latérale du canal est de 1: 2 et l'épaisseur du revêtement en béton est de 15 cm.

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

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 4 m. Les épaisseurs des piliers médians dans les trous d'entrée sont de 2,0 m et 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 vanne d'inspection, 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 chambre d'écluse.

(2) Disposition de la chambre de pompage

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

La chambre 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 de l'écoulement de l'eau. Les 14 pompes à eau dans la chambre sont disposées en rangée. La cote du radier de la chambre est de -3,55 m, 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 à palan électrique type 16/3t LH s'installe dans le bâtiment avec une portée de 13m et une cote du sommet du rail de poutre de grue à 7,25 m. Les sections des sites d'installation se positionnent aux deux côtés de la chambre d'hôte, avec une longueur de chacun à 8 m et la largeur identique à celle de la chambre d'hôte. Les vannes d'entrée sont disposées aux deux extrémités des sites d'installation. Le radier de la chambre principale est en béton de Grade 2 de C25, la poutre de la grue est en béton armé préfabriqué de C30 et la périphérie de la chambre de pompage est construite en brique-béton.

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

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

(3) Conduite de transport forcé

À environ 16 m en aval de la chambre de pompage principale, des tuyaux en acier interconnectés de diamètre de 3,5 m sont installés pour raccorder 14 tuyaux de sortie de diamètre de 1,0 m de la station de pompage, puis passer à une connexion en parallèle à 6 tuyaux de transport d'eau en acier et d'un diamètre de 1,6 m et d'une longueur de 2,41 km. 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 leur extrémité.

7.4.4.2 Station de pompage PL2

La station de pompage PL2 se trouve à l'amont du marigot du Ferlo à draguer, à environ 10 km de la station de pompage PL1, et le débit de conception est $7,75 \text{ m}^3/\text{s}$. 6 pompes à eau sont prévues dans cette phase (dont 1 pompe de secours). La station de pompage PL2 est constituée d'un canal d'amène d'eau, d'un bassin d'avant, d'un bassin d'entrée d'eau, d'une chambre 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 sont composés d'un canal d'amène d'eau du tronçon revêtu de béton, d'un bassin d'avant et d'un bassin d'entrée d'eau.

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

L'extrémité du canal d'amène d'eau est reliée au bassin d'avant qui mesure environ 30,8 m de long. La cote du fond de canal passe progressivement de -2,0 m à -3,8 m et la largeur du fond de canal varie 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 du bassin d'avant 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 sont de 2,0 m, et celle des piliers des deux côtés est de 1,5 m. 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 dégrilleurs et de vanne d'inspection. Des murs en béton sont disposés aux deux côtés du bassin d'entrée d'eau pour se raccorder à la section de la chambre d'écluse.

Une vanne d'inspection est disposée en aval du bassin d'entrée d'eau. Les deux côtés du bassin profitent de murs en béton pour se raccorder à la section de la chambre de pompage.

(2) Disposition de la chambre de pompage

La chambre 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 de l'écoulement de l'eau. Les 6 pompes à eau dans la chambre sont disposées en rangée. La cote du radier de la chambre 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 à palan électrique type 16/3t LH s'installe dans le bâtiment avec une portée de 13m et une cote du sommet du rail de poutre de grue à 7,25m. Les sites d'installation se positionnent aux deux côtés de la chambre d'hôte, toutes d'une longueur de 8 m et largeur identique à celle de la chambre d'hôte. Les vannes d'entrée sont disposées aux deux extrémités des sites d'installation. Le radier de la chambre principale est en béton de Grade 2 de C25, la poutre de la grue est en béton armé préfabriqué de C30 et la périphérie de la chambre de pompage est construite en brique-béton.

La chambre de pompage secondaire est placée au côté droite de l'aval de la chambre principale avec une longueur de 21 m et une largeur de 20 m. Elle est équipée d'une chambre de contrôle central, une chambre de communication, une salle de repos de permanence, une chambre de commutation, une chambre de distribution à basse tension et un laboratoire électrique.

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

(3) Conduite de transport forcé

Au côté de sortie d'eau de la chambre de pompage principale, un tuyau en acier interconnecté de diamètre de 3,0 m est installé pour raccorder 6 tuyaux de sortie de diamètre de 1,0 m de la station de pompage, puis passer à une connexion en parallèle à 3 tuyaux de transport d'eau en acier d'un diamètre de 1,6 m et d'une longueur de 4 km. 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 leur extrémité.

7.4.5 Conception des réseaux de canaux

7.4.5.1 Calcul de la ligne de surface d'eau de canal

Selon la distribution du débit dans les zones irriguées par différents canaux, la formule de débit uniforme du canal à ciel ouvert est approximativement utilisée pour calculer la ligne de surface de l'eau. La formule de calcul du débit uniforme en canal à ciel ouvert est la suivante :

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} i^{1/2}$$

Avec:

Q = débit de conception en m³/s ;

A = Surface de la section d'écoulement d'eau de la construction en m² ;

R = rayon hydraulique en m ;

i = pente longitudinale.

Le calcul de la perte de charge à la surface de l'eau tient compte de la perte par frottement, de la perte dans le virage et de la perte locale des sections de changement progressif et des piliers d'écluse. Le calcul détaillé est le suivant:

(1) Perte par frottement: y compris la perte de pente causée par les canaux à ciel ouvert et les ouvrages;

À perte dans le virage est calculée avec la formule suivante :

$$\xi_1 = \frac{2gl}{C^2 R} \times \left(1 + \frac{3}{4} \times \sqrt{\frac{b}{r}} \right)$$

Avec :

R = rayon hydraulique en m ;

b = Largeur de la surface d'eau du canal en m ;

r = rayon de courbure de l'axe du canal en m ;

l = longueur de courbure en m ;

C = coefficient Chezy.

(3) On calcule la perte locale pour les sections de changement progressif et les piliers d'écluse.

Avec les niveaux d'eau de conception 37,00 m et 44,95 m aux têtes des canaux principaux L et M comme niveaux d'eau de départ, les lignes de surface d'eau des canaux principaux et secondaires sont calculées avec les résultats relevés dans les Tableaux de 7.4-2 à 7.4-3.

Tableau7.4-2 Tableau de calcul des lignes de surface d'eau sur les canaux principaux L et ses canaux secondaires

Nom de canal	Construction	(km+m) N° du pieu de départ (km+m)	(km+m) N° de pieu de fin (km+m)	Cote du fond de canal (m)	Pente longitudinale/ siphon inverse (m)	Cote de la ligne de surface d'eau (m)
Canal principal L1	Canal ouvert	0+000,00	9+278,33	35,12 ~ 33,27	0,0002	37,00 ~ 35,14
Canal principal L2		9+278,33	19+678,33	32,87 ~ 32,35	0,00005	35,14 ~ 34,62
Canal principal L3		19+678,33	41+890,07	32,49 ~ 30,27	0,0001	34,62 ~ 32,41
Canal principal L4		41+890,07	53+430,39	30,31 ~ 29,39	0,00008	32,41 ~ 31,48
Canal principal L5		53+430,39	95+730,30	29,31 ~ 28,89	0,00001	31,48 ~ 31,06
Canal principal L6		95+730,30	108+030,30	28,96 ~ 28,83	0,00001	31,06 ~ 30,94
Canal secondaire ZPL2-1	Canal ouvert	0+000,00	1+855,16	36,78 ~ 24,35	0,0067	37,00 ~ 24,57
	Canal ouvert	1+855,16	10+325,53	24,04 ~ 22,34	0,0002	24,57 ~ 22,88
Canal secondaire ZAL2-1	Canal ouvert	0+000,00	1+387,00	34,73 ~ 27,79	0,005	35,14 ~ 28,21
	Canal ouvert	1+387,00	3+450,00	27,61 ~ 25,55	0,001	28,21 ~ 26,15
Canal secondaire ZAL2-2	Canal ouvert	0+000,00	2+954,00	25,74 ~ 24,84	0,0003	26,15 ~ 25,26
Canal secondaire ZAL2-3	Canal ouvert	0+000,00	2+530,00	25,74 ~ 24,22	0,0006	26,15 ~ 24,63
Canal secondaire ZAL3-1	Canal ouvert	0+000,00	8+941,00	25,52 ~ 23,73	0,0002	26,15 ~ 24,36
Canal secondaire ZPL3-1	Canal ouvert	0+000,00	1+094,76	34,32 ~ 26,98	0,0067	34,62 ~ 27,29
	Canal ouvert	1+094,76	12+571,16	26,62 ~ 23,18	0,0003	27,29 ~ 23,84
Canal secondaire ZAL4-1	Canal ouvert	0+000,00	1+370,00	31,89 ~ 26,41	0,004	32,41 ~ 26,93
Canal secondaire ZAL4-2	Canal ouvert	1+370,00	7+820,00	26,41 ~ 23,19	0,0005	23,70 ~ 26,93
Canal secondaire ZAL4-3	Canal ouvert	0+000,00	8+780,00	26,20 ~ 22,68	0,0004	26,93 ~ 23,41
Canal secondaire ZAL5-1	Canal ouvert	0+000,00	2+550,00	30,69 ~ 28,14	0,001	31,48 ~ 28,93
	Canal ouvert	2+550,00	38+786,00	27,48 ~ 23,86	0,0001	28,93 ~ 25,31
Canal secondaire ZPL4-1	Siphon inverse	0+000,00	6+000,00	\	1,33	31,06 ~ 29,73
	Canal ouvert	6+000,00	25+966,32	28,71 ~ 26,71	0,0001	29,73 ~ 27,73
Canal secondaire ZAL6-1	Canal ouvert	0+000,00	1+405,16	30,03 ~ 28,62	0,001	30,94 ~ 29,53
Canal secondaire ZAL6-2	Canal ouvert	0+000,00	10+968,38	28,43 ~ 27,33	0,0001	29,53 ~ 28,43

Nom de canal	Construction	(km+m) N ° du pieu de d épart (km+m)	(km+m) N ° de pieu de fin (km+m)	Cote du fond de canal (m)	Pente longitudinale/ siphon inverse (m)	Cote de la ligne de surface d'eau (m)
Canal secondaire ZAL6-3	Canal ouvert	0+000,00	11+366,18	28,32 ~ 27,18	0,0001	29,53 ~ 28,39
Canal secondaire ZAL6-4	Siphon inverse	1+405,16	6+525,30	\	2,29	29,53 ~ 27,24
	Station de pompage	6+525,30	9+743,74	\	1,43	44,00 ~ 27,24
Canal secondaire ZAL6-5	Canal ouvert	0+000,00	14+877,29	43,21 ~ 28,15	0,001	44,00 ~ 29,12
Canal secondaire ZAL6-6	Canal ouvert	0+000,00	23+739,59	43,18 ~ 28,98	0,0006	44,00 ~ 29,76

Tableau7.4-3 Tableau de calcul des lignes de surface d'eau sur le canal principal M et ses canaux secondaires

Canaux	Construction	N ° des pieux (Km+m)		Perte pente longitudinale/ siphon inverse (m)	Cote du fond de canal (m)	Cote de la ligne de surface d'eau (m)
Canal principal M	Canal ouvert	0+000,00	3+600,00	1/10000	43,64~43,28	44,95~44,59
		3+600,00	33+600,00	1/5000	43,28~37,28	44,46~38,46
		33+600,00	41+123,60	1/2000	37,28~33,52	38,25~34,49
Canal secondaire ZAL1-1	Canal ouvert	0+000,00	8+317,84	1/2000	43,82~39,61	44,95~40,79
	Siphon inverse	8+317,84	12+617,84	1,71	39,66~37,98	40,79~39,08
	Canal ouvert	12+617,84	36+914,39	1/10000	37,98~36,25	39,08~36,65
Canal secondaire ZAL1-2	Canal ouvert	0+000,00	1+000,00	1/2000	37,42~36,92	37,99~37,49
		1+000,00	4+395,05	1/250	37,09~23,51	37,49~23,91
Canal secondaire ZAL1-3	Canal ouvert	0+000,00	6+713,70	1/10000	36,4~35,73	37,48~36,81

7.4.5.2 Conception des canaux

(1) Franc-bord de canal

Le franc-bord de canal est calcul é avec la formule suivante.

$$F_b = \frac{1}{4} h_b + 0.2$$

Avec:

Fb = franc-bord du canal (en m) ;

hb = hauteur d'eau lorsque le canal passe avec un d ébit augment é (en m). Ce projet ne présente pas de d ébit augment é et est calcul é avec le d ébit de conception.

(2) Calcul des é éléments hydrauliques de canal

1) Choix du coefficient de rugosité

Sur la base de l'expérience des projets d éjà existants, le coefficient de rugosité global des canaux de rev étement en b éton est d étermin é à 0,019 pour les canaux principaux et les canaux secondaires, en prenant en compte la perte locale aux tournants.

2) D ébits non- érosion et non-envasement de canal

Les canaux sont tous en b éton coul é et le d ébit non- érosion Vc correspondant est inf érieur à 5,00 m/s. Selon l'expérience des projets pr é édités, le d ébit non-envasement des canaux dans la zone d'irrigation est pris de 0,35 m/s.

3) Calcul des é éléments hydrauliques

Selon la distribution du débit dans les zones irriguées, on applique la formule de débit uniforme du canal à ciel ouvert pour calculer les éléments hydrauliques tels que la hauteur d'eau et le débit pour les différents canaux.

(3) Conception des canaux dans l'Ouest I

L'Ouest I dispose de 6 canaux principaux et 17 canaux secondaires qui sont respectivement les canaux principaux L1 à L6, les canaux secondaires ZPL2-1, ZAL2-1 à ZAL2-3, ZAL3-1, ZPL3-1, ZAL4-1 à ZAL4-3, ZAL5-1, ZPL4-1 et ZAL6-1 à ZAL6-6. La disposition de l'Ouest II est illustrée dans le chapitre 7.3.2.

1) Calcul des éléments hydrauliques

Les éléments hydrauliques calculés des canaux principaux et secondaires dans l'Ouest I sont indiqués dans le Tableau 7.4-4.

Le débit de conception des canaux principaux correspond au niveau d'eau de canal de 1,88 m à 2,28 m, et le débit correspondant est de 0,52 m/s à 0,87 m/s. Le débit de conception des canaux secondaires correspond au niveau d'eau de canal de 0,22 m à 0,91 m, et le débit correspondant est de 0,35 m/s à 1,55 m/s. Les débits sont conformes à l'exigence de non érosion et non envasement. Selon les résultats des calculs hydrauliques, la dimension de la section nette de chaque section de canaux à ciel ouvert est déterminée comme suit :

Les canaux présentent tous une section trapézoïdale avec un coefficient de la pente de talus intérieur de $m = 2$.

Canal principal L1: numéros des pieux de 0+000,00 à 9+278,33, largeur inférieure de la section de 6,0 m et hauteur de 2,5 m ;

Canal principal L2: numéros des pieux de 9+278,33 à 19+696, largeur inférieure de la section de 6,0 m et hauteur de 3,0 m ;

Canal principal L3: numéros des pieux de 19+696 à 41+890,07, largeur inférieure de la section de 6,0 m et hauteur de 2,9 m ;

Canal principal L4 : numéros des pieux de 41+890,07 0 à 53+430,39, largeur inférieure de la section de 6,0 m et hauteur de 2,8 m ;

Canal principal L5 : numéros des pieux de 53+430,39 à 95+956,60, largeur inférieure de la section de 2,0 m et hauteur de 2,9 m ;

Canal principal L6 : numéros des pieux de 95+956,60 à 108+253,65, largeur inférieure de la section de 2,0 m et hauteur de 2,8 m ;

Canal secondaire ZPL2-1 : pieux de 0+000,00 à 10+377,012, largeur inférieure de 1,0 m et hauteurs de 0,5 m et 0,9m ;

Canal secondaire ZAL2-1 : pieux de 0+000,00 à 3+360,84, largeur inférieure de 1,0 m et hauteurs de 0,7 m et 1,0 m ;

Canal secondaire ZAL2-2 : pieux de 3+360,84 à 6+341,35, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 0,7 m ;

Canal secondaire ZAL2-3 : pieux de 0+000,00 à 2+465,56, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 0,7 m ;

Canal secondaire ZAL3-1 : pieux de 0+000,00 à 8+941, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 1,0 m ;

Canal secondaire ZPL3-1 : pieux de 0+000,00 à 2+571, largeur inférieure de 1,0 m et hauteurs de 0,6 m et 1,0 m ;

Canal secondaire ZAL4-1 : pieux de 0+000,00 à 1+370,08, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 0,8 m ;

Canal secondaire ZAL4-2 : pieux de 1+370,08 à 7+824,41, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 0,8 m ;

Canal secondaire ZAL4-3 : pieux de 0+000,00 à 8+776,50, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 1,1 m ;

Canal secondaire ZAL5-1 : pieux de 0+000,00 à 38+698,37, largeur inférieure de 4,0 m et hauteurs de 1,2 m et 2,0 m ;

Canal secondaire ZAL4-1 : pieux de 0+000,00 à 6+000,00, section circulaire du siphon inverse d'un diamètre de 1,6 m, pieux de 6+000,00 à 25+966,32, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 1,50 m ;

Canal secondaire ZAL6-1 : pieux de 0+000,00 à 1+405,16, largeur inférieure de 4,0 m et hauteur de 1,3 m ;

Canal secondaire ZAL6-2 : pieux de 0+000,00 à 10+968,38, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 1,6 m ;

Canal secondaire ZAL6-3 : pieux de 0+000,00 à 11+366,18, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 1,7 m ;

Canal secondaire ZAL6-4 : pieux de 1+405,16 à 6+525,30, section circulaire du siphon inverse d'un diamètre de 2,2 m ; pieux de 6+525,30 à 9+743,74, section circulaire du tuyau en fonte sphéroïdale de la station de pompage d'un diamètre de 1,0m ;

Canal secondaire ZAL6-5 : pieux de 0+000,00 à 14+877,29, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 1,2 m ;

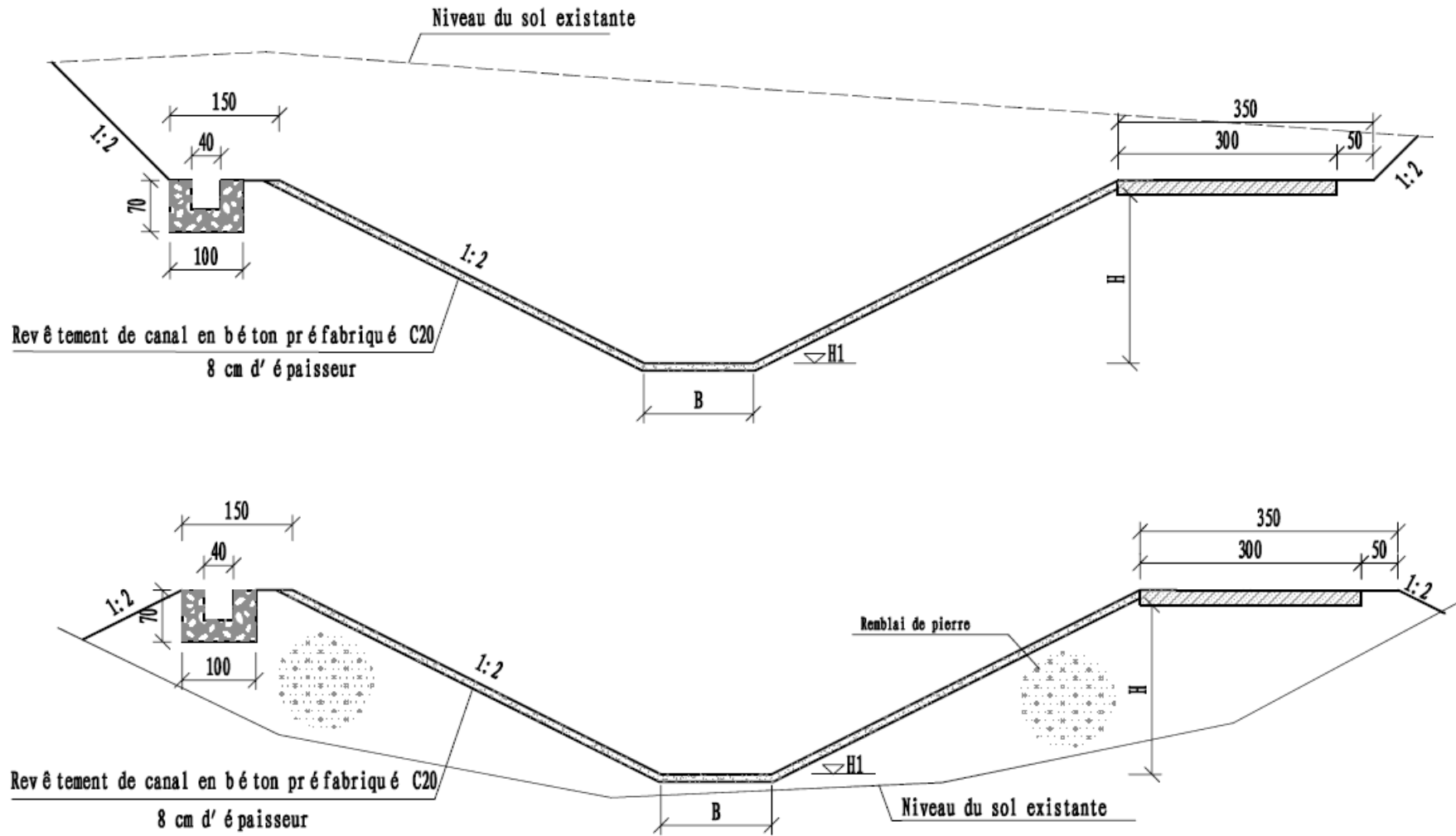
Canal secondaire ZAL6-6 : pieux de 0+000,00 à 23+739,59, largeur inférieure de 1,0 m et hauteur de 1,2 m.

Tableau7.4-4 Tableau des éléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de l'Ouest I

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

2) Conception de la section transversale anti-infiltration

Les sections transversales 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 et, 2 m * 2,9 m et 2 m * 2,8 m, tous avec un coefficient de pente de talus intérieur de $m=2$. Le revêtement est en béton C20 avec une épaisseur de 8 cm. Pour les canaux dont la hauteur est supérieure à 2,5 m, des dalles en béton coulé C20 sont installées sur les deux côtés du haut de canal, d'une épaisseur de 20 cm et d'une largeur de 50 cm. 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 3,0 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. Les sections transversales typiques de canal sont illustrées à la Figure 7.4-6.



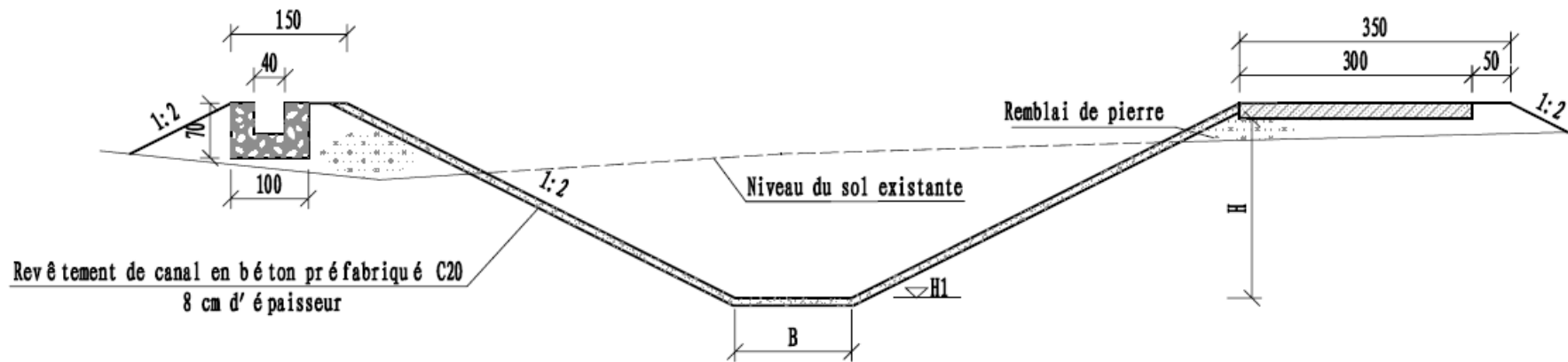


Figure7.4-6 Sections transversales typiques de canal principal

(4) Conception des canaux dans l'Ouest II

L'Ouest II dispose d'un canal principal et trois canaux secondaires qui sont respectivement le canal principal M, les canaux secondaires de ZAL1-1, ZAL1-2 et ZAL1-3. La disposition de l'Ouest II est présentée dans le chapitre 7.3-2.

1) Calcul des éléments hydrauliques

Les éléments hydrauliques calculés des canaux principaux dans l'Ouest II sont indiqués dans le Tableau 7.4-5.

Le débit de conception correspond au niveau d'eau de canal de 0,97 m à 1,33 m, et le débit correspondant est de 0,45 m/s à 0,83 m/s et conforme à l'exigence de non érosion et non envasement. Selon les résultats des calculs hydrauliques, la dimension de la section nette de chaque section de canaux à ciel ouvert est déterminé comme suit :

Les canaux présentent tous une section trapézoïdale avec un coefficient de la pente de talus intérieur de $m = 2$.

Canal principal M : pieux de 0+000,00 à 3+600,00, largeur inférieure de 2,5 m et hauteur de 2 m ; pieux de 3+600,00 à 33+600,00, largeur inférieure de 2,0 m et hauteur de 2 m ; pieux de 33+600,00 à 41+123,60, largeur inférieure de 2 m et hauteur de 2 m ;

Canal secondaire ZAL1-1: pieux de 0+000,00 à 8+317,84, largeur inférieure de 2 m et hauteur de 2 m ; pieux de 12+617,84 à 36+914,39, largeur inférieure de 2 m et hauteur de 2 m ;

Canal secondaire ZAL1-2: pieux de 0+000,00 à 4+395,05, largeur inférieure de 1 m et hauteur de 1 m ;

Canal secondaire ZAL1-3: pieux de 0+000,00 à 6+713,70, largeur inférieure de 2,0 m et hauteur de 2 m.

Tableau 7.4-5 Tableau des éléments hydrauliques des canaux principaux et secondaires de l'Ouest II

Nom de canal	N° pieu de départ	N° pieu de fin	Débit de conception (m ³ /s)	Hauteur d'eau normale	Débit (m/s)	Type de section	Largeur inférieure (m)	Hauteur (m)	Coefficient de pente de trapèze
Canal principal 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
--------	----------	----------	------	------	-----	---------	---	---	---

2) Conception de la section transversale anti-infiltration

Les sections transversales du canal principal adoptent le type trapézoïdal. Elles sont respectivement de 2,5 m (largeur du fond) * 2 m (hauteur du canal) et 2 m * 2 m, avec un coefficient de pente de talus intérieur de m=2. Le revêtement est en béton coulé C20 avec une épaisseur de 8 cm. Un dalot en pierre maçonnée 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 3,0 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.

7.4.6 Conception des ouvrages du système de canaux

7.4.6.1 Réservoirs

Afin d'assurer l'alimentation en eau pour les habitants et l'élevage, ce projet met en place 5 réservoirs, dont 4 sont installés le long des canaux principaux L de l'Ouest I: RL1, RL2, RL3 et RL4, et RM1 est situé le long du canal principal M de l'Ouest II. Le volume net de stockage du réservoir est déterminé en fonction de 70% du volume du besoin en eau quotidien des habitants et de l'élevage couverts par celui-ci.

Compte tenu de la stabilité de la pente du réservoir, le corps du réservoir est placé dans la zone d'excavation, avec une forme de prisme quadrangulaire et un coefficient de pente talus de l'excavation à 1: 2. Tenant en compte de la fonction de dérivation d'eau vers les canaux principaux et secondaires et du niveau d'eau normal des canaux en aval, on propose une hauteur d'eau à 3 m pour tous les réservoirs. Compte tenu du franc-bord de sécurité la profondeur est déterminée à 4 m. Les principales caractéristiques techniques des paramètres des réservoirs sont indiqués dans le Tableau 7.4-6.

Tableau 7.4-6 Tableau des caractéristiques des réservoirs

Nom	Fond		Surface d'eau		Crête		Volume de réservoir	Capacité de conception
	longueur	largeur	longueur	largeur	longueur	largeur		
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.

7.4.6.2 Écluse

(1) Disposition des écluses

Les écluses contiennent les écluses de répartition, les Vannes de régulation, les écluses de retour d'eau et les vannes d'ouvrages, soit 46 écluses au total, qui sont toutes à ciel ouvert.

1) Vanne de répartition

L'écluse de répartition se positionne sur le mur latéral de réservoir et à l'endroit où un canal de niveau supérieur dirige l'eau vers un canal de niveau inférieur, soit la tête de celui-ci. Elle sert à contrôler et régulariser le débit de distribution vers le canal de niveau inférieur. Selon ce principe, 21 écluses de répartition sont disposées le long du canal L de l'Ouest I et 4 sont disposées le long du canal M de l'Ouest II, soit 25 au total.

2) Vannes de régulation

Lorsque le débit de travail du canal de niveau supérieur est inférieur au débit de conception, afin de garantir l'adduction et l'irrigation normales par le canal de niveau inférieur, il est nécessaire de placer une écluse de régulation en aval du point de répartition du canal supérieur pour élever le niveau d'eau en amont et répondre aux exigences de dérivation d'eau du canal inférieur. Selon ce principe, 1 écluse de régulation est disposée le long du canal L de l'Ouest I et 2 sont disposées le long du canal M de l'Ouest II, soit 3 au total.

3) Écluses de retour d'eau

Dans des conditions exceptionnelles, lorsque le niveau d'eau du canal est élevé afin de libérer l'excès d'eau et d'assurer le fonctionnement en toute sécurité du canal, il est nécessaire d'aménager une écluse de décharge à l'endroit où le canal traverse un ravin. Étant donné que les canaux principaux du projet sont équipés de réservoirs qui peuvent jouer un certain rôle de retour d'eau, l'écluse de retour d'eau ne sera pas disposée pour les canaux principaux. Selon ce principe, 12 écluses de retour d'eau sont disposées le long des canaux L de l'Ouest I et 4 sont disposées le long des canaux M de l'Ouest II, soit 16 au total.

4) Vannes des ouvrages

Trois siphons inversés et les vannes d'entrée et de sortie d'une station de pompage, soit 8 vannes au total, dont 6 sont considérées conjointement avec les écluses de répartition de canaux susmentionnés. En plus, deux siphons inversés doivent être disposés séparément, qui sont respectivement l'écluse de régulation en sortie du siphon inverse du canal secondaire ZAL6-4 et l'écluse d'admission de la station de pompage du canal secondaire ZAL6-4.

Les caractéristiques des 46 écluses sont indiquées dans le Tableau 7.4-7.

Tableau7.4-7 Tableau des caractéristiques des écluses

Zone	Canal principal	N°	Type d'écluse	Position	Référence	Débit de conception (m ³ /s)	Largeur (m)	Hauteur de trou (m)	Nombre de trous
Zone Ouest I	Canal L	1	Écluse de répartition	Canal principal L	L-1-F01	16,01	3	3	2
		2		Canal secondaire ZPL2-1	L-1-F02	0,39	1,5	2	1
		3		Canal principal L	L-2-F01	14,75	3	3	2
		4		Canal secondaire ZAL2-1	L-2-F02	1,11	1,5	2	1
		5		Canal secondaire ZAL2-2	L-2-F03	0,42	1,5	2	1
		6		Canal secondaire ZAL2-3	L-2-F04	0,41	1,5	2	1
		7		Canal secondaire ZAL3-1	L-2-F05	0,54	1,5	2	1
		8		Canal secondaire ZPL3-1	L-2-F06	0,77	1,5	2	1
		9		Canal principal L	L-3-F01-1	14,57	3	3	2
		10		Canal principal L	L-3-F01	12,49	3	3	2
		11		Canal secondaire ZAL4-1	L-3-F02	1,63	1,5	2	1
		12		Canal secondaire ZAL4-2	L-3-F03	0,57	1,5	2	1
		13		Canal secondaire ZAL4-3	L-3-F04	1,06	1,5	2	1
		14		Canal secondaire ZAL5-1	L-4-F01	5,12	2	2,5	1
		15		L 干渠 Canal principal L	L-5-F01	7,23	2	2,5	1
		16		ZPL4-1 支渠 Canal secondaire ZPL4-1	L-5-F02	1,11	1,5	2	1
		17		Canal secondaire ZAL6-2	L-6-F01	1,31	1,5	2	1
		18		Canal secondaire ZAL6-3	L-6-F02	1,63	1,5	2	1
		19		Canal secondaire ZAL6-4	L-6-F03	3,67	1,5	2	1
		20		Canal secondaire ZAL6-5	L-6-F04	1,98	1,5	2	1
		21		Canal secondaire ZAL6-6	L-6-F05	1,67	1,5	2	1
		22	Écluse de régulation	Canal principal L	L-4-J01	6,73	3	3	1
		23	Écluse de retour d'eau	Canal secondaire ZPL2-1	L-T01	0,39	3	3	1
		24		Canal secondaire ZAL2-2	L-T02	0,29	1,5	2	1
		25		Canal secondaire ZPL3-1	L-T03-1	0,77	1,5	2	1
		26		Canal secondaire ZAL3-1	L-T03	0,54	1,5	2	1
		27		Canal secondaire ZAL4-2	L-T04	0,57	1,5	2	1
		28		Canal secondaire ZAL4-3	L-T05	1,06	1,5	2	1
		29		Canal secondaire ZAL5-1	L-T06	5,12	1,5	2	1

Zone	Canal principal	N°	Type d'écluse	Position	Référence	Débit de conception (m ³ /s)	Largeur (m)	Hauteur de trou (m)	Nombre de trous		
		30		Canal secondaire ZPL4-1	L-T07	1,11	2	2,5	1		
		31		Canal secondaire ZAL6-2	L-T08	1,31	1,5	2	1		
		32		Canal secondaire ZAL6-3	L-T09	1,63	1,5	2	1		
		33		Canal secondaire ZAL6-5	L-T10	1,98	2	2,5	1		
		34		Canal secondaire ZAL6-6	L-T11	1,67	2	2,5	1		
		35	Vannes d'ouvrages	Écluse de régulation en sortie du siphon inverse du canal secondaire ZAL6-4	L-6-B01	3,67	2	2,5	1		
		36		Écluse d'admission de la station de pompage du canal secondaire ZAL6-4	L-6-JS01	3,67	2	2,5	1		
		Zone Ouest II	Canal M	1	Écluse de répartition	Canal principal M	M-1-F01	3,03	2	2,5	1
				2		Canal secondaire ZAL1-1	M-1-F02	4,37	3	3	1
				3		Canal secondaire ZAL1-2	M-1-F03	0,70	1,5	2	1
4	Canal secondaire ZAL1-3			M-1-F04		1,77	2	2,5	1		
5	Écluse de régulation			Canal secondaire ZAL1-1	M-1-J01	4,37	4	2,5	1		
6				Canal secondaire ZAL1-1	M-1-J02	7,37	2	2,5	1		
7	Canal de retour d'eau			Canal secondaire ZAL1-2	M-T01	0,7	1,5	2	1		
8				Canal secondaire ZAL1-3	M-T02	1,77	2	2,5	1		
9				Canal secondaire ZAL1-1	M-T04	4,37	2	2,5	1		
10				Canal principal M	M-T03	3,03	2	2,5	1		

(2) Conception de structure

La chambre d'écluse et le support de palan sont en béton armé C25. Il y a quatre tailles de section nette de trou pour les 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 et celle des piliers latéraux est de 1 m. L'épaisseur du pilier milieu de la vanne à double trou est toutes de 1 m. Les vannes sont planes en acier. Les sections typiques des vannes sont présentées dans la Figure 7.4-7.

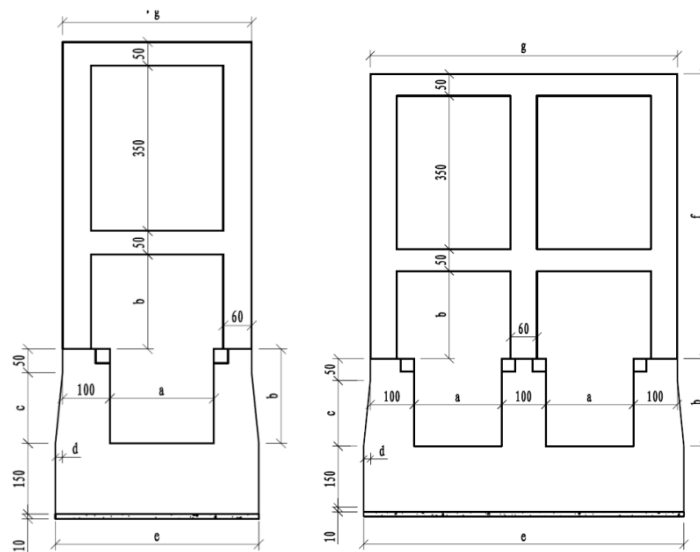


Figure 7.4-7 Sections typiques des vannes à simple trou et à double trou

7.4.6.3 Siphon inverse

(1) Disposition des siphons inverses

Les canaux traversent les zones basses sous forme de siphon inverse dont le nombre à disposer est de 3 avec une longueur totale de 15420 m. Ils sont situés sur les canaux secondaires ZPL4-1 et ZAL6-4 dans la zone Ouest I et le canal secondaire ZAL1-1 dans l'Ouest II. Les tuyaux ont les diamètres de 1,6 m, 2,2 m et 2,4 m, avec une perte de charge respectivement à 1,33 m, 2,29 m et 1,71 m. Les caractéristiques des ouvrages de siphon inverse sont présentées dans le Tableau 7.4-8.

Tableau7.4-8 Statistiques des siphons inverses sur des canaux secondaires

Zone irrigu ée	Canaux	Nom de siphon inverse	Longueur (m)	Diam ètre de tuyau (m)	D ébit de conception (m ³ /s)	Perte de charge (m)
Zone Ouest I	Canal secondaire ZPL4-1	Siphon inverse du canal secondaire ZPL4-1	6000	1,6	1,107	1,33
	Canal secondaire ZAL6-4	Siphon inverse du canal secondaire ZAL6-4	5120	2,2	3,674	2,29
Zone Ouest II	Canal secondaire ZAL1-1	Siphon inverse du canal secondaire ZAL1-1	4300	2,4	4,37	1,71

(2) Conception de structure

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

1) Disposition et conception structurale de la section d'entrée

La section d'entrée mesure 25 m de long et est en béton C25. Elle comprend une partie transitoire, un bassin de sédimentation, une section de chambre d'écluse et une section de raccordement. La section de chambre d'écluse et l'vanne de régulation sont fusionnés dans l'aménagement. La partie transitoire 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 régulation est installée derrière le bassin de sédimentation et un dégrilleur est installé devant la chambre d'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 chambre d'écluse correspondante. Une section de raccordement est installée derrière l'écluse. D'après le 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.

2) Disposition et conception structurale de la section de corps de tuyau

Le corps du tuyau applique des tuyaux PCP ronds légèrement enterrés. Le tuyau du siphon inverse du canal secondaire ZPL4-1 a un diamètre de 1,6 m et une épaisseur de paroi de 95 mm; les tuyaux des siphons inverses des canaux secondaires ZAL6-4 et ZAL1-1 ont respectivement un diamètre de 2,2 m et 2,4 m, et 120 mm et 135 mm d'épaisseur. 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 à 0,65, les zones restantes sont remblayées mécaniquement avec une densité relative \geq à 0,6. Des blocs d'ancrage intermédiaires sont installés aux points du changement de l'axe de conduite et toutes les 100 à 150 m entre deux blocs adjacents.

3) Disposition et conception structurale de la section de sortie

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 chambre d'écluse et une partie transitoire. D'après le calcul, le bassin d'absorption est de 7 m de long et le coefficient de pente longitudinale est de 1: 2,5. Les vannes de régulation sont placées à l'arrière du bassin pour contrôler la hauteur de l'eau à l'entrée et assurer la hauteur d'immersion de l'entrée lorsque le débit est faible. Derrière l'écluse, il y a une partie transitoire de sortie d'une longueur de 5 m, qui passe d'un rectangle à un trapèze.

7.4.6.4 Station de pompage

Afin de répondre aux besoins en eau des certaines parties de la zone d'irrigation ZAL 6, une station de pompage est installée dans le canal secondaire ZAL 6-4. Elle est implantée près du pieu N 6 + 525,30 au bout de la section de sortie du siphon inverse du canal secondaire ZAL6-4. Elle dispose de 4 pompes (dont 1 de secours), avec un débit de conception total de 3,674 m³/s, une course d'élévation (pump head) de 18 m et une capacité installée totale de 2 000 kW. Elle est principalement composée d'un canal d'amène d'eau, d'un bassin d'entrée d'eau, d'une chambre de pompage, d'un site d'installation, d'un bâtiment auxiliaire, de tuyaux de sortie d'eau en acier et d'un bassin de sortie d'eau.

Le canal d'amène d'eau prend l'eau du canal par afflux positif. Il a une section rectangulaire de 3 m * 3 m (largeur * hauteur), la cote du fond de canal est de 25,00 m et celle du haut de canal est de 28,00 m. Un dégrilleur et une vanne d'inspection sont installés suivant le canal, celui-ci est ensuite incliné vers le bassin d'entrée par une pente longitudinale de 1: 4 pour se connecter au bassin. Le bassin d'entrée d'eau connecte à plusieurs machines et des piliers d'espacement sont disposés entre les unités de machines pour ajuster l'état de flux avec la dimension de 31,6 * 4,0 * 4,8 m (longueur * largeur * hauteur), l'épaisseur de la paroi est de 0,6 m, le niveau d'eau du bassin d'entrée d'eau est de 26,03 m et le fond est de 23,20m.

La chambre de pompage est de type de salle sèche, avec l'infrastructure de structure murale en béton et la superstructure à ossature. La dimension totale de la chambre de pompage est de 63,8 m * 12,4 m * 16,8 m. Un bâtiment auxiliaire, une chambre de pompage principale et un site d'installation sont implantés successivement de gauche à droite, avec une longueur de 20 m, 31,4 m et 12,4 m respectivement, et des joints permanents entre les différentes sections. La cote de la chambre de pompage est de 24,30 m, celle de la surface de fondation est de 21,60 m et celle du sol est de 30,40 m. La chambre de pompage principale est équipée de 4 pompes centrifuges horizontales qui sont implantées en rangée. Un escalier à double volée est disposé à l'extrémité droite et une échelle en acier est disposée entre les différentes unités de machine, tous peuvent atteindre le sol. La chambre de pompage principale est équipée d'un pont roulant électrique mono-poutre de 15T/5T à une cote de 36,60 m pour élever les équipements. La structure de la toiture adopte une grille en acier léger. Le site d'installation et le bâtiment auxiliaire sont disposés sur les deux côtés avec une cote du sol à 30,40 m: le site d'installation est lieu d'installation et de maintenance des équipements, et sur le côté droit une vanne d'entrée est disposée; le bâtiment auxiliaire est principalement arrangé avec une chambre de

contrôle central et une chambre de distribution électrique.

Chaque pompe à eau est équipée d'un ensemble de tuyaux d'entrée d'eau et d'un ensemble de tuyaux de sortie d'eau. Les tuyaux d'entrée d'un diamètre de DN600 prennent l'eau du bassin d'entrée d'eau ; le diamètre des tuyaux de sortie est DN600 et ils sont combinés à une conduite principale de diamètre de DN1000 par un raccord en Y à l'issue de la sortie de la chambre de pompage.

La conduite de sortie DN1000 en acier est connectée aux tuyaux en fonte sphéroïdale DN1000 de grade K9 après la remontée. Les tuyaux de sortie d'eau en fonte sphéroïdale sont disposés en parallèle et côte à côte, d'une longueur de 2500 m, et sont implantés aussi droits que possible le long du versant. Ils sont disposés d'une façon d'enfouissement peu profond et de remblayage, avec des blocs d'ancrage aux tournants et aux endroits passant en pente, les écluses de décharge aux points bas, et les écluses d'échappement aux bosses. La sortie d'eau de la canalisation se fait par siphon avec un écoulement d'eau submergé, et une valve de rupture à vide est installée à la section horizontale la plus élevée de la canalisation pour arrêter l'écoulement.

7.4.6.5 Ouvrages de drainage

La plupart des canaux sont disposés le long des pentes de colline en forme crête, et les inondations sur les pentes nuiront à la sûreté de fonctionnement des canaux et des ouvrages. Pour cette raison, il faut mettre en place des ouvrages de drainage.

Le siphon inverse est appliqué aux endroits où le canal traverse une rivière et un grand fossé et il n'est pas nécessaire de mettre en place un drainage spécial. Cependant, pour assurer la sûreté de fonctionnement du tronçon à ciel ouvert de canal et réduire l'envasement du canal causé par les sédiments transportés par la crue sur talus, en principe, les crues sur la pente au-dessus de la crête de canal ne sont pas autorisées à s'écouler dans le canal. À travers l'établissement d'un dalot d'interception de section appropriée sur le haut du talus de canal, les eaux de crues sont partiellement évacuées via les ponts de production et les ponts piétonniers aménagés tout le long de la ligne du canal, ensuite vidangées dans les ruisseaux naturels les plus proches, puis à l'extérieur du canal par les ponceaux de ruisseaux de montagne.

(1) Ponceaux de ruisseaux de montagne

Lorsque la cote du bassin versant est inférieure à celle de la digue de canal, un ponceau de ruisseaux de montagne est configuré pour évacuer les eaux de crues du canal. Le ponceau utilise des tuyaux en béton préfabriqué et la sortie est reliée à un canal pour conduire les eaux de crues vers une vallée naturelle. Selon le principe d'aménagement des ponceaux de ruisseaux de montagne, 118 ponceaux sont aménagés dans les zones d'irrigation, dont 105 dans l'Ouest I et 13 dans l'Ouest II. D'après l'expérience de projets similaires, le diamètre des

ponceaux de ruisseaux de montagne de ce projet est défini à 1200 DN, et peut supporter les crues d'un débit de 1,5 m³/s. Un ponceau de ruisseau de montagne est composé d'une section transitoire d'entrée, du corps tuyaux et d'une section transitoire de sortie.

La partie transitoire d'entrée est longue de 5 m, en gravats de mortier, passant d'un trapèze à un rectangle progressivement. La taille de la section nette trapézoïdale est de 1,92 m * 1,50 m, de la section nette rectangulaire est de 1,92 m * 1,92 m. La structure et la taille de la partie transitoire de sortie sont les mêmes que celles de la partie transitoire d'entrée. La structure de la partie transitoire d'entrée est illustrée à la Figure 7.4-8

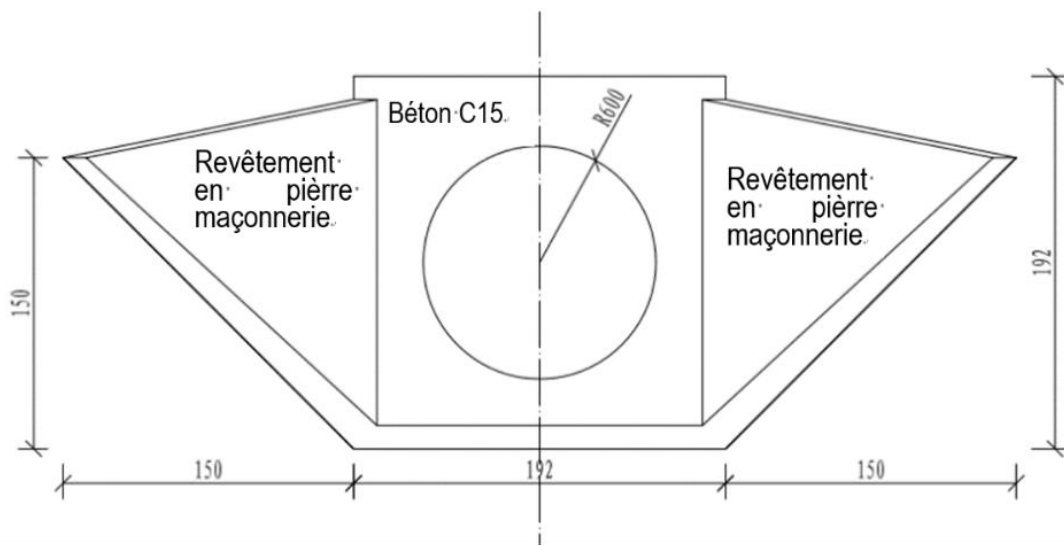


Figure 7.4-8 Section transitoire de sortie du ponceau de ruisseaux de montagne (grandeur en cm et diamètre de tuyau en mm)

Le corps du tuyau de ponceau de ruisseaux de montagne mesure 12 cm d'épaisseur, et le tuyau est en béton armé préfabriqué C20. Le fond est une embase en béton ordinaire C15 dont la taille est de 1,92 m * 0,96 m. La structure typique de la section de corps de tuyau est illustrée à la Figure 7.4-9.

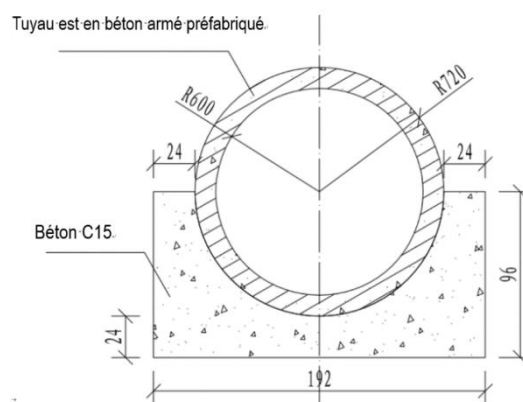


Figure 7.4-9 Dimension de la section transversale du ponceau de ruisseaux de montagne (grandeur en cm et diamètre de tuyau en mm)

(2) Dalots

Les dalots d'interception des canaux principaux et secondaires sont aménagés sur le haut du canal, avec une section rectangulaire de 0,4 m de largeur et 0,4 m de profondeur, et revêtus de gravats de mortier M7,5 d'épaisseur de 0,3 m.

7.4.6.6 Ponts et ponceaux

Des ponts de travail, des ponts à l'usage agricole et des ponts pour piétons doivent être installés dans les tronçons où le canal traverse la route dans les zones d'irrigation. Avec l'expérience des ouvrages, pour les tronçons traversant des routes dans ce projet, 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 paroi de 160 mm. Un lit de tuyaux en béton C15 coulé est mis en place sur toute la section de ponceau à tuyau. L'amont est remblayée jusqu'au sol d'origine avec de terre avec graviers excavée, dont pour la zone à partir de 0,5 m au-dessus du haut de tuyaux jusqu'au fond de la tranchée de tuyaux, remblayée manuellement de la terre avec graviers compactée et à la manière symétrique couche par couche, avec une densité relative \geq à 0,65. Les zones restantes sont remblayées mécaniquement avec une densité relative \geq à 0,6, une hauteur du remblai recommandée supérieure à 1 m et une chaussée réalisée en béton C25.

7.4.7 Jardin agricole de démonstration

Afin d'obtenir un effet de démonstration et d'accélérer le développement de des zones du projet, les jardins agricoles de démonstration A et B sont définis dans l'Ouest II et un jardin de démonstration agricole de 50 ha dans l'Ouest I. Les jardins A et B sont tous de 100 ha, utilisant l'irrigation goutte à goutte. Le jardin A est conçu pour la plantation d'arachides et d'autres cultures économiques, et le jardin B est conçu pour la plantation d'arbres fruitiers.

Jardin A et B de démonstration se compose de deux zones (chacune à 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. Selon les cultures différentes, la distance entre les tubes capillaires et la distance entre les trous d'égouttement sont différentes. Pour le site 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 site 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.

7.4.8 Embarcad ères

(1) La r épartition des embarcad ères est indiqu ée dans le tableau suivant :

N °	Embarcad ères	Plan d'eau	Remarque
1	Ngnith	Lac Guiers	Côté lac de l'écluse Richard Toll
2	Saneinte	Lac Guiers	Côté lac de l'écluse Richard Toll
3	Thiago	Lac Guiers	Côté lac de l'écluse Richard Toll
4	KMS/Gu éou	Bas Ferlo	Côté lac de l'écluse Richard Toll
5	Diatb éNiad é	Bas Ferlo	
6	Mboula	Bas Ferlo	
7	Mboula	Canal	
8	Kamb	Canal	
9	Thiam èneDjolof	Canal	
10	Dahra	Canal	

(2) Sp écifications de conception de r éf érence principales

- 1) «Sp écification de conception g énérale pour les ports maritimes »(JTS 165-2013)
- 2) «Sp écification de conception g énérale pour les ports fluviaux »(JTS 166-2020)
- 3) «Sp écification de conception des embarcad ères de yacht »(JTS 165-7-2014)
- 4) «Sp écification de conception de la structure d'embarcad ères » (JTS 215-2018)
- 5) «Code de charge des ouvrages portuaires »(JTS 144-1-2008)
- 6) «Sp écification de conception des routes portuaires et des parcs de stockage »(JTS 168-2017)

(3) Type de bateau repr ésentatif de la conception

Bateau automobile, 13m*3m*0,4m (longueur * largeur * tirant d'eau en charge)

(4) Niveau d'eau de la conception

Selon les donn ées hydrologiques, le niveau d'eau élev ée de conception est de 3,0 m et le niveau d'eau bas de conception est de 1,5m.

(5) Am éénagement g énéral

1) Les embarcad ères du lac Guiers et du Bas-Ferlo sont de la structure flottante, et l'embarcad ère du canal principal Mboula-Dahra est en structure en pente.

Le front de l'embarcadère est disposé presque parallèlement à la direction de l'écoulement de l'eau. Chaque embarcadère est aménagée avec un poste d'amarrage dont la longueur est de $L_b = L + 2d = 13 + 2 \times 8 = 29$ m.

La longueur de la plate-forme de pontons est de 15 m; la largeur du ponton est de 5 m. La plate-forme de pontons assemblée est intégrée par un cadre en acier sur lequel sont installés des planchers en bois et des installations auxiliaires. La position d'une plate-forme de pontons d'embarcadère sur le lac Guiers et le Bas-Ferlo est fixée par deux pieux d'indexage en acier de $\phi 600$ mm. Les pontons et leur arrière sont reliés par un pont de connexion de $9 \times 1,5$ m. La plate-forme de pontons de l'embarcadère Mboula-Dahra est fixée par l'ancrage, les pontons et leur arrière sont reliés par un pont de connexion de $3,5 \times 1,5$ m.

2) La largeur de l'étendue des eaux pour amarrage est double de la largeur du bateau : $B_b = 2B = 2 \times 3 = 6$ m.

3) Étendue des eaux de virage : La longueur de la zone de virage le long de la direction d'écoulement d'eau est calculée comme 2,5 fois de la longueur du bateau, et la largeur de la zone de virage dans la direction verticale de l'écoulement est calculée comme 1,5 fois de la longueur du bateau, la taille de la zone de virage est donc de $32,5 \times 19,5$ m.

4) La cote du sommet du front d'embarcadère ne doit pas être inférieure à la somme du niveau d'eau plus le franc-bord qui est considéré comme 0,5 m. La cote du sommet de l'embarcadère est de $3,0 + 0,5 = 3,5$ m.

5) Cote du fond du front d'embarcadère : le niveau d'eau bas de conception moins la hauteur d'eau de conception du front d'embarcadère. La hauteur d'eau de conception est calculée suivant la formule de $D_m = T + Z + \Delta Z$, avec le tirant d'eau du bateau T à 0,4 m, le surplus de profondeur sous la quille Z à 0,5 m et la profondeur réservée à la sédimentation ΔZ à 0,5 m.

La cote du fond du front d'embarcadère est calculée comme suit : $1,5 - (0,4 + 0,5 + 0,5) = 0,1$ m. La cote du fond de conception est considérée comme 0 m pour le front d'embarcadère.

(6) Option structural

L'embarcadère a une structure de pont flottant et est essentiellement composé de pontons, de cadre en acier, de panneaux et d'installations auxiliaires.

La longueur de la plate-forme de pontons est définie à 15 m; la largeur des pontons est de 5 m. Sous la plate-forme, ce sont des pontons assemblés reliés à un ensemble par un cadre en acier de forme de grille sur lequel sont installés des planchers en bois et des installations auxiliaires. La plate-forme flottante est structurée de bas en haut par des pontons en polyéthylène haute densité (HDPE) de $1200 \text{ mm} \times 800 \text{ mm} \times 650 \text{ mm}$, un cadre en acier composé de tuyaux carrés galvanisés de 100 mm et un plancher en bois.

La plate-forme flottante est reliée à la rive par un pont de liaison en acier mobile dont la cote du point de raccordement à la rive est de 3,5 m. La largeur du pont de liaison en acier est de 1,5 m, et la longueur de celui-ci des embarcadères sur le lac Guiers et Bas-Ferlo est de 9 m et 3,5 m pour les embarcadères Mboula-Dahra.

Les pieux d'indexage sont des pieux en acier de $\phi 600$ ($\delta 14$) dont la longueur de chacun est de 10 m; chaque plate-forme de pontons a 2 sites de pieux d'indexage, et les pieux en acier sont connectés à la plate-forme de pontons par un vanne-pieux.

Le plancher en bois est installé sur le dessus de la plate-forme de pontons et adopte le bois naturel anticorrosion d'une épaisseur de 50 mm. Le front et les deux flancs de la plate-forme sont équipés de défenses anti-collision en caoutchouc. Le bord arrière de la plate-forme et les deux côtés du pont de liaison disposent de balustrades en bois du même style que le plancher.

Les embarcadères sur Mboula-Dahra profitent de talus de canaux pour construire des marches d'échelle, et 4 anneaux d'amarrage sont enterrés dans chaque escalier.

(7) Volume des ouvrages principaux

Le volume des ouvrages principaux est indiqué dans le tableau suivant.

Embarcadères côté lac de l'écluse Richard Toll (nombre de 6)				
N°	Item	Unité	Nombre	Remarque
1.1	Pontons flottant en HDPE	Pièce	348	1200*800*650mm
1.2	Plancher en bois	m ²	531	
1.3	Balustrades en bois	m	198	
1.4	Pieux d'indexage en acier de $\phi 600$	Nombre de pieux par mètre	12/120	$\Delta=14\text{mm}$
1.5	Pont de liaison de 9*1,5m	Set par tonne	6/16.2	
1.6	Tuyau carré galvanisé de 100 mm	m/t	540/7	
1.7	Défense anticollision en caoutchouc pour yacht	m	180	
1.8	Anneau d'amarrage galvanisé de 30 kN	Pièce	18	
1.9	Parapet en béton C30	m ³	300	
1.10	Revêtement en béton C30	m ³	240	25 cm d'épais
1.11	Fondation stabilisée en ciment macadam de 6%	m ³	192	20 cm d'épais
1.12	Coussin en gravier gradué	m ³	144	15 cm d'épais
1.13	Pierre de bloc	m ³	360	50 cm d'épais
1.14	Sable de remblayage	m ³	400	
1.15	Bordure en béton C30	m ³	21	
Embarcadères du tronçon de canal Mboula-Dahra (nombre de 4)				
2.1	Pontons flottant en HDPE	Pièce	232	1200*800*650mm
2.2	Plancher en bois	m ²	324	
2.3	Balustrades en bois	m	88	
2.4	Pont de liaison de 3*1,5m	Set par tonne	4/3,6	

Embarcadères côté lac de l'écluse Richard Toll (nombre de 6)				
N°	Item	Unité	Nombre	Remarque
2.5	Tuyau carré galvanisé de 100 mm	m/t	360/4,6	
2.6	Défense anticollision en caoutchouc pour yacht	m	120	
2.7	Anneau d'amarrage galvanisé de 30 kN sur la plate-forme de pontons	Pièce	12	
2.8	Anneau d'amarrage en acier de $\phi 32$ dans escaliers	kg	448	
2.9	Parapet en béton C30	m ³	64	
2.10	Marche en béton C30	m ³	16	
2.11	Gravier de marche	m ³	12	
2.12	Coussin de sable grossier de marches	m ³	8	
2.13	Revêtement en béton C30	m ³	160	25 cm d'épais
2.14	Fondation stabilisée en ciment macadam de 6%	m ³	128	20 cm d'épais
2.15	Coussin en gravier gradué	m ³	96	15 cm d'épais
2.16	Bordure en béton C30	m ³	21	

7.4.9 Ferme piscicole de démonstration

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

7.5 Surveillance de la sécurité

7.5.1 Objet de la surveillance de la sécurité

L'objet principal est de surveiller la sécurité de divers ouvrages pendant la période de construction, de mise en service d'eau et d'exploitation, tout en tenant compte des besoins de retour d'information sur la conception, et d'optimisation de la construction.

7.5.2 Principes de surveillance de la sécurité

Selon la «Classification des ouvrages hydrauliques et hydroélectriques et standard d'inondations» (SL252-2017), ce projet est classé à type grand (2) de Grade II en fonction de la superficie irriguée du projet. Le niveau des ouvrages principaux est Grade 2 et le niveau des ouvrages secondaires est Grade 3. En fonction de la classification et de l'échelle technique de chaque ouvrage et en combinaison avec la situation réelle du projet, il est décidé de se concentrer sur la surveillance des édifices principaux et des canaux et digues géologiquement pauvres, et les autres parties ne seront ciblés qu'avec un petit nombre de points de contrôle pour les zones de déformation ou d'infiltration selon les besoins.

Selon les conditions géologiques le long des ouvrages de transfert d'eau et les caractéristiques

structurelles de chaque bâtiment, en se référant aux exigences des spécifications de surveillance pertinentes, les principes de conception du système de surveillance de la sécurité de ce projet sont déterminés au préalable comme suit :

- (1) Il faut concentrer la surveillance de la sécurité sur la déformation et l'infiltration des ouvrages en fonction de la disposition technique, des conditions géologiques et des caractéristiques structurelles;
- (2) Le choix des emplacements de surveillance des ouvrages, la formulation des éléments de surveillance et la disposition des instruments (points de mesure) devraient être déterminés en fonction des conditions réelles de chaque bâtiment, telles que les conditions géologiques, la forme structurelle et l'échelle, et devraient se concentrer autant que possible et tenir compte de la généralité. La disposition des installations de surveillance doit être quantitativement contrôlée et qualitativement précise ;
- (3) Les instruments et équipements de surveillance doivent être fiables, durables et pratiques, et les indicateurs de performance technique doivent répondre aux spécifications et aux exigences des ouvrages;
- (4) Afin de faciliter la gestion de l'exploitation et la rétroaction en temps opportun du projet, les éléments de surveillance importants des ouvrages principaux doivent être connectés au système automatisé pour réaliser la surveillance en ligne en temps réel sur le système automatisé
- (5) Outre la surveillance avec des instruments, les ouvrages doivent faire l'objet des inspections manuelles régulières.

7.5.3 Base de surveillance de la sécurité

- (1) «Code de conception pour la surveillance de la sécurité des ouvrages hydrauliques et hydroélectriques »SL725-2016 ;
- (2) «Spécifications techniques pour la surveillance de la sécurité des digues terrestres et rocheux »SL552-2012 ;
- (3) «Code technique de surveillance de la sécurité des digues en béton »SL601-2013;
- (4) «Spécification de mesure nationale du nivellement de première et deuxième grade » GB/T12897-2006
- (5) «Spécification de mesure nationale de troisième grade »GB50026-2007;
- (6) «Spécification de l'enquête d'ingénierie »GB50026-2007;
- (7) «Règlement technique pour la surveillance de la sécurité des ouvrages de barrage »SL/T 794-2020.

7.5.4 Surveillance de l'ouvrage d'extension du canal Taouey

Le canal de Taouey qui est situé derrière l'écluse Richard Toll a une longueur d'environ 17 km. Après l'extension, la largeur moyenne du fond de la section est d'environ 48 m et la surface d'écoulement moyenne sur la section atteint 280 m². Les principaux éléments de suivi identifiés sont les suivants :

(1) Surveillance du déplacement vertical de surface: Il est prévu de poser un point de nivellement précis sur le dessus du barrage du canal pour surveiller le déplacement vertical de la surface.

(2) Surveillance de la ligne d'infiltration des barrages: Il est prévu d'installer des osmomètres à la crête et au fond des digues pour surveiller la ligne d'infiltration du corps des digues.

Sur la base des éléments de surveillance et du contenu déterminés ci-dessus, l'estimation préliminaire du nombre d'instruments et d'équipements de surveillance est présenté dans le tableau 7.5-1.

Tableau7.5-1 Quantité des instruments et des équipements de surveillance pour l'ouvrage d'extension de canal

N°	Intitulé	Unité	Nombre	Remarque
(I)	Surveillance de la déformation			
1	Point de benchmark	Objet	204	
2	Niveau de précision	Set	1	Règle de niveau incluse
(II)	Surveillance des infiltrations			
1	Osmomètre	Objet	102	
2	Câble	m	5100	
3	Dispositif de transmission sans fil	Set	34	
4	Lecteur de chaîne	Objet	1	

7.5.5 Surveillance des ouvrages de digues et d'écluses sur le lac de Guiers

7.5.5.1 Surveillance des digues du lac de Guiers

Le niveau d'eau le plus élevé du lac Guiers est de 3 m et l'élévation de la crête de digue sur la rive du lac est de 4 m après le rehaussement. Il y a 10 tronçons d'ouvrages de digue qui doivent être rehaussés cette fois. Les principaux éléments de surveillance identifiés sont les suivants:

(1) Surveillance du déplacement vertical de digue: il est prévu de mettre en place des points de benchmarking précis sur le haut des digues rehaussés du lac Guiers pour suivre l'affaissement de la crête des digues.

(2) Surveillance de l'infiltration des digues: il est prévu de percer des trous à l'intérieur des

digues rehaussé du lac Guiers et de poser des osmomètres pour surveiller la pression d'infiltration des digues.

7.5.5.2 Surveillance l'écluse KMS

L'écluse KMS est principalement composée d'une section de raccordement d'amont, d'une chambre d'écluse et d'une section de raccordement d'aval. La chambre d'écluse est de 25 m de long et avec 12 trous. Les principaux éléments de suivi identifiés sont les suivants :

- (1) Surveillance du déplacement vertical de l'écluse: il est prévu de poser des point de benchmark précis sur le dessus de l'écluse KMS pour surveiller l'affaissement supérieur afin de surveiller l'affaissement inégal entre les différents blocs structurels.
- (2) Surveillance du déplacement horizontal de l'écluse: il est prévu de disposer des points de mesure de la ligne de visée sur le dessus de l'écluse KMS pour surveiller le déplacement horizontal supérieur.
- (3) Surveillance de la pression d'élévation de l'écluse: il est prévu d'installer des osmomètres à la fondation de l'écluse KMS pour la surveillance de la pression d'élévation de fondation.

7.5.5.3 Surveillance de l'ouvrage de reconstruction de l'écluse Keur-Idy

L'écluse Keur-Idy reconstruite est également composée d'une section de connexion d'amont, d'une chambre d'écluse et d'une section de connexion d'aval. Les principaux éléments de suivi identifiés sont les suivants:

Surveillance du déplacement vertical de l'écluse: Il est prévu de disposer des points de benchmark précis sur le haut de l'écluse Keur-Idy pour surveiller l'affaissement supérieur afin de surveiller l'affaissement inégal entre les différents blocs structurels.

7.5.5.4 Surveillance l'écluse Syer

La nouvelle écluse Syer est composé d'une section de raccordement en amont, d'une chambre d'écluse et d'une section de raccordement en aval. Les principaux éléments de suivi identifiés sont les suivants:

- (1) Surveillance du déplacement vertical de l'écluse: il est prévu de disposer des points de benchmark précis en haut de l'écluse Syer pour surveiller l'affaissement supérieur afin de surveiller l'affaissement inégal entre les différents blocs structurels.
- (2) Surveillance de la pression d'élévation de l'écluse: il est prévu d'installer des osmomètres à la fondation de l'écluse Syer pour la surveillance de la pression d'élévation de fondation.

Sur la base des éléments de surveillance et du contenu déterminés ci-dessus, l'estimation préliminaire du nombre d'instruments et d'équipements de surveillance est présentée dans le Tableau 7.5-2.

Tableau7.5-2 Quantités des instruments et des équipements de surveillance pour les digues et les écluses

N°	Intitulé	Unité	Nombre	Remarque
(I)	Surveillance de la déformation			
1	Point de benchmark	Objet	200	
2	Niveau de précision	Objet	1	Règle de niveau incluse
3	Point de mesure du déplacement horizontal	Objet	15	
4	Station Total	Objet	1	Prisme incluse
(II)	Surveillance des infiltrations			
1	Osmomètre	Objet	80	
2	Câble	m	4000	
3	Dispositif de transmission sans fil	Set	30	
4	Lecteur de chaîne	Objet	1	

7.5.6 Surveillance de l'ouvrage de dragage du chenal de Ferlo

Il est envisagé de draguer le marigot d'environ 70 km entre l'écluse KMS et Mboula. Le dragage est principalement effectué le long du chenal principal existant. Le fond du canal en amont du chenal à draguer est principalement composé de sable moyen. Les principaux éléments de suivi identifiés sont les suivants :

(1) Surveillance du déplacement vertical de surface: il est prévu de poser des points de benchmark précis sur le dessus du barrage du canal pour surveiller le déplacement vertical de la surface.

(2) Surveillance de la ligne d'infiltration des digues: il est prévu d'installer des osmomètres en haut et en bas des digues de canal pour surveiller la ligne d'infiltration du corps de digue.

Sur la base des éléments de surveillance et du contenu déterminés ci-dessus, l'estimation préliminaire du nombre d'instruments et d'équipements de surveillance est présentée dans le tableau 7.5-3.

Tableau7.5-3 Quantité des instruments et des équipements de surveillance pour l'ouvrage de dragage de chenal

N°	Intitulé	Unité	Nombre	Remarque
(I)	Surveillance de la déformation			
1	Point de benchmark	Objet	300	
(II)	Surveillance des infiltrations			
1	Osmomètre	Objet	300	
2	Câble	m	15000	

3	Dispositif de transmission sans fil	Set	100	
4	Lecteur de cha ãne	Objet	1	

7.5.7 Surveillance des ouvrages des stations de pompage et des conduites

La station de pompage PL1 est principalement composée d'un canal d'amène d'eau, d'un bassin d'avant, d'un bassin d'admission, d'une chambre de pompage, de tuyaux de transfert d'eau et d'un bassin de sortie. La station de pompage PL2 est situ ée au bout du chenal Ferlo dragu é, à environ 10 km de la station de pompage PL1, elle est principalement compos ée d'un canal d'amène d'eau, d'un bassin d'avant, d'un bassin d'admission, d'une chambre de pompage, de tuyaux de transfert d'eau et d'un bassin de sortie. Les principaux é éléments de suivi identifi és sont les suivants :

(1) Surveillance du d éplacement vertical: il est pr évu de mettre en place des points de benchmark de pr écision au sommet de la station de pompage PL1 et de la station de pompage PL2 pour la surveillance d'affaissement du sommet afin de surveiller l'affaissement inégal entre les diff érents blocs structurels.

(2) Surveillance du d éplacement horizontal: il est pr évu de disposer des points de mesure du d éplacement horizontal au sommet de la station de pompage PL1 et de la station de pompage PL2 pour surveiller le d éplacement horizontal du sommet.

(3) Surveillance de l'affaissement de fondation: il est pr évu d'installer des jauges d'affaissement à la fondation des stations de pompage PL1 et PL2 pour surveiller l'affaissement de fondation.

(4) Surveillance de la pression de l'élevation de fondation: il est pr évu d'installer des osmom ètres à la fondation des stations de pompage PL1 et PL2 pour la surveillance de la pression de l'élevation de fondation.

(5) Surveillance de l'ouverture des joints: il est pr évu d'installer des fissurom ètres entre les blocs structurels de la station de pompage PL1 et de la station de pompage PL2 pour surveiller l'ouverture des joints.

(6) Surveillance de la contrainte d'armature d'acier: il est pr évu de poser des jauges stress d'armature sur les parties sollicit ées de la station de pompage PL1 et de la station de pompage PL2 pour la surveillance des contraintes structurelles.

Sur la base des é éléments de surveillance et du contenu d étermin é ci-dessus, l'estimation pr éliminaire du nombre des instruments et des équipements de surveillance est pr ésent ée dans le Tableau 7.5-4.

Tableau 7.5-4 Quantit é des instruments et des équipements de surveillance pour les ouvrages de stations de pompage et de conduites

N °	Intitul é	Unit é	Nombre	Remarque
(I)	Surveillance de la d éformation			
1	Point de benchmark	Objet	50	
2	Point de mesure du d éplacement horizontal	Objet	20	
3	Jauge d' affaissement	Objet	10	
(II)	Surveillance des infiltrations			
1	Osmom ètre	Objet	20	
(III)	Surveillance des contraintes et des d éformations			
1	Fissurom ètres	Objet	30	
2	Jauge stress d' armature	Objet	30	
3	Dispositif de transmission sans fil	Set	10	
4	C âble	m	8000	
5	Lecteur de cha îne	Objet	1	

7.5.8 Surveillance de l'ouvrage du r éseau de canaux

Il y a 6 canaux principaux et 17 canaux secondaires dans l'Ouest I, à savoir les canaux principaux de L1 à L6, et les canaux secondaires de ZPL2-1, de ZPL3-1, de ZAL2-1 à ZAL2-3, de ZAL3-1, de ZAL4-1 à ZAL4-3, de ZAL5-1, de ZPL4-1, et de ZAL6-1 à ZAL6-6. Il y a 1 canal principal et 3 canaux secondaires dans l'Ouest II, à savoir le canal principal M, les canaux secondaires ZAL1-1, ZAL1-2 et ZAL1-3. Les é éléments de surveillance principaux identifi és sont comme suit :

(1) Surveillance de la pression d' élévation de fondation: il est prévu d' installer des osmom ètres à la fondation du canal principal pour la surveillance de la pression d' élévation de fondation.

(2) Surveillance du niveau d'eau de canal: il est prévu d' installer des hydrom ètres dans le canal principal pour la surveillance automatique du niveau d'eau.

Sur la base des é éléments de surveillance et du contenu d' étermin és ci-dessus, l'estimation pr éliminaire du nombre des instruments et des équipements de surveillance est pr ésent ée dans le Tableau 7.5-5.

Tableau7.5-5 Quantité des instruments et des équipements de surveillance pour l'ouvrage du r éseau de canaux

N °	Intitul é	Unit é	Nombre	Remarque
(I)	Surveillance des infiltrations			
1	Osmom ètre	Objet	200	
2	Hydrom ètre	Objet	50	
3	Dispositif de transmission sans fil	Set	50	
4	C âble	m	5000	

7.5.9 Surveillance des ouvrages du réseau de canaux

Afin d'assurer l'alimentation en eau pour les habitants et l'élevage, ce projet met en place 5 réservoirs, dont 4 sont installés le long des canaux principaux L de l'Ouest I: RL1, RL2, RL3 et RL4, et RM1 est situé le long du canal principal M de l'Ouest II. Les principaux éléments de surveillance identifiés sont les suivants :

- (1) Surveillance de l'affaissement des réservoirs: il est prévu d'installer des jauge d'affaissement à la fondation des réservoirs pour surveiller l'affaissement de fondation.
- (2) Surveillance de la pression d'infiltration de la fondation des réservoirs: il est prévu d'installer des osmomètres à la fondation des réservoirs pour surveiller la pression d'infiltration de fondation.
- (3) Surveillance des joints structurels des réservoirs: il est prévu d'installer des fissuromètres au niveau des joints structurels des réservoirs pour surveiller l'ouverture des joints.

Sur la base des éléments de surveillance et du contenu déterminés ci-dessus, l'estimation préliminaire du nombre des instruments et des équipements de surveillance est présenté dans le Tableau 7.5-6.

Tableau 7.5-6 Quantités des instruments et des équipements de surveillance pour les ouvrages du réseau de canaux

N°	Intitulé	Unité	Nombre	Remarque
(I)	Surveillance de la déformation			
1	Jauge d'affaissement	Objet	16	
(II)	Surveillance des infiltrations			
1	Osmomètre	Objet	40	
(III)	Surveillance des contraintes et des déformations			
1	Fissuromètres	Objet	16	
2	Dispositif de transmission sans fil	Set	8	
3	Câble	m	4000	

7.5.10 Système automatisé de la surveillance de sécurité

Selon les caractéristiques essentielles du projet, le système de surveillance de la sécurité est combiné avec le système de gestion d'ingénierie pour construire un système d'observation automatisé hiérarchisé et distribué. Il est prévu de connecter tous les instruments de mesure électriques au système de surveillance automatisé pour minimiser l'investissement de main d'œuvre d'observation de la période de fonctionnement et pour répondre aux besoins du management modernisé d'ingénierie. Les instruments à connecter au système de surveillance automatisé comprennent des hydromètres, des osmomètres, des jauges d'affaissement, des fissuromètres et des jauges de stress d'armature.

7.5.11 Inspection manuelle

Afin de connaître l'évolution de l'état de surface des ouvrages d'ingénierie, à part l'utilisation d'instruments sur les ouvrages pour surveiller divers éléments, des inspections de patrouille doivent également être effectuées. En principe, elles doivent être effectuées à partir de la période de construction. Les observations au début de l'approvisionnement en eau sont nombreuses et denses. Après une période d'exploitation, les différentes données d'observations et de surveillance tendent à être stables, et le nombre des inspections peuvent être réduit de manière appropriée. Au premier stade d'approvisionnement en eau, des inspections manuelles doivent être effectuées pour détecter des problèmes en temps opportun, des petits problèmes à traiter sur place avec des enregistrements détaillés. Les problèmes qui peuvent générer des conséquences graves doivent être signalés au service de gestion de hiérarchie supérieure et des mesures d'urgence doivent être prises à temps. Avec l'allongement du temps d'alimentation en eau, le nombre d'inspections peut être contrôlé à 4 fois par mois, mais pas moins de 2 fois par mois. Les inspections devraient être renforcées pendant la saison des crues, surtout à la période de pluie torrentielle, et elles devraient encore être effectuées à l'issue de la pluie torrentielle. Lorsque le niveau d'eau est supérieur au niveau de fonctionnement normal, il convient de prêter attention et de renforcer les inspections à l'égard des ouvrages principaux des canaux principaux. Lorsque des cas anormaux sont constatés dans la surveillance par instruments et les inspections, l'observation doit être renforcée, et si nécessaire, des inspections de jour et nuit doivent être réalisées pour les tronçons de canaux pouvant connaître une situation dangereuse. Les cas anormaux détectés dans les observations devraient être enregistrés en détail, analysés, recherchés et traités à temps, et les problèmes compliqués ou en développement devraient continuer d'être observés ou être surveillés avec des instruments.

Les inspections générales peuvent utiliser des outils simples tels que la pelle de fer, une règle de mesure, un couteau de poche, un marteau à main, une loupe, etc., en employant des méthodes simples telles que le regard, la mesure par règle, la frappe par marteau à main et l'écoute par oreilles, avec l'enregistrement à tout moment.

Les inspections spéciales peuvent utiliser des caméras, des caméras vidéo et divers équipements spéciaux pour acquérir des informations plus complètes sur les zones où des problèmes ont été détectés et compiler rapidement des rapports d'inspection spécifiques.

8 Génie Mécanique et Électrique et Structure Métallique

8.1 Mécanisme Hydraulique

8.1.1 Condition de conception générale de la station de pompage

Le projet comprend deux stations de pompage à la tête du canal, soit PL1 et PL2, qui prennent de l'eau à partir du fleuve dumarigot du marigot Ferlo, qui relie le Lac Guiers, et approvisionnement de l'eau pour l'agriculture, les pâturages, la vie quotidienne rurale et urbaine et les dévages de deux rives de la vallée de Ferlo après la pressurisation.

La station de pompage PL1 a été conçue pour un débit de 16,06 m³/s, après avoir été pressurisée par la pompe, l'eau du Lac Guiers est transportée à travers un tuyau d'injection de 2400 m, puis alimenté en aval par des canaux principaux. La station de pompage PL2 a été conçue pour un débit de 7,75 m³/s, après avoir été pressurisée, l'eau du Lac Guiers est transportée à travers un tube d'injection de 4000 m jusqu'à un réservoir situé en haute altitude, puis approvisionner l'aval travers des canaux principaux et secondaires.

La région du projet est pauvre en électricité. Pour la construction de la station de pompage, il est nécessaire d'alimenter par un système photovoltaïques de stockage de chaleur, soit utiliser l'énergie solaire pour l'alimentation directe pendant la journée et en utiliser l'énergie diesel et le stockage pendant la nuit. Compte tenu des caractéristiques des systèmes photovoltaïques de stockage de chaleur et de la limitation de la capacité totale du réseau électrique spécifique, la capacité unitaire du groupe de pompes du projet ne devrait pas être supérieure à 900 kW afin de garantir un démarrage normal des pompes et réduire l'impact du démarrage et de l'arrêt de l'unité sur le bon fonctionnement du réseau électrique.

8.1.1.1 Niveau d'eau caractéristique des stations de pompage

Le niveau d'eau caractéristique du réservoir d'admission et de sortie des stations de pompage ainsi que la hauteur d'élévation (pump head) caractéristique est choisi conformément aux « Dispositions de conception des stations de pompage » (GB50265-2010). Le niveau d'eau caractéristique du réservoir d'admission et de sortie des stations de pompage est indiqué au tableau 8.1-1.

Tableau 8.1-1 Niveau d'eau caractéristique de la station de pompage

Station de pompage	PL1	PL2
(I) Niveau d'eau caractéristique de réservoir d'admission		
Niveau maximum (m)	2,91	2,91
Niveau conçu (m)	1,31	1,35
Niveau minimum (m)	0,83	0,90
(II) Niveau d'eau caractéristique de réservoir de sortie		
Niveau maximum de fonctionnement (m)	37,00	44,95

8.1.1.2 Principe de conception

«Dispositions de conception des stations de pompage »(GB50265-2010)

«Dispositions techniques pour la conception électrique, mécanique des ouvrages hydrauliques et hydroélectriques »(SL511-2011)

8.1.1.3 Principe de sélection de pompage

(1) Une collecte vaste d'informations techniques de pointe sur les types de pompes et la sélection de nouveaux modèles hydrauliques en vue d'atteindre le niveau de pointe du secteur;

(2) Le groupe de pompage est équipé d'un équipement sophistiqué et fonctionne de façon sûre et fiable; le nombre de groupe de pompage doit être modéré en fonction des exigences de flexibilité de la programmation des stations de pompage ;

(3) Lors de la conception de la hauteur d'élévation (pump head) du pompage, la pompe assure le débit conçu de la station de pompage; le fonctionnement sûr et stable du pompage à la hauteur d'élévation (pump head) maximum et minimum;

(4) Le haut rendement du dispositif de pompage et sa bonne résistance à la cavitation permettent de réduire le nombre de refoulement et de stabiliser les performances hydrauliques pendant la durée de vie prévue;

(5) Les pompes sont faciles à installer, inspecter, réparer, entretenir et gérer.

8.1.2 Sélection de groupe de pompage

(1) Sélection de type de pompage

Selon le débit de la pompe unique et la gamme de la hauteur de certaines stations de pompage, deux sortes de type de pompe ont été choisies : pompe centrifuge verticale à aspiration double et pompe centrifuge horizontale à aspiration double. Le rayon de la pompe prévu est entre 500 à 600 mm et 800 à 900 mm, la structure de la pompe est plus compliquée et le taux d'utilisation d'espace d'installation est faible en cas d'installation verticale. Actuellement, la pompe du type horizontal dans le même rayon est plus courante, l'expérience de fabrication et production est riche, en même temps, la hauteur d'installation peut être diminuée, le contrôle et la réparation sont plus pratique, dont la pompe centrifuge horizontale à aspiration double a été choisie dans ce stade.

(2) Sélection de nombre de pompage

Principe de sélection de quantité de la station de pompage: conformément aux exigences de

normes, et aux paramètres de fonctionnement de la station de pompage et aux conditions d'alimentation électrique.

Compte tenu de la manque d'électricité du projet, mais la richesse d'énergie solaire, et la saison pluviale et celle sèche sont évidentes, le système photovoltaïque de stockage de chaleur a été sélectionné. En même temps, le démarrage du moteur électrique de grande puissance ne peut pas être répondu en base de caractéristiques du système. Donc, la puissance de groupe unitaire ne peut pas être supérieure à 900 kW. Compte tenu du débit de la transmission de l'eau et de la hauteur de la station de pompage PL1 et PL2, la quantité de la pompe de deux stations de pompage est respectivement de 12 et 5.

Conformément aux « Normes de conception des stations de pompage », stations de pompage pour l'irrigation, lors de 3 à 9 unités, 1 pompe est celle de rechange; plus de 9 unités, 2 pompes sont celles de rechange. Donc la station de pompage PL1 est équipée de 14 unités (12 en service et 2 en réserve), PL2 est équipée de 14 unités (12 en service et 2 en réserve).

(3) Hauteur d'installation du pompage

Hauteur d'aspiration du pompage :

$$H_{\text{aspiration}} = p_{\text{air}}/\gamma - p_{\text{vapeur}}/\gamma - K [\text{NPSH}]_r - h_{\text{perte d'aspiration}}$$

$H_{\text{aspiration}}$ ——hauteur admissible d'aspiration(m);

P_{air} ——pression atmosphérique au niveau de l'eau du réservoir d'admission(Pa);

P_{vapeur} ——pression de vaporisation(Pa);

γ ——intensité de l'eau ;

$[\text{NPSH}]_r$ ——la pompe à eau doit avoir une marge de cavitation (m) et un facteur de sécurité K égal à 1,4 ;

$H_{\text{perte d'aspiration}}$ ——perte de charge dans le tube d'aspiration.

Pour garantir la sécurité et la stabilité du pompage, on calcule le niveau le plus bas du réservoir d'admission de la station de pompage, la hauteur du pompage obtenue est indiquée au tableau 8.1-2.

Tableau 8.1-2 Hauteur d'installation

Station de pompage	PL1	PL2
Hauteur admirable d'aspiration (m)	-2,1	-2,0
Niveau d'eau minimum de fonctionnement de bassin d'admission (m)	0,83	0,90
Hauteur d'installation (m)	-1,6	-1,5

(4) Param ètres de moteur électrique

La capacité du moteur électrique de l'assemblage de pompage est sélectionnée en fonction de la puissance de l'axe maximum probable du fonctionnement du pompage et une réserve est conserv ée, et elle satisfait aux existences de s érie standard de s élection de capacit é du moteur électrique de « Normes de conception de station de pompage » (GB 50265-2010). Le coefficient de réserve de puissance est de 1,10, avec une puissance du moteur électrique corresponde.

$$P_{\text{équip é}} = k_P (kW)$$

Le synchro moteur de 10 kV est choisi et voir tableau 8.1-3 pour la puissance du moteur électrique de chaque station de pompage.

Tableau 8.1-3 Puissance du moteur électrique de station de pompage

Station de pompage	PL1	PL2
Puissance du moteur électrique (kW)	900	900

8.1.3 S élection de vanne de sortie du pompage

Pour assurer la s écurit é du fonctionnement et de la maintenance de la station de pompage, l'écluse est installée dans la conduite d'admission de chaque pompe et deux vannes dans la conduite de sortie. Les vannes de la conduite d'admission sont les vannes de régulation, pour garantir les performances d'aspiration du pompage, elles sont le type hémisphère excentrique actionné électriquement. La première vanne sur le tuyau de sortie est l'écluse de service, elle est l'écluse de commande multifonctionnelle, elle est principalement utilisée pour les arrêts normaux de l'unité de pompage et pour la protection de coup de bélier contre l'accident soudain. La deuxième vanne est l'vanne de régulation de l'unité de pompage et de l'écluse à papillon à fermeture lente et fluide, lorsque l'écluse de service est opposée au fonctionnement, elle peut être fermée en une seule section pour éviter toute extension accidentelle; elle est l'écluse hémisphérique excentrique à commande fluide.

Les mesures de protection contre les coups de bélier dans les stations de pompage ont été déterminées par calcul de protection contre les coups de bélier dans les stations de pompage et la mise au point a été effectuée en ajustant le temps de commutation de l'écluse de commande hydraulique à la sortie du pompage. Voir tableau 8.1-4 pour la répartition de vannes d'admission et de sortie de chaque unité de pompage.

Tableau 8.1-4 Répartition de vannes d'admission et de sortie de pompage

Unit é de pompage	Vanne	Sp é cifications	Quantit é	Notes
Unit é de pompage PL1	Vanne de commande multifonctionnelle du pompage	DN1000, PN1.0MPa DN1000, PN1,0MPa	14	Sortie de pompage
	Vanne h émisph érique excentrique à commande liquide	DN1000, PN1.0MPa DN1000, PN1,0MPa	14	Sortie de pompage
	Vanne h émisph érique excentrique électrique	DN1200, PN1.0MPa DN1200, PN1,0MPa	14	Admission de pompage
Unit é de pompage PL2	Vanne de commande multifonctionnelle du pompage	DN1000, PN1.0MPa DN1000, PN1,0MPa	6	Sortie de pompage
	Vanne h émisph érique excentrique à commande liquide	DN1000, PN1.0MPa DN1000, PN1,0MPa	6	Sortie de pompage
	Vanne h émisph érique excentrique électrique	DN1200, PN1.0MPa DN1200, PN1,0MPa	6	Admission de pompage

8.1.4 Calcul et protection de coup de b é dier

Les deux stations de pompage sont é quip ées de vanne de commande multifonctionnelle à la sortie du pompage, de sorte que la pression maximale/minimale dans la conduite d'eau soit maintenue dans les limites de la pression de la conduite, tandis que la vitesse de rotation inversée de l'unité satisfait aux exigences pertinentes. Les tuyauteries sont également é quip ées de vannes à air conformément aux prescriptions, ce qui permet d'éviter toutes pressions n é gatives et toutes surpressions dans les conditions diff é rentes et garantir la s é curit é des tuyauteries.

Le processus de transition doit é tre calcul é pour les conditions diff é rentes de fonctionnement, ce qui doit permettre de satisfaire aux exigences : la pression maximale de choc à la sortie du pompage ne doit pas é tre sup é rieur à 1,5 fois de la hauteur d'élévation (pump head) de fonctionnement et la vitesse maximale invers ée du pompage ne doit pas é tre sup é rieur à 1,2 fois de la vitesse nominale. Les conduites d'admission et de sortie doivent é viter les pressions n é gatives, sinon les mesures techniques appropri ées doivent é tre prises.

8.1.5 S élection de grue pour salle de pompage

Pour satisfaire les besoins de l'installation et de la maintenance, les deux stations de pompage sont é quip ées de ponts-grues dont le moteur é lectrique est plus lourd, le poids complet est d'environ 10 t. Donc 1 pont-grue é lectrique à poutre double a é t é choisi pour PL1 et PL2 avec un poids de levage de 16t/3.2t. Ils servent aux unités de pompage, vannes d'admission et de sortie, et aux contr ôles et levages d'équipements auxiliaires.

8.1.6 Sélection d'équipements auxiliaires de station de pompage

1) Systèmes techniques d'approvisionnement en eau

Les objets principaux du système d'approvisionnement en eau des stations de pompage comprennent les refroidisseurs d'air des moteurs électriques, les refroidisseurs d'huile de palier des pompes et les refroidisseurs d'huile des stations de lubrification.

Le système d'approvisionnement en eau technique de cette station de pompage utilise un projet d'approvisionnement en eau centralisé pressurisée à partir d'un groupe de pompage ; l'eau est tirée du réservoir avant de la station de pompage, filtrée par un filtre, puis alimentée séparément pour le refroidissement de l'unité de pompage et pour l'approvisionnement domestique de l'usine après la pressurisation. La prise d'eau, la pompe et le filtre peuvent être alternatifs. Les débitmètres et les signaux de température sont installés sur les conduites de drainage de chaque réfrigérant de l'unité; les débitmètres et les émetteurs de pression sont installés sur les collecteurs d'admission et de sortie.

2) Drainage de l'installation principale

Les stations de pompage sont les installations à ciel ouvert et les fuites d'eau sont minimales. Il suffit de prendre en compte la maintenance des unités et la percolation des équipements, en tenant compte de la maintenance de 1 unité et le puits de captage est équipé 2 pompes submersibles ont été choisies, dont 1 en service et 1 en réserve, l'eau stagnante est évacuée à l'extérieur de l'usine.

Le démarrage et l'arrêt du pompage sont réglés automatiquement en fonction du niveau d'eau fixé par le gabarit d'injection dans le puits de captage. Lorsque le niveau de l'eau dans le puits de captage atteint le niveau d'alerte, un signal est envoyé à la salle centrale de contrôle et le personnel d'exploitation doit prendre des mesures efficaces pour éviter l'inondation de l'installation.

3) Système à air comprimé

Étant donné qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser de l'air comprimé pour le freinage du pompage centrifuge horizontal unique à double aspiration, la station de pompage n'est pas équipée d'un système stationnaire à air comprimé, mais seulement 2 compresseurs à air mobiles pour le contrôle et le purge.

4) Système de turbine à huile

Le système de turbine à huile assure la lubrification et le refroidissement du pompage et des paliers de guidage du moteur, et 1 station de lubrification est installée. La station de pompage équipée 2 réservoirs à turbine, 2 pompes à huile à engrenage mobile, 1 filtre à huile sous pression, 1 filtre à huile à turbine et 1 camion-citerne mobile.

5)Syst èmes àhuile isolante

Le syst ème àhuile isolante alimente principalement le transformateur principal ; la chambre du réservoir et la chambre de traitement de l'huile sont situées à l'extérieur de l'usine et sont transportées dans des wagons citernes pour alimenter le transformateur ; la filtration de l'huile isolante et l'épuration sont effectuées dans la chambre de traitement de l'huile. Le système à huile isolante ne comporte que quelques équipements de filtration à côté du transformateur principal, équipés de 2 pompes àhuile àengrenage, 1 filtre àhuile sous vide et 1 filtre àhuile de précision.

6)Syst ème de surveillance hydraulique

Afin de connaître en temps utile l'état de fonctionnement de la station et de l'unité, et garantir une exploitation sûre et économique de l'unité, la station de pompage est équipée d'un système de contrôle hydraulique dont les volumes comprennent le niveau en temps réel du réservoir d'admission/sortie de la station de pompage, la pression d'admission/sortie du pompage, le niveau, la pression et le débit du système auxiliaire de la station de pompage. Les conditions de fonctionnement du groupe de pompage (débit, pression de l'eau d'admission et de sortie, température, vibration, pendulation et vitesse de rotation) doivent être surveillés et analysés. Toutes les données recueillies par les types différents de capteurs sont connectés à un système de contrôle informatisé

7)Syst ème de préremplissage en eau primaire

En cas de sans eau du système de sortie de la station de pompage, le démarrage de groupe de pompage initial doit être rempli par une pompe, donc le système de préremplissage en eau primaire doit être mis en place. Lors du remplissage de l'eau, le système d'admission et de sortie est auto-nivelé puis 2 pompes de remplissage sont utilisées pour remplir au niveau du côté de la sortie de la station de pompage jusqu'à 2/3 de la hauteur d'élévation (pump head), la pompe principale peut être mise en marche après le remplissage en eau.

8.1.7 Liste d'équipements principaux des engins hydrauliques

Voir tableau 8.1-5 pour la liste d'équipements principaux des engins hydrauliques

Tableau 8.1-5 Liste d'équipements principaux des engins mécaniques

N°	Désignation	Mod èle et sp écifications	Quantité	Unit é	Notes
I	PL1				
1	Pompe centrifuge horizontale unique àdouble aspiration	Q=1,34m ³ /s,H=44,5m	14	Pi èce	
2	Moteur asynchrone horizontal	900 kW, 990rpm	14	Pi èce	
3	Syst ème de surveillance en ligne des unités		14	S érie	
4	Vanne de commande multifonctionnelle du pompage	DN1000, PN1,0MPa	14	Pi èce	

N°	Désignation	Modèle et spécifications	Quantité	Unité	Notes
5	Vanne hémisphérique excentrique à commande liquide	DN1000, PN1,0MPa	14	Pièce	
6	Vanne hémisphérique excentrique électrique	DN1200, PN1,0MPa	14	Pièce	
7	Grue à pont	16t/3,2t	1	Pièce	
8	Pompe centrifuge horizontale	Q=200m ³ /h,H=35m	2	Pièce	
9	Pompe centrifuge tubulaire	Q=100m ³ /h,H=25m	4	Pièce	
10	Filtre à eau entièrement automatique	Q=100m ³ /h,PN1,0MPa	4	Pièce	
11	Pompes submersibles de décharge	Q=100m ³ /h,H=25m	4	Pièce	
12	Compresseurs d'air à basse pression	Q=1,0m ³ /min,P=0,85MPa	2	Pièce	
13	Réservoir de turbine	2m ³	2	Pièce	
14	Station de lubrification	XYZ-100	1	Pièce	
15	Filtre à huile à turbine	ZJCQ-3	1	Pièce	
16	Wagon citerne mobile	0,5m ³	1	Pièce	
17	Pompe à huile à engrenage	2CY-3,3/0,33	2	Pièce	
18	Filtre à huile sous vide	ZJB-6KY	1	Pièce	
19	Filtre à huile de précision	JYG-50	1	Pièce	
20	Détecteur ultrasonore	8 canaux vocaux	6	Pièce	
21	Détecteur électromagnétique à insertion		14	Pièce	
22	Émetteur de niveau		6	Pièce	
23	Manomètre		14	Pièce	
24	Transducteur de pression		6	Pièce	
25	Vanne à air	DN300mm, PN1,6MPa	18	Pièce	
26	Équipements à réparation mécanique		1	Set	
27	Autres		1	Set	
II	PL2				
1	Pompe centrifuge horizontale unique à double aspiration	Q=1,55m ³ /s,H=53,5m	6	Pièce	
2	Moteur asynchrone horizontal	900 kW, 990rpm	6	Pièce	
3	Système de surveillance en ligne des unités		6	Série	
4	Vanne de commande multifonctionnelle du pompage	DN1000, PN1,0MPa	6	Pièce	
5	Vanne hémisphérique excentrique à commande liquide	DN1000, PN1,0MPa	6	Pièce	
6	Vanne hémisphérique excentrique électrique	DN1200, PN1,0MPa	6	Pièce	
7	Grue à pont	16t/3,2t	1	Pièce	
8	Pompe centrifuge horizontale	Q=200m ³ /h,H=35m	2	Pièce	
9	Pompe centrifuge tubulaire	Q=100m ³ /h,H=25m	4	Pièce	
10	Filtre à eau entièrement automatique	Q=100m ³ /h,PN1,0MPa	4	Pièce	
11	Pompes submersibles de décharge	Q=100m ³ /h,H=25m	4	Pièce	
12	Compresseurs d'air à basse pression	Q=1,0m ³ /min,P=0,85MPa	2	Pièce	
13	Réservoir de turbine	2m ³	2	Pièce	
14	Station de lubrification	XYZ-100	1	Pièce	
15	Filtre à huile à turbine	ZJCQ-3	1	Pièce	
16	Wagon citerne mobile	0,5m ³	1	Pièce	

N °	Désignation	Modèle et spécifications	Quantité	Unité	Notes
17	Pompe à huile à engrenage	2CY-3,3/0,33	2	Pièce	
18	Filtre à huile sous vide	ZJB-6KY	1	Pièce	
19	Filtre à huile de précision	JYG-50	1	Pièce	
20	Détecteur ultrasonore	8 canaux vocaux	3	Pièce	
21	Détecteur électromagnétique à insertion		6	Pièce	
22	Émetteur de niveau		4	Pièce	
23	Manomètre		6	Pièce	
24	Transducteur de pression		6	Pièce	
25	Vanne à air	DN300mm, PN1,6MPa	18	Pièce	
26	Équipements à réparation mécanique		1	Set	
27	Autres		1	Set	

8.2 Génie Électrique

8.2.1 Généralité

Le PERFERLO comprend la construction de 2 stations de pompage à la tête des canaux, 108,25 km de canaux principaux et 194,24 km de canaux secondaires dans l'Ouest I, 41,12 km de canaux principaux et 48,02 km de canaux secondaires dans l'Ouest II. Les équipements mécaniques et électriques principaux sont les machines à ouverture et à fermeture, les vannes de commande, les pompes etc.

8.2.2 Électricité primaire

8.2.2.1 Classification et statistique de charge

Selon les normes de conception pertinentes, le niveau de charge d'alimentation de deux stations de pompage à la tête du canal peut être classé au niveau 2 en fonction de la capacité unitaire et de la position dans le système d'injection d'eau; le grade de charge de chaque écluse est de niveau 3. Le tableau 8.2-1 présente la classification et les statistiques de charge pour les stations différentes de pompage du projet.

Tableau 8.2-1 Statistiques de charge électrique de la station de pompage

N °	Désignation de la station de pompage	Pompe		Quantité (principal + recharge)	Charge de puissance (kW)	Autres charges		Charges totales (kW)	Niveau de charge
		Puissance (kW)	Tension (kV)			Puissance (kW)	Tension (kV)		
1	Station de pompage PL1	900	10	12+2	10800	500	0,4	11300	II
2	Station de pompage PL2	900	10	5+1	4500	300	0,4	4800	II

Tableau 8.2-2 Tableau statistique de la charge électrique dans les stations d'écluses de canal

N °	Projet	Unité	Quantité (en service + en réparation)	Puissance (kW)	Puissance calculée (kW)	Notes
1	Station d'écluse de répartition de la région Ouest I (charge par station est suivante)	Pièce	4			
	Treuil à vis 200/100 kN	Pièce	2+2	8,0	16,0	

N°	Projet	Unit é	Quantité(en service +en réparation)	Puissance (kW)	Puissance calcul ée (kW)	No tes
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi èce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				17,0	
2	Station d'écluse de répartition de la région Ouest I (charge par station est suivante)	Pi èce	17			
	Treuil à vis 100/50 kN	Pi èce	1+1	4,5	4,5	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi èce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				5,5	
3	Station d'écluse de régulation de la région OuestI (charge par station est suivante)	Pi èce	1			
	Treuil à vis 200/100 kN	Pi èce	1+1	8,0	8,0	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi èce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Pi èce	1	0,3	0,3	
	Sous-total				9,0	
4	Station de l'écluse de retour de l'eau de la région Ouest I (charge par station est suivante)	Pi èce	1			
	Treuil à vis 200/100 kN	Pi èce	1+1	8,0	8,0	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi èce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				9,0	
5	Station de l'écluse de retour de l'eau de la région Ouest I (charge par station est suivante)	Pi èce	11			
	Treuil à vis 100/50 kN	Pi èce	1+1	4,5	4,5	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi èce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				5,5	
6	Station de l'écluse d'ouvrage de la région Ouest I (charge par station est suivante)	Pi èce	2			
	Treuil à vis 100/50 kN	Pi èce	1+1	4,5	4,5	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi èce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				5,5	
7	Station d'écluse de répartition de l'Ouest II (charge par station est suivante)	Pi èce	1			
	Treuil à vis 200/100 kN	Pi èce	2+2	8.0	16	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi èce	1	0.7	0.7	
	Autre charge	Set	1	0.3	0.3	
	Sous-total				17	
8	Station d'écluse de répartition de l'Ouest II (charge par station est suivante)	Pi èce	3			

N°	Projet	Unit é	Quantit é(en service +en r éparation)	Puissance (kW)	Puissance calcul ée (kW)	No tes
	Treuil à vis 100/50 kN	Pi àce	1+1	4,5	4,5	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi àce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				5,5	
9	Station d'écluse de régulation de l'Ouest II (charge par station est suivante)	Pi àce	1			
	Treuil à vis 200/100 kN	Pi àce	2+2	8,0	16,0	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi àce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				17,0	
10	Station d'écluse de régulation de l'Ouest II (charge par station est suivante)	Pi àce	1			
	Treuil à vis 100/50 kN	Pi àce	1+12	4,5	4,5	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi àce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				5,5	
11	Station d'écluse de retour d'eau de l'Ouest II (charge par station est suivante)	Pi àce	4			
	Treuil à vis 100/50 kN	Pi àce	1+1	4,5	4,5	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi àce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				5,5	
12	Écluse Keur-Idy					
	Treuil à vis 200/100 kN	Pi àce	2+2	8,0	16,0	
	Unit é d' écluse à distance de la station de l'écluse	Pi àce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				17,0	
13	Écluse Syer					
	Treuil à vis 200/100 kN	Pi àce	2+2	8,0	16,0	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse	Pi àce	1	0,7	0,7	
	Autre charge	Set	1	0,3	0,3	
	Sous-total				17,0	
14	Écluse KMS					
	Treuil à vis 200/100 kN	Pi àce	12+1	8,0	96,0	
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse et autre charge de surveillance	Pi àce	1	4,0	4,0	
	Autre charge	Set	1	10,0	10,0	
	Sous-total				110,0	
15	Richard Toll 水闸 Écluse Richard Toll					
	200/100 kN Treuil à vis 200/100 kN	Pi àce	8+0	8,0	64,0	

N°	Projet	Unit é	Quantit é(en service +en r éparation)	Puissance (kW)	Puissance calcul ée (kW)	No tes
	Unit é de mesure à distance de la station de l'écluse et autre charge de surveillance	Pi èce	1	4,0	4,0	
	Autre charge	Set	1	10,0	10,0	
	Sous-total				78,0	

8.2.2.2 Mode d'accès aux réseaux électriques

Une centrale électrique spéciale sera construite pour alimenter l'électricité et un réseau de distribution spécifique sera constitué à l'intérieur du projet. Voir le chapitre 9 pour les détails.

Les stations de pompage de niveau II alimentées en énergie électrique sont connectées à la ligne spéciale initiale à double circuit du système électrique et les points d'alimentation sont situés entre les stations de pompage PL1 et PL2, respectivement à 3,6 et 6,2 km de la centrale photovoltaïque. Il est prévu d'introduire une ligne d'alimentation en 1 circuit à partir de bus différents du système de 30 kV de la centrale photovoltaïque comme deux points d'alimentation pour les deux stations de pompage à la tête de canal. Dans les deux circuits alimentés simultanément, lorsqu'un circuit interrompt l'alimentation, l'autre circuit doit répondre à toutes les exigences d'alimentation de la charge électrique au niveau II.

La station de l'écluse de Richard Toll et KMS seront connectées au réseau de distribution spécifique du projet, avec une tension de 30 kV; les autres stations de pompage sont alimentées par des équipements complets intelligents complémentaires de l'énergie solaire et éolienne, qui ne sont pas connectés aux autres systèmes de distribution électrique.

8.2.2.3 Raccord principal électrique et mode de raccordement de la station

1) Station de pompage à la tête du canal

En fonction de la taille des unités des stations de pompage PL1 et PL2 et de leur importance dans l'ensemble du projet d'injection d'eau, les deux modes de raccordement des postes équipés des stations de pompage à la tête du canal sont décrits ci-après séparément.

(1) Option de raccordement

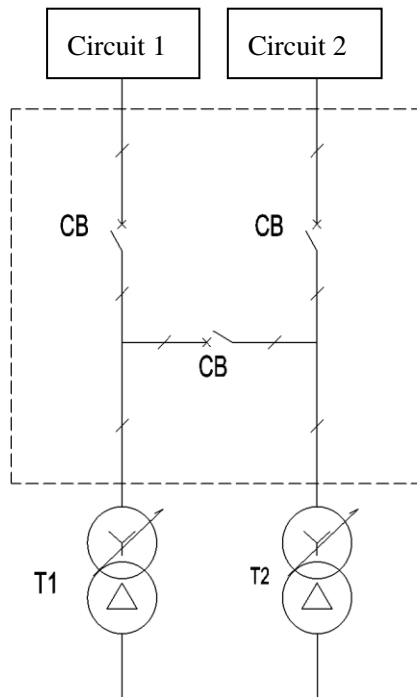
En fonction des caractéristiques électriques de la station de pompage et du poste d'alimentation, le programme 1 pour le câblage électrique principal du système de 30 kV pour le poste de 30 kV est un câblage en pont interne et le programme 2 est un tronçon de bus simple. Le schéma 8.2-1 et 8.2-2 illustrent les raccordements principaux pour le programme 1 et 2.

Le réseau de 10 kV et le réseau électrique de la station de 0,4 kV sont tous deux câblés en

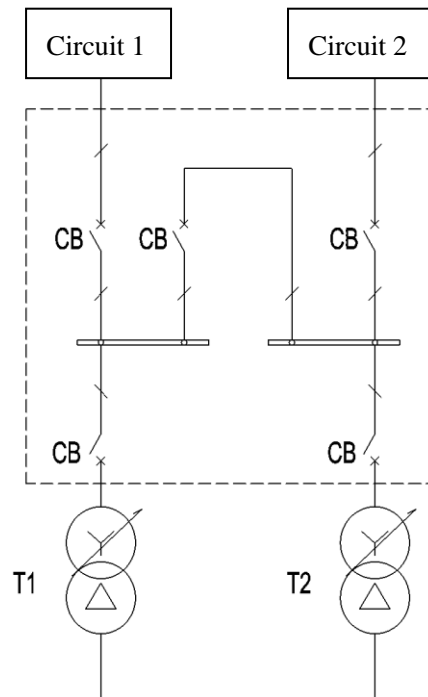
sections de bus simple.

(2)Caract éristiques techniques de chaque solution

La solution 1 est simple avec un petit nombre de disjoncteurs, ce qui permet de réaliser des économies d'investissement; mais la pose et le découpage des transformateurs sont plus complexes. La répartition équilibrée de la charge du bus pour lasolution 2, il est pratique et souple; le fonctionnement de la station de pompage ne doit pas être affecté en cas de défaillance de l'une quelconque des sections de bus; les disjoncteurs sont nombreux.



Sch éna 8.2-1 Solution 1



Sch éna 8.2-2 Solution 2

(3) Comparaison technique et économique de chaque solution

Tableau 8.2-3 Comparaison technique et économique de raccordement de 30 kV

Solution	Solution I	SolutionII
Projet	Raccordement au pont intérieur	Raccordement en section de bus simple
Fiabilité	Raccordement simple ; pose et découpage des transformateurs sont plus complexes	Fonctionnement pratique ; le fonctionnement de la station de pompage ne doit pas être affecté en cas de défaillance de l'une quelconque des sections de bus
Flexibilité	Assez bien	Bien
Quantité d'armoire de switch	5+n	6+n
Économie	Bien	Assez bien
Conclusion		Recommandé

(4) Sélection de solution

Une comparaison technico-économique a permis de constater que la fiabilité et la souplesse de fonctionnement des solutions 1 et 2 répondent aux exigences opérationnelles, que la fiabilité et la souplesse de fonctionnement du solution 2 étaient meilleures et que les performances économiques du solution 1 étaient légèrement meilleures, mais qu'en raison du prix plus bas des équipements de 30 kV et de la différence faible de coût global, il est recommandé le solution de raccordement en sections de bus simple.

Conformément aux spécifications de conception des stations de pompage, pour ce projet, le système de 10 kV et le système électrique de la station de 0,4 kV ont tous été câblés en section de bus simple.

2) Station de l'écluse

La station de l'écluse Richard Toll et KMS sont connectées aux réseaux locaux par une ligne de 30 kV et le réseau de 30 kV est câblé par une variante de câble; le câble de pression basse est de 0,4 kV et qui est câblé par un bus simple.

D'autres stations de commande sont alimentées en énergie par équipements complets intelligents de l'énergie solaires et éoliens.

8.2.2.4 Sélection de capacité de transformateur

1) Transformateur principal

Les transformateurs principaux ne sont installés dans les stations de pompage que pour la tension de 30 kV. Chaque station de pompage est équipé de deux transformateurs principaux ; en cas de panne ou d'entretien d'un des transformateurs, l'autre transformateur peut supporter 100% de la charge totale de la station de pompage. La capacité du transformateur principal est

calcul é sur la base du tableau 8.2-1.

La formule de sélection de la capacité est : $S_b \geq k * K_t * P_j / \eta / \cos\Phi$,

Dont :

S_b : Capacité du transformateur ;

P_j : Charge calcul é de la station de pompage ;

k : Coefficient de perte du réseau, en général 1,05 ;

K_t : Coefficient simultané étant donné que la charge principale du projet est la pompe, le mode de fonctionnement a été pris en compte dans la statistique de la charge, et il est pris ici 1,0.

η : Efficacité de pompage, en général 0,9, étant donné que la charge principale du projet est la pompe, donc il est pris ici 0,9 ;

$\cos\Phi$: Facteur de puissance, étant donné que 0,90 (retard é) à 0,95 (retard é), donc il est pris 0,95.

Tableau 8.2-4 Capacité de transformateur principal

N°	Projet	Capacité de transformateur (kVA)	Quantité	Notes
1	Station de pompage PL1	16000	2	
2	Station de pompage PL2	6300	2	

2) Transformateurs pour station de pompage et vanne

Deux transformateurs pour la station 10/0,4 kV ont été installés séparément dans la station de pompage à la tête du canal. Les transformateurs utilisés dans chaque station supportent 70 à 75% de la charge électrique totale de la station de pompage à laquelle ils appartiennent; les autres stations de pompage sont équipées d'un transformateur dont sa capacité est calculée sur la base du tableau 8.2-1.

La formule de sélection de capacité est : $S_b \geq k * K_t * K_f * P_j / \cos\Phi$,

Dont :

S_b : Capacité de transformateur;

P_j : Charge calcul é pour transformateur de la station;

k : Coefficient de perte de réseau, en général 1,05;

K_t : Coefficient simultané complètement 0,9.

K_f : Coefficient de charge, 0,75 pour deux transformateurs, 1,0 pour un transformateur.

$\cos\Phi$: Facteur de puissance, étant donné 0,9 (retardé).

Tableau 8.2-5 Capacité de transformateur pour station et vanne

N°	Projet	Capacité de transformateur (kVA)	Quantité	Notes
1	Station de pompage PL1	400	2	
2	Station de pompage PL2	315	2	
3	Station de l'écluse KMS	160	1	
4	Station de l'écluse Richard Toll	100	1	

8.2.2.5 Sélection de démarrage d'unité de pompage

Les modes de démarrage des pompes sont les suivants: démarrage direct à pleine pression, démarrage d'épressurisé, démarrage d'épressurisé Y - Δ , démarrage en douceur et démarrage à fréquence variable. En fonction des caractéristiques des modes différents de démarrage mentionnés ci-dessus, le mode de démarrage des pompes du projet a été essentiellement choisi :

Toutes les unités de pompage sont équipées d'un démarreur souple à l'état solide.

Le démarrage de la machine d'ouverture et de fermeture des vannes est effectué par démarrage direct.

Le «démarrateur souple » est un nouveau dispositif de commande du moteur qui combine un démarrage souple du moteur, un arrêt souple, une économie d'énergie pour une charge légère et une protection multifonctionnelle. Pendant toute la durée du démarrage, la sortie du démarreur souple est un processus de montée en pression continu jusqu'à ce que le thyristor soit entièrement conduit et le moteur fonctionne à la tension nominale. Le démarrage souple présente l'avantage tel que la réduction de la tension de démarrage et le courant de démarrage faible, ce qui le rend applicable à tous les moteurs asynchrones à vide et à faible charge. L'inconvénient est que le couple de démarrage est faible et il ne convient pas aux grands moteurs qui démarrent sous de fortes charges.

8.2.2.6 Compensation de l'énergie réactive

Étant donné que le moteur de pompage est un niveau de tension de 10 kV, conformément au principe de la compensation in situ, un dispositif de compensation de l'énergie réactive est installé sur le côté de bus de 10 kV de toutes les stations de pompage. La capacité du dispositif de compensation de l'énergie réactive est calculée à supérieur de 0,95 sur la base de facteur de puissance au cours du fonctionnement du moteur, le dispositif de compensation de

l'énergie réactive est destiné à être centralisé par compensation de groupes de condensateurs, un compensateur de condensateurs équipé par section de bus, en divisé par 3 ou 2 groupes, 3 ou 2 groupes de condensateurs sont alimentés par quantité de fonctionnement des unités.

Les stations de vannes sont équipées de dispositifs de compensation de l'énergie réactive du côté de bus 0,4 kV. Sa capacité est considérée comme égale à 30% de la capacité du transformateur, tandis que les condensateurs sont contrôlés par le facteur de puissance en groupant à alimenter.

Tableau 8.2-6 Installation de compensation de l'énergie réactive

Désignation de station	PL1	PL2	Écluse KMS	Écluse Richard Toll
Quantité	2	2	1	1
Capacité totale par chaque set (kVar)	1800	900	50	30
Nombre de groupe de chaque condensateur	3	2	1	1
Tension nominale (kV)	10	10	0,4	0,4
Capacité pour groupe I (kVar)	300	300	50	30
Capacité pour groupe II (kVar)	600	600	/	/
Capacité pour groupe III (kVar)	900	/	/	/

8.2.2.7 Sélection d'équipements principaux électriques

(1) Niveau du courant de court-circuit

Les travaux de conception du système d'alimentation électrique de la station de pompage ne sont pas encore terminés, les paramètres d'impédance équivalente du système d'alimentation électrique sont manqués et il n'est pas possible de calculer en détail le courant de court-circuit de cette station de pompage. Afin de procéder à une sélection primaire des équipements électriques, les niveaux de courant de court-circuit de niveaux différents de tension du projet ont été choisis :

1) 30 kV: 31,5 kA

2) 10 kV: 25 kA.

(2) Transformateur principal

Tous les transformateurs principaux du projet sont les transformateurs triphasiques immergés dans l'huile, à double enroulement, à tension variable sous charge et à dépression en cuivre. Les paramètres principaux techniques sont les suivants :

Capacité nominale : 16 MVA (PL1)

6.3 MVA (PL2)

Tension nominale : 30kV $\pm 8 \times 1.25\%$ / 10 kV

Tension d'impédance : 8%(PL1) 7%(PL2)

Groupe de raccordement : YNd11

Puissance nominale : 50 Hz

Mode de mise à la terre du point neutre : Mise à la terre directe

Mode de refroidissement : ONAN

(3) Moteur électrique

Le moteur électrique asynchrone à courant alternatif triphasé est recommandé la tension nominale du moteur est de 10 kV, voir tableau 8.2-7 pour les paramètres techniques de chaque moteur électrique.

Tableau 8.2-7 Paramètres techniques du moteur électrique

Puissance (kW)	Type du moteur	Régime nominal (r/min)	Efficacité (%)	Coefficient de puissance (cosΦ)
900	Moteur asynchrone	Pompe adaptative	95,0	0,89

(4) Installations de distribution électrique de 30 kV

Les armoires de switch métalliques fermées mobiles à intervalles de 30 kV pour les installations de distribution électrique.

1) Paramètres généraux

Tension nominale 30 kV

Tension maximum 36 kV

Fréquence nominale 50Hz

Phase 3 phases

Courant nominal 1250A

Courant nominal de rupture de court-circuit (valeur efficace) $\geq 31,5$ kA

Courant nominal de stabilisation thermique (valeur efficace) $\geq 31,5$ kA

Courant nominal de stabilisation mobile (pic) ≥ 80 kA

2) Disjoncteur

Type : Disjoncteur à vide

Courant nominal 1250A/630A

Courant nominal de rupture de court-circuit (valeur efficace) $\geq 31,5$ kA

Durée de court-circuit nominal 4S

Courant nominal de coupure de court-circuit (pic) ≥ 80 kA

3) Switch mis à la terre

Courant nominal de rupture de court-circuit (valeur efficace) $\geq 31,5$ kA

Durée de court-circuit nominal 3S

Courant nominal de coupure de court-circuit (pic) ≥ 80 kA

4) Onduleur de courant

Précision de mesure 10P/10P/0,2S/0,5/10P/10P(câble)

10P/10P/0.5/10P(raccordement de bus)

5) Onduleur de tension

Tension secondaire nominale

Enroulement secondaire $0,1/\sqrt{3}$ kV

Enroulement auxiliaire (ouverture Δ enroulement) 0,1kV

(5) Dispositif de distribution électrique de 10 kV

Les armoires de switch métalliques fermées mobiles à intervalles de 10 kV pour les installations de distribution électrique. Ses paramètres suivants :

1) Paramètres généraux

Tension nominale 10 kV

Tension maximale 12kV

Fréquence nominale 50Hz

Phase 3 phases

Courant nominal de rupture de court-circuit (valeur efficace) ≥ 25 kA

Courant nominal de stabilisation thermique (valeur efficace) ≥ 25 kA

Courant nominal de stabilisation mobile (pic) ≥ 80 kA

2) Disjoncteur

Type : Disjoncteur à vide

Courant nominal 2500/1250/630A

Courant nominal de rupture de court-circuit (valeur efficace) ≥ 25 kA

Durée de court-circuit nominal 3S

3) Switch de charge

Type : Switch de charge à vide

Courant nominal 2500/1250/630A

Courant nominal de rupture de court-circuit (valeur efficace) ≥ 20 kA

Durée de court-circuit nominal 2S

(6) Dispositif de compensation de l'énergie réactive

1) Groupe de condensateur en parallèle de 10 kV

Le dispositif de condensateur en parallèle est celui intérieur/extérieur (en fonction de la capacité), et mis en service automatique.

Tension nominale du dispositif 10 kV

Nombre de groupe par série 3 groupes (PL1)

2 groupes (PL2)

Capacité nominale du dispositif 1800 kVar(PL1)

900 kVar(PL2)

Réactivité nominale de chaque dispositif est de 5%

Tension nominale du groupe de condensateur $11/\sqrt{3}$ kV

Fréquence nominale 50Hz

2) Groupe de condensateur en parallèle de 0,4kV

Le dispositif de condensateur en parallèle est celui intérieur, en armoire et mis en service automatique.

Tension nominale du dispositif 0.4kV

Capacité nominale du dispositif 30% de capacité de transformateur (voir tableau de raccordement principal)

Réactivité nominale du dispositif Réactivité nominale de chaque dispositif est de 5%

Tension nominale du groupe de condensateur $0.4/\sqrt{3}$ kV, $4/\sqrt{3}$ kV

Fréquence nominale 50Hz

(7) Équipements complets intelligents complémentaires de l'énergie solaire et éolienne

Les équipements complets intelligents complémentaires de l'énergie solaire et éolienne comprennent équipements éoliens (environ de 1 kW), composants photovoltaïques, accumulateurs d'énergie (200 Ah /250 Ah), moteur CC (2,2-20 kW), système de contrôle, système de surveillance vidéo (optionnel) et système de communication.

8.2.2.8 Protection de surtension et mise à la terre

1) Disposition de parafoudre

Les lignes de transmission de deux stations de pompage du projet sont protégées contre la surtension par les parafoudres avant d'entrée dans les locaux ou les armoires de switch. Un groupe de parafoudre est installé au point de raccordement entre l'extrémité de haute tension du transformateur et le câble, et un autre parafoudre est installé à la sortie de l'enroulement de basse tension du transformateur.

2) Protection contre les foudres directes

Les ouvrages principaux de toutes les stations de pompage du projet sont protégés par les ceintures de protection ou paratonnages conformément aux prescriptions des normes de conception du bâtiment en matière de protection contre les rayonnages.

Les vannes sont équipées d'un paratonnage pour la protection contre les mines directes au

sommet de tours d'admission et de sortie de l'eau.

3) Mise à la terre

Pour limiter l'élévation de tension de fréquence industrielles de masse dans toutes les stations de pompage et les stations de vanne, à l'exception des objets métalliques qui peuvent être utilisés dans les stations de pompage et les parties sous-marines des ouvrages hydrauliques du réservoir en tant que dispositif mis à la terre, un réseau de masse artificiel est également installé de manière appropriée dans les bouches d'entrée et de sortie des écluses des stations de pompage et de vanne, afin de réduire la résistance à la terre dans les stations de pompage et d'écluse. En outre, pour répondre aux exigences du potentiel de contact et du potentiel de pas de la station de pompage, il est envisagé de mettre en place un système mis à la terre à potentiel équilibré pour les emplacements à haute tension.

Le projet comprend des tours d'admission, les vannes d'injection d'eau, les vannes de service, des stations de pompage, des installations, des stations de switch de surface etc. La conception des installations de mise à la terre des stations de pompage et les écluses sera réalisé en tenant compte des ouvrages principaux mentionnés ci-dessus. Afin de réaliser des économies d'investissement, le réseau de masse utilisera pleinement les réseaux de masses naturelles telles que les treillis en acier ou les éléments métalliques comme des treillis à courant dispersé. Toutes les parties du réseau de masse sont reliées par des lignes principales de mise à la terre pour former le nœud de l'ensemble du réseau de masse.

Étant donné que le réseau construit spécifiquement n'est pas encore en place et les paramètres différents techniques n'ont pas encore été déterminés, les valeurs admissibles de courant à la terre et de résistance à la terre des installations de mise à la terre en cas de court-circuit des stations de pompage ne peuvent pas être calculés. Donc ses valeurs peuvent être calculés après que les conditions de conception seront réunies et la mise à la terre sera conçue.

8.2.2.9 Éclairage

L'éclairage a été conçu par la partie intérieure et extérieure en fonction des caractéristiques de l'aménagement des ouvrages des stations de pompes et les écluses. L'éclairage à l'intérieur est principalement pour les parties de l'installation et du poste ; l'éclairage extérieur comprend les tours d'admission, les réservoirs de sortie, les parties extérieures du poste et des installations, les voies d'accès aux stations etc.

La sélection des valeurs d'éclairage et des sources lumineuses et des luminaires pour l'éclairage doit être effectuée conformément aux « Normes de conception des stations de pompage » GB50265-2010.

Les valeurs d'éclairage les plus faibles ont été choisies dans les sites principaux comme indiqué au tableau 8.2-8.

Tableau 8.2-8 Valeurs d'éclairage plus faibles dans les sites principaux

Sites de travaux	Éclairage normal (lx)		Éclairage d'accident (lx)
	Éclairage mixte	Éclairage moyen	
Installation principale (sans éclairage naturel)	500	150	10
Installation principale (avec éclairage naturel)	300	100	10
Salle de commande centrale (sur le plateau de commande)		200	30
Salle de commande centrale (sur la console de commande)		500	30
Salle de protection de relais		100	5
Salle d'équipements de communication et salle d'ordinateur		200	10
Locaux des installations de distribution de 30 kV, 10 kV et 0,4 kV		75	3
Laboratoire d'essai électrique	300	100	
Atelier de réparation	200	60	
Escaliers et accès		10	0,5
Accès et voies de véhicules principaux (à l'extérieur)		1	

Les parties d'éclairage mentionnées ci-dessus doivent être réglées en fonction des besoins du site des travaux pour atteindre les valeurs d'éclairement requises.

Les sources lumineuses doivent être de haute efficacité, de bonne couleur, de bon démarrage et de longue durée de vie, et choisies en fonction des exigences de l'objet considéré, des caractéristiques du lieu d'utilisation et du type d'éclairage. Les appareils d'éclairage (lampes) sont choisis en fonction de bonne apparence, d'adaptation de l'environnement de l'installation du poste et de facilité de montage, ses aménagements doivent être adaptés aux ouvrages.

Les lampes d'éclairage en cas d'accident doivent être équipées de lampes d'éclairage en cas d'accident à charge en ligne. Une source d'énergie unique pour l'éclairage en cas d'accident n'est plus prévue.

Pour assurer le bon fonctionnement et l'évacuation des personnes en cas d'incendie, il faut prévoir un éclairage de secours et des lampes d'éclairage pour les signaux indiquant l'évacuation.

L'éclairage intérieur est assuré par un réseau spécial d'éclairage, la charge d'éclairage extérieur est alimentée par les lieux d'alimentation situés à proximité. Pour l'éclairage extérieur, des switch intelligents avec réglage temporel sont utilisés dans tous les lieux pour la commande de l'éclairage extérieur.

8.2.2.10 Disposition d'équipements principaux électriques

(1) Station de pompage à la tête du canal

Le transformateur principal est disposé à l'extérieur du poste ;

Les armoires de switch de 10 kV (y compris les équipements de démarrage), les groupes de condensateurs, les variateurs de station, les dispositifs de distribution de basse tension, les bobines de suppression d'arc et les chambres d'accumulateurs sont disposés au rez-de-chaussée du poste.

Les armoires de switch de 30 kV, la salle de commande centrale, la salle de disques auxiliaires et la salle de communication se trouvent au premier étage du poste ;

Le dispositif de commande du groupe de pompage est installé à côté du groupe de pompage ou dans une installation auxiliaire.

(2) Station de l'écluse

Les transformateurs d'écluse Richard Toll et d'écluse de KMS sont disposés sur les tiges de terminaison de la ligne de 30 kV, les armoires de distribution de basse tension et les armoires de commande centrale sont placés dans la salle de distribution et les armoires de commande (caisses) sont placés à côté de treuils à vis.

Les autres équipements de commande de vanne et de propulsion sont disposés dans les conteneurs d'équipements complets intelligents complémentaires de l'énergie solaire et éolienne.

8.2.2.11 Listes d'équipements principaux électriques

1) Station de pompage PL1

Tableau 8.2-9 Listes d'équipements électriques de la station PL1

N°	Désignation	Modèles et spécifications	Unité	Quantité
I	Travaux de construction de ligne			
1	Ligne de 30 kV	Retour double de même tour, LGJ-150	km	3,6
II	Travaux de transformation			
1	Manchon traversant un mur	30 kV	Série	4
2	Armoire d'entrée de 30 kV	1250A 31,5kA/3s 1250A 31,5kA/3s	Pièce	2
3	Armoire d'entrée de transformateur principal de 30 kV		Pièce	2
4	Armoire PT de 30 kV	JDZX-35	Pièce	2
5	Armoire de switch de contact de	1250A 31,5kA/3s	Pièce	1

N °	Désignation	Mod èles et sp écifications	Unit é	Quantit é
	bus de 30 kV			
6	Armoire isolante de contact de bus de 30 kV		Pi èce	1
7	Transformateur	SZ11-16000 YNd11 30±8*1,25%/10 kV	Pi èce	2
8	Transformateurs pour les postes	SC11-400 ZNyn11 10±2*2, 5%/0,4kV	Pi èce	2
9	Armoire d'entrée de transformateur principal de 10 kV	1250A 25 kA/3s	Pi èce	2
10	Armoire pour les postes de 10 kV	12kV, 40/20A	Pi èce	2
11	Équipements complets du point neutre	DKSC-315	Pi èce	2
12	Armoire d'alimenteur d'antenne de 10kV	630A 25 kA/3s	Pi èce	16
13	Dispositif de l'énergie réactive	1,8Mvar	S érie	2
14	Dispositif de démarrage souple	Avec un moteur de pompage de 900 kW	S érie	14
15	Groupe de pompage	900 kW	S érie	14
16	Armoire PT de 10 kV	JDZX-10	Pi èce	2
17	Armoire de switch de contact de bus de 10 kV	1250A,25kA/3s	Pi èce	1
18	Armoire isolante de contact de bus de 10 kV		Pi èce	1
19	Dispositif de distribution de 0,4kV		Set	1
20	C âble, fil électrique		Set	1
21	Pont de c âble		Set	1
22	Travaux d'éclairage		Set	1
23	Travaux de mis à la terre		Set	1
24	Autres mat ériaux auxiliaires		Set	1

2) Station de pompage PL2

Tableau 8.2-10 Listes d'équipements électriques de la station PL2

N °	Désignation	Mod èles et sp écifications	Unit é	Quantit é
I	Travaux de construction de ligne			
1	Ligne de 30 kV	Retour double de m ême tour, LGJ-95	km	6,2
II	Travaux de transformation			
1	Manchon traversant un mur	30 kV	S érie	4
2	Armoire d'entrée de 30 kV	630A 31,5kA/3s	Pi èce	2
3	Armoire d'entrée de transformateur principal de 30 kV		Pi èce	2
4	Armoire PT de 30 kV	JDZX-35	Pi èce	2
5	Armoire de switch de contact de bus de 30 kV	630A 31,5kA/3s	Pi èce	1
6	Armoire isolante de contact de bus de 30 kV		Pi èce	1
7	Transformateur	SZ11-6300 YNd11 30±8*1,25%/10 kV	Pi èce	2
8	Transformateurs auxiliaires pour les postes	SC-315 ZNn11 10±2*2,5%/0,4kV	Pi èce	2
9	Armoire d'entrée de transformateur principal de 10 kV	630A 25 kA/3s	Pi èce	2
10	Armoire pour les postes de 10 kV	12kV, 40/20A	Pi èce	2
11	Équipements complets du point neutre	DKSC-200	Pi èce	2
12	Armoire d'alimenteur d'antenne de 10 kV	630A 25 kA/3s	Pi èce	8
13	Dispositif de l'énergie réactive	0,9Mvar	S érie	6
14	Dispositif de démarrage souple	Avec un moteur de pompage de 900 kW	S érie	6
15	Groupe de pompage	900 kW	S érie	3
16	Armoire PT de 10 kV	JDZX-10	Pi èce	2
17	Armoire de switch de contact de bus de 10 kV	630A,25kA/3s	Pi èce	1
18	Armoire isolante de contact de bus de 10 kV		Pi èce	1
19	Dispositif de distribution de 0,4kV		Set	1
20	C âble, fil électrique		Set	1
21	Pont de c âble		Set	1
22	Travaux d'éclairage		Set	1
23	Travaux de mis à la terre		Set	1
24	Autres mat ériaux auxiliaires		Set	1

3)Écluse KMS

Tableau 8.2-11 Listes d'équipements électriques de écluse KMS

N°	Désignation	Modèles et spécifications	Unité	Quantité
I	Travaux de ligne			
1	Lignes aériennes de 10 kV	Circuit simple, LGJ-70	km	4
II	Travaux de transformation			
1	Parafoudre de ligne	5kA	Série	2
2	Fusibles à chute	30 kV, 5A	Série	2
3	Transformateur pour les postes	S11-160 Dyn 11 30±2*2,5%/0,4kV	Série	1
4	Armoire de switch de 0,4kV		Pièce	2
5	Armoire de compensation de capacitance de 0,4kV		Pièce	1
6	Câble, fil électrique		Set	1
7	Pont du câble		Set	1
8	Travaux d'éclairage		Set	1
9	Travaux de mise à la terre		Set	1
10	Autres matériaux auxiliaires		Set	1
III				
1	Système de commande de vanne		Série	1
2	Unité de contrôle local		Série	6

4) Écluse Richard Toll

Tableau 8.2-12 Listes d'équipements électriques de écluse Richard Toll

N°	Désignation	Modèles et spécifications	Unité	Quantité
I	Travaux de ligne			
1	Lignes aériennes de 10 kV	Circuit simple, LGJ-70	km	3
II	Travaux de transformation			
1	Parafoudre de ligne	5kA	Série	2
2	Fusibles à chute	30 kV, 5A	Série	2
3	Transformateur pour les postes	S11-100 Dyn 11 30±2*2, 5%/0,4kV	Série	1
4	Armoire de switch de 0,4kV		Pièce	2
5	Armoire de compensation de capacitance de 0,4kV		pièce	1
6	Câble, fil électrique		Set	1
7	Pont du câble		Set	1
8	Travaux d'éclairage		Set	1
9	Travaux de mise à la terre		Set	1
10	Autres matériaux auxiliaires		Set	1
III				
1	Système de commande de vanne		Série	1
2	Unité de contrôle local		Série	6

4)Écluse de canal

Tableau 8.2-13 Listes d'équipements électriques d'écluse de canal

N°	Désignation	Modèles et spécifications	Unité	Quantité
1	Équipements complets intelligents complémentaires de l'énergie solaire et éolienne	Sortie de puissance $\geq 16\text{kW}$	Série	6
2	Équipements complets intelligents complémentaires de l'énergie solaire et éolienne	Sortie de puissance $\geq 8\text{kW}$	Série	2
	Équipements complets intelligents complémentaires de l'énergie solaire et éolienne	Sortie de puissance $\geq 5,5\text{kW}$	Série	38
3	Équipements de contrôle et de communication de vanne		Série	46

8.2.3 Contrôle, protection et communication à l'intérieur du poste

8.2.3.1 Système de surveillance d'ordinateur

(1) Principe de conception

Ce système de contrôle d'ordinateur est non seulement utilisé pour automatiser le contrôle et la surveillance des équipements mécaniques et électriques des stations de pompage, mais aussi pour informatiser et intelligenter la gestion des opérations de commande et d'acheminement de l'eau. Le système de surveillance d'ordinateur doit être établi dans une base du logiciel intégré, harmonisé et fiable pour réaliser le fonctionnement économique de groupes, améliorer l'efficacité des travaux et réaliser les avantages maximum en utilisant la technologie avancée de capteur et de détection à obtenir automatiquement les informations sur le fonctionnement et l'état d'équipements de stations de pompage et de vanne et en appliquant le contrôle fiable, les techniques d'analyse des données et les modèles combinés intelligents.

(2) Objets de surveillance principaux

Les objets de surveillance principaux dans les stations de pompage sont suivants :

Vannes d'admission et de sortie ;

Groupes de pompage et équipements auxiliaires ;

Démarrateur souple et équipements auxiliaires ;

Transformateur principal ;

Équipements de distribution électrique (y compris disjoncteur, switch isolant et switch de mise à la terre etc.) ;

Équipements publics dans l'installation (y compris système d'électricité, de drainage et d'air comprimé etc.) ;

Système d'alimentation de courant continu ;

Transformateur pour les postes et équipements auxiliaires ;

Équipements pour ouverture et fermeture de vanne ;

Autres équipements.

Les objets de surveillance principaux de stations de contrôle de vanne sont suivants :

Machine pour ouverture et fermeture de vanne ;

Équipements de distribution électrique (y compris switch de charge, switch de mis à la terre etc.) ;

Autres équipements.

Les objets de surveillance principaux de stations de contrôle de vanne sont suivants :

Vanne de contrôle ;

Capteur de pression (s'il y en a) ;

Débitmètre ;

Autres équipements.

(3) Structures du système et installation

1) Généralité

Le système de contrôle d'ordinateur de la station de pompage utilise une architecture entièrement ouverte et répartie, le système est divisé en deux niveaux : le niveau de contrôle principal et le niveau de contrôle local. Le niveau de contrôle principal établit un nœud informatique en fonction des exigences fonctionnelles, tandis que le niveau de contrôle local établit une unité de contrôle locale en fonction de la distribution des objets surveillés.

2) Niveau de contrôle principal

① Station de pompage

Le niveau de contrôle principal installe les nœuds d'ordinateur suivants :

Les serveurs de données, les postes de travail des opérateurs, les postes de travail des ingénieurs, les postes de travail pour les déclarations et les alarmes vocales, les serveurs de communication programmés, les serveurs de communication intra-station, les horloges synchrones etc. Pour assurer une alimentation fiable des équipements du niveau de contrôle

principal, le niveau de contrôle principal de chaque station de pompage et de station de l'écluse également équiper un système d'alimentation UPS.

② Niveau de contrôle principal de la station de l'écluse

Le niveau de contrôle principal de la station de l'écluse est équipé d'un ordinateur industriel standard (ou ordinateur à écran tactile) et d'une unité de communication à distance, ils sont installés sur une armoire pour la surveillance, la mise en service, le stockage de l'information des équipements de la station de l'écluse locale.

3) Réseau

Le système de contrôle d'ordinateur utilise une structure de réseau redondante à une seule couche, sur laquelle sont connectés tous les nœuds de niveau de contrôle principal et LCU de niveau local, les informations entre les nœuds de niveau de contrôle principal et de niveau local sont échangées par le réseau. Le réseau est constitué par une structure Ethernet rapide à commutation redondante, avec un débit de transmission de réseau d'au moins de 100Mbps et un support de transmission en fibre optique.

4) Niveau de contrôle local

① Station de pompage

Le niveau de contrôle local de la station de pompage est réglé en fonction de la répartition des objets de surveillance. Chaque unité de pompage de chaque station de pompage installe 1 LCU, chaque station de pompage installe 1 LCU public et 1 LCU pour le poste. Chaque unité de contrôle locale utilise un bus du site pour connecter I/O à distance et les équipements de surveillance locale intelligents.

② Station de l'écluse

La station de contrôle de vanne installe une ou plusieurs unités de surveillance en fonction du nombre de vanne et de la position relative de vanne.

③ Station de contrôle de vanne

Chaque station de contrôle de vanne installe 1 unité de contrôle à distance RTU.

5) Droit de contrôle

Le système de contrôle informatisé des stations de pompage est subdivisé en trois niveaux : niveau de disposition, niveau de contrôle de l'usine, niveau de contrôle local. Le droit de contrôle est réduit progressivement en fonction du niveau de contrôle local, niveau de contrôle de l'usine et niveau de disposition ; le droit de contrôle peut être commuté et verrouillé au moyen de switch et de logiciels.

8.2.3.2 Système de protection de relais

(1) Station de pompage à la tête de canal

Chaque ligne d'aménée de 30 kV est équipée d'un dispositif de mesure et de contrôle de la protection. Chaque transformateur principal est équipé d'un dispositif de prospection de transformateur.

À l'exception de l'armoire PT et de l'armoire de levage, chaque armoire de switch de 10 kV équipe un dispositif de mesure et de contrôle de protection.

Le switch à air de 0,4kV utilise le déclencheur comme dispositif de protection électrique.

(2) Station de pompage de pressurisation

À l'exception de l'armoire PT, de l'armoire de compteur et de l'armoire de levage, chaque armoire de switch de 10 kV équipe un dispositif de mesure et de contrôle de protection.

Le switch à air de 0,4 kV utilise le déclencheur comme dispositif de protection électrique.

(3) Station de contrôle de vanne

La barre du terminal de 10 kV équipe un switch à chute.

Le switch d'aménée à air de 0,4 kV utilise le déclencheur comme dispositif de protection électrique.

8.2.3.3 Alimentation en courant continu

Chaque station de pompage installe 1 système d'alimentation en courant continu.

Le niveau de tension des systèmes à courant continu est de 110 V. Le système à courant continu utilise le monobus. Chaque station de pompage est équipée d'une batterie au plomb étanche à vanne, la capacité de batterie est de 500 AH pour la station de pompage PL1 ; la capacité de batterie est de 400 AH pour la station de pompage PL2 ; le nombre de batteries est de 52. Un dispositif de charge à switch de haute fréquence est équipé et le module de charge utilise le mode N+1. Un dispositif d'alimentation de feeder est équipé et le nombre de circuits est déterminé au stade suivant.

8.2.3.4 Système de surveillance d'images

(1) Station de pompage

Chaque station de pompage équipe un système de surveillance d'images, celui utilise un

système de transmission entièrement numérique et un système de surveillance centralisé pour la surveillance et la gestion en temps réel des installations principales, des installations auxiliaires, des postes, des ouvrages d'entrée et de sortie des stations de pompage et des passages principaux des stations de pompage. Le système de surveillance d'images de la station de pompage est connecté au système de surveillance d'images sur toute la ligne par une interface de communication numérique, qui intègre la surveillance et la gestion unifiées de la vidéo sur toute la ligne.

(2) Station de contrôle de vanne

La station de contrôle de vanne équipe un système de surveillance d'images comprenant 1 ou 2 caméras du réseau. Le système de surveillance d'images est connecté au système de surveillance d'images sur toute la ligne par une interface de communication numérique, qui intègre la surveillance et la gestion unifiées de la vidéo sur toute la ligne.

8.2.3.5 Listes d'équipements de contrôle

1) Station de pompage PL1

Tableau 8.2-14 Listes d'équipements de contrôle de la station de pompage PL1

N°	Désignation	Modèles et spécifications	Unité	Quantité
1	Système de surveillance d'ordinateur			
1.1	Serveur de données		Pièce	1
1.2	Poste de travail d'opérateur		Pièce	2
1.3	Poste de travail d'ingénieurs		Pièce	1
1.4	Dispositif à distance du système électrique		Série	2
1.5	Serveur de communication intranet		Pièce	1
1.6	UPS	5k VA	Série	1
1.7	Équipements du réseau		Série	1
1.8	Dispositif GPS et équipements de protection secondaire		Série	1
1.9	Console (y compris sièges)		Série	1
1.10	Unité LCU		Série	14
1.11	LCU public		Série	1
1.12	Autres auxiliaires		Set	1
2	Équipements de protection de relais			
2.1	Dispositif de protection de ligne 30kV		Série	2
2.2	Dispositif de protection de coupleur de bus de 30 kV		Série	2
2.3	Disque de protection du transformateur principal		Pièce	2
2.4	Disque d'enregistreur de défaut		Pièce	1
2.5	Protection du moteur électrique		Série	14
2.6	Protection de condensateur		Série	2
2.7	Dispositif de mesure et de contrôle de protection de switch de 10 kV	1xcoupleur de bus +2xligned'amenée du transformateur principal	Série	3
2.8	Dispositif de protection contre l'arc		Série	2
2.9	Dispositif de surveillance de qualité d'énergie électrique		Série	1
3	Système d'alimentation en courant continu	DC110V, 500AH	Série	2
4	Système de surveillance d'images		Série	1
5	Équipements de communication			
5.1	Équipements de communication intranet		Série	1

N°	Désignation	Modèles et spécifications	Unité	Quantité
5.2	Équipements d'interface de surveillance de disposition et de système de gestion intégré		Série	1
5.3	Équipements de distribution et câbles		Série	1
6	Système d'alarme d'incendie et de contrôle couplé		Série	1
7	Contrôle d'équipements auxiliaires		Set	1
8	Câbles de contrôle		Set	1

2) Station de pompage PL2

Tableau 8.2-15 Listes d'équipements de contrôle de la station de pompage PL2

N°	Désignation	Modèles et spécifications	Unité	Quantité
1	Système de surveillance d'ordinateur			
1.1	Serveur de données		Pièce	1
1.2	Poste de travail d'opérateurs		Pièce	2
1.3	Poste de travail d'ingénieurs		Pièce	1
1.4	Dispositif à distance du système électrique		Série	2
1.5	Serveur de communication intranet		Pièce	1
1.6	UPS	5kVA	Série	1
1.7	Équipements du réseau		Série	1
1.8	Dispositif GPS et équipements de protection secondaire		Série	1
1.9	Console (y compris sièges)		Série	1
1.10	Unité LCU		Série	6
1.11	LCU public		Série	1
1.12	Autres auxiliaires		Set	1
2	Équipements de protection de relais			
2.1	Dispositif de protection de ligne 30kV		Série	2
2.2	Dispositif de protection de coupleur de bus de 30 kV		Série	2
2.3	Disque de protection du transformateur principal		Pièce	2
2.4	Disque d'enregistreur de défauts		Pièce	1
2.5	Protection du moteur électrique		Série	6
2.6	Protection de condensateur		Série	2
2.7	Dispositif de mesure et de contrôle de protection de switch de 10 kV	1xcoupleur de bus +2xligné d'amenée du transformateur principal	Série	3
2.8	Dispositif de protection contre l'arc		Série	2
2.9	Dispositif de surveillance de qualité d'énergie électrique		Série	1
3	Système d'alimentation en courant continu	DC110V, 400AH	Série	2
4	Système de surveillance d'images		Série	1
5	Équipements de communication			
5.1	Équipements de communication intranet		Série	1
5.2	Équipements d'interface de surveillance de disposition et de système de gestion intégré		Série	1

N °	Désignation	Mod èles et sp écifications	Unit é	Quantit é
5.3	Équipements de distribution et cables		S érie	1
6	Système d'alarme d'incendie et de contrôle coupl é		S érie	1
7	Contrôle d'équipements auxiliaires		Set	1
8	C âbles de contr ôle		Set	1

8.3 Structure m étallique

8.3.1 Structure m étallique de la zone irrigu ée

La zone irrigu ée se compose essentiellement de deux tronçons, le canal L et M, dont la structure m étallique comprend les vannes de r épartition, les vannes de r égulation, les vannes et letreuil à vis, soit 92 vannes et machines au total. Compte tenu de la petite taille pr évue des orifices et de la faible charge d'eau, toutes les vannes de la zone irrigu ée sont en fonte et toutes les machines d'ouverture et de fermeture sont celles à vis manuelles et électricques.

(1) Structure m étallique de vanne de r épartition

L'vanne de r épartition est équipée sur les parois latérales du réservoir et où l'eau est acheminé par le canal au niveau sup érieur vers le canal au niveau inf érieur, soit la t ête de canal au niveau inf érieur, elle sert à contrôler et régler le débit d'eau distribué vers le canal au niveau inf érieur. Dans ce sens, 21 vannes de r épartition sont équipées pour le canal L de la r égion Ouest et 4 pour le canal M de la r égion Ouest, soit 25 au total.

Les dimensions de l'ouverture de la vannes de r épartition de r épartition doivent être de 1,5 m* 2,0 m, 2,0 m* 2,5 m, 3,0 m * 3,0 m (largeur * hauteur) et la t ête pr évue ne doit pas être supérieure à 3m. Chaque vanne de r épartition est équipée d'une vanne de contrôle et d'une vanne de service qui sont rechanges les unes des autres et qui sont actionnés par des treuils à vis. Pour faciliter la fabrication et l'harmonisation des spécifications, les vannes sont toutes en fonte, et les treuils à vis ont un mod èle de 100 kN/50 kN et 200 kN/100 kN.

(2) Structure m étallique d' écluse de r égulation

Lorsque le débit de fonctionnement du canal au niveau sup érieur est inf érieur au débit conçu, installer une vanne de r égulation en aval du distributeur du canal au niveau sup érieur pour garantir une irrigation normale du canal au niveau inf érieure et satisfaire les exigences d'amenée d'eau du canal au niveau inf érieur. Dans ce sens, 1 écluse de r égulation doit être installé dans le canal L de la r égion Ouest, 2 écluse de r égulation doit être installé dans le canal M de la r égion Ouest, soit 3 au total.

La dimension de l'ouverture de la vanne de r égulation doit être de 3,0 m*3,0 m, 4,0 m *2,5 m, 2,0 m* 2,5 m (largeur * hauteur) et la t ête pr évue ne doit pas être supérieure à 3 m. Chaque vanne de r égulation est équipée d'une vannede contrôle et d'une vannede service qui sont

rechanges les unes des autres et qui sont actionnées par des treuils à vis. Les vannes sont toutes en fonte, et les treuils à vis ont un module de 200 kN/100 kN et 100 kN/50 kN.

(3) Structure métallique d'écluse de retour de l'eau

Dans des conditions exceptionnelles, lorsque le niveau de l'eau dans le canal est élevé, il est nécessaire de prévoir les écluses de déversement à travers le canal pour assurer le drainage de l'eau d'excès et le fonctionnement sûr du canal. Compte tenu que le canal principal du projet est équipé des réservoirs de l'eau, celui peut jouer un rôle de retrait de l'eau, donc les écluses de retour de l'eau ne sont pas équipées sur le canal principal. Dans ce sens, 12 écluses de retour de l'eau sont équipées dans le canal L de la région Ouest et 4 écluses de retour de l'eau est équipé dans le canal M de la région Ouest, soit 16 au total.

Les dimensions de l'ouverture de l'écluse de retour de l'eau doivent être de 1,5 m* 2,0 m, 2,0 m* 2,5 m, 3,0 m * 3,0 m (largeur * hauteur) et la tête prévue ne doit pas être supérieure à 3m. Chaque écluse de retour de l'eau est équipée d'une vanne de contrôle et d'une vanne de service qui sont rechanges les unes des autres et qui sont actionnées par des treuils à vis. Pour faciliter la fabrication et l'harmonisation des spécifications, les vannes sont toutes en fonte, et les treuils à vis ont un module de 100 kN/50 kN et 200 kN/100 kN.

(4) Structure métallique des ouvrages

3 siphons inverses et 1 vanne d'entrée et de sortie de la station de pompage, soit 8 au total, dont six sont comptées avec les vannes de répartition du canal mentionnées ci-dessus, et 2 vannes de Siphon inverse doivent être disposés séparément, qui sont respectivement la vanne de régulation de la sortie du siphon inverse du canal secondaire ZAL6-4 et la vanne d'entrée d'eau de la station de pompage du canal secondaire ZAL6-4.

Les dimensions des vannes des édifices sont de 2,0 m * 2,5 m (largeur * hauteurs), et la hauteur de tête d'eau ne dépasse pas 2,5 m. Chaque vanne des édifices est équipé d'une vanne de contrôle et une vanne de service, toutes les deux sont en secours alternativement par un treuil à vis. La vanne est en fonte et la capacité du treuil à vis est de 100 kN/50 kN.

8.3.2 Structure métallique de vannes

Les vannes du projet comprennent principalement l'écluse Keur-Idy, Syer, KMS et Richard Toll, dont l'écluse Richard Toll a été construite, la fonction principale est à remplacer un treuil à vis manuelle et électrique par un treuil à vis manuelle.

(1) Structure métallique de écluse Keur-Idy et Syer

La disposition des écluses Keur-Idy et Syer est identique, chaque écluse installe 2 orifices, la dimension d'orifice est de 3,0 m*1,4 m (largeur* hauteur), la tête prévue est de 3,5 m. Chaque orifice est équipé d'une vanne de contrôle et d'une vanne de service qui sont rechanges les

unes des autres et qui sont actionnées par des treuils à vis. Pour faciliter la fabrication et l'harmonisation des spécifications, les vannes sont toutes en fonte, et les treuils à vis ont un modèle de 200 kN/100 kN.

(2) Structure métallique de l'écluse KMS

L'écluse KMS a 12 orifices, la dimension d'orifice est de 3,0 m*1,4 m (largeur *hauteur), la tête prévue est de 4 m. 12 vannes de service et 1 vanne de contrôle ont été installées, la vanne de service est installée par une vanne et une machine, les vannes sont toutes en fonte, elles sont actionnées par un treuil à vis de 200 kN/100 kN ; la vanne de contrôle est en fonte, elle est actionnée par 1 hotte électrique de 200 kN. La vanne de contrôle est stockée généralement dans le garage.

(3) Structure métallique de l'écluse Richard Toll

L'écluse Richard Toll a 8 orifices, la dimension d'orifice est de 4,2 m*4,0 m (largeur *hauteur), la tête prévue est de 2,5 m. 8 vannes de service ont été installées, la vanne de service est installée par une vanne et une machine, les vannes sont toutes en fonte, elles sont actionnées par un treuil à vis; l'écluse Richard Toll a été construite, la fonction principale est à remplacer un treuil à vis manuelle et électrique par un treuil à vis manuelle. La capacité du treuil à vis manuelle et électrique est de 200 kN/100 kN.

8.3.3 Structure métallique de station de pompage

(1) Structure métallique de station de pompage PL1

La station de pompage PL1 à 14 unités, sa structure métallique comprend principalement les équipements de décontamination importés, les vannes d'accès et les équipements d'ouverture et de fermeture, ainsi que les tubes en acier pour le raccordement à l'entrée et à la sortie de la station de pompage.

La grille d'entrée comporte 14 orifices, la dimension d'orifice est de 4,0 m* 5,3 m (largeur * hauteur) et chaque orifice équipe une machine de nettoyage rotatif, la capacité de chaque machine de nettoyage n'est pas inférieure à 20 t/h.

L'accès de service de la station de pompage a 14 orifices, la dimension d'orifice est de 4,0 *5,3 m (largeur* hauteur), la tête prévue est de 4,8 m, 4 vannes de contrôle ont été installées. La vanne est coulissante et plane, la vanne est ouverte et fermée en deux sections, elle est actionnée par hotte électrique 2*100 kN à l'aide d'une poutre hydraulique automatique, son fonctionnement est à fermer la vanne à eau statique.

L'admission et sortie de la station de pompage sont reliées par des tubes en acier d'un diamètre de $\phi 1,2$ m et d'une longueur d'environ 35 m, soit 14 au total; en aval de la station de pompage principale, 3 tubes de diamètre $\phi 3,5$ m sont connectés aux tubes de sortie de la

station de pompage, d'une longueur d'environ 85 m. Ensuite, 6 tubes de diamètre $\phi 1,6$ m sont connectés en parallèle, d'une longueur de 2,4 km. Les tubes d'injection d'eau sont les tubes enterrés dont les extrémités sont connectés au réservoir de sortie.

(2) Structure métallique de station de pompage PL2

La station de pompage PL2 à 6 unités, sa structure métallique comprend principalement les équipements de décontamination importés, les vannes d'accès et les équipements d'ouverture et de fermeture, ainsi que les tubes en acier pour le raccordement à l'admission et à la sortie de la station de pompage.

La grille d'entrée comporte 6 orifices, la dimension d'orifice est de 4,0 m* 5,3 m (largeur * hauteur) et chaque orifice équipe une machine de nettoyage rotatif, la capacité de chaque machine de nettoyage n'est pas inférieure à 20t/h.

L'accès de service de la station de pompage a 6 orifices, la dimension d'orifice est de 4,0*5,3m(largeur* hauteur), la tête prévue est de 4,8 m, 3 vannes de contrôle ont été installées. La vanne est coulissante et plane, la vanne est ouverte et fermée en deux sections, elle est actionnée par hotte électrique 2 *100 kN à l'aide d'une poutre hydraulique automatique, son fonctionnement est à fermer la vanne à eau statique.

L'admission et sortie de la station de pompage sont reliées par des tubes en acier d'un diamètre de $\phi 1,2$ m et d'une longueur d'environ 25 m, soit 6 au total ; en aval de la station de pompage principale, 1 tube de diamètre $\phi 3,0$ m sont connectés aux tubes de sortie de la station de pompage, d'une longueur d'environ 40 m. Ensuite, 3 tubes de diamètre $\phi 1,6$ m sont connectés en parallèle, d'une longueur de 4,0 km. Les tubes d'injection d'eau sont les tubes enterrés dont les extrémités sont connectés au réservoir de sortie.

8.3.4 Conception anticorrosion de la structure métallique

La structure métallique anticorrosion sélectionne le zinc pulvérisé à chaud, le revêtement de surface est non toxique.

La structure métallique et la surface nue de l'élément d'enfouissement appliquent un système de protection composite à revêtement métallique pulvérisé à chaud, les éléments enterrés et la surface de contact du béton sont peints par mortiers aqueux modifiés inorganiques.

Les éléments métalliques et la surface nue des éléments enterrés sont effectués par dérouillage de pulvérisation (à l'exception de la surface de traitement de machine).

L'anticorrosion d'équipements mécaniques est assurée par des revêtements anticorrosion, et le prétraitement des surfaces des machines et équipements est assuré par dérouillage de pulvérisation. Lorsque le dérouillage de pulvérisation n'est pas souhaitable, le dérouillage peut être effectué manuellement et mécaniquement (y compris le revêtement de la gamme des

soudures installés).

Afin de garantir la qualité anticorrosive et l'esthétique de l'enduit, une dernière couche de finition supplémentaire est appliquée avant la réception de la structure métallique après l'installation.

Tableau 8.3-1 Param ères de caract éristique de structure m étallique de la zone irrigu ée

zone	Canal principal	No.	Type d' écluse	Position	D ésignation	Param ère de trous	Vanne			Treuil			Notes	
						Largeur *hauteur-t ête d'eau conçue (m*m-m)	Mod èle	Poids(t)		Mod èle	Capacit é (kN)	Quantit é		Poids total (t)
								quantit é	Poids unique					
Ouest I	Canal L	I				287								
		1	Canal principal L	Vanne de contr ôle	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4	
				Vanne de service	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4	
		2	ZPL2-1 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		3	Canal principal L	Vanne de contr ôle	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4	
				Vanne de service	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4	
		4	ZAL2-1 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		5	ZAL2-2 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		6	ZAL2-3 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		7	ZAL3-1 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		8	ZPL3-1 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		9	Canal principal L	Vanne de contr ôle	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4	
				Vanne de service	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4	
		10	Canal principal L	Vanne de contr ôle	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4	
				Vanne de service	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4	
		11	ZAL4-1 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		12	ZAL4-2 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		13	ZAL4-3 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		14	ZAL5-1 canal secondaire	Vanne de contr ôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		15	Canal principal L	Vanne de contr ôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		16	ZPL4-1 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		17	ZAL6-2 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		18	ZAL6-3 canal secondaire	Vanne de contr ôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
	Vanne de service	1,5*2-2		Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1			

zone	Canal principal	No.	Type d'écuse	Position	Désignation	Paramètre de trous		Vanne			Treuil			Notes		
						Largeur *hauteur-tête d'eau conçue (m*m-m)	Modèle	Poids(t)		Modèle	Capacité (kN)	Quantité	Poids total (t)			
								quantité	Poids unique						Poids total	
		19		ZAL6-4 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
					Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
		20		ZAL6-5 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
					Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
		21		ZAL6-6 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
					Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
		II	20													
		22	Vanne de régulation		Canal principal L	Vanne de service	3*3-3	Vanne en fonte	1	8	8	Treuil à vis	200/100	1	2	
						Vanne de contrôle	3*3-3	Vanne en fonte	1	8	8	Treuil à vis	200/100	1	2	
		III	109													
		23			ZPL2-1 canal secondaire	Vanne de contrôle	3*3-3	Vanne en fonte	1	8	8	Treuil à vis	200/100	1	2	
						Vanne de service	3*3-3	Vanne en fonte	1	8	8	Treuil à vis	200/100	1	2	
		24			ZAL2-2 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
						Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		25			ZPL3-1 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
						Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		26			ZAL3-1 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
						Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		27			ZAL4-2 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
						Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
		28			ZAL4-3 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
Vanne de service	1,5*2-2					Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
29			ZAL5-1 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
30			ZAL4-1 canal secondaire	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
31			ZAL6-2 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
32			ZAL6-3 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
33			ZAL6-5 canal secondaire	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
34			ZAL6-6 canal secondaire	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
IV	22															
35	Vannes des édifices		Vanne de régulation de la sortie du siphon inverse du canal secondaire ZAL6-4	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
36			Vanne de prise d'eau de la station de pompage de canal secondaire ZAL6-4	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			

zone	Canal principal	No.	Type d'écuse	Position	Désignation	Paramètre de trous		Vanne			Treuil			Notes	
						Largeur * hauteur-tête d'eau conçue (m*m-m)	Modèle	Poids(t)		Modèle	Capacité (kN)	Quantité	Poids total (t)		
								quantité	Poids unique						Poids total
Ouest II	Canal M	I	69												
		1	Vanne de répartition	Canal principal M	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
		2		ZAL1-1 canal secondaire	Vanne de contrôle	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4	
				Vanne de service	3*3-3	Vanne en fonte	2	8	16	Treuil à vis	200/100	2	4		
		3		ZAL1-2 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
		4	ZAL1-3 canal secondaire	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
			Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
		II	37												
		5	Vanne de régulation	ZAL1-1 canal secondaire	Vanne de contrôle	4*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	9	9	Treuil à vis	200/100	2	4	
				Vanne de service	4*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	9	9	Treuil à vis	200/100	2	4		
		6		ZAL1-1 canal secondaire	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
		III	40												
		7	Écluse de retour d'eau	ZAL1-2 canal secondaire	Vanne de contrôle	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	1,5*2-2	Vanne en fonte	1	2,5	2,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
		8		ZAL1-3 canal secondaire	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
				Vanne de service	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1		
		9		Canal principal M	Vanne de contrôle	2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1	
	Vanne de service	2*2,5-2,5		Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1				
10	ZAL1-1 canal secondaire	Vanne de contrôle		2*2,5-2,5	Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1			
	Vanne de service	2*2,5-2,5		Vanne en fonte	1	4,5	4,5	Treuil à vis	100/50	1	1				
Total		584													

Tableau 8,3-2 Paramètres de caractéristique de structure métallique de vanne

N°	Position	Désignation	Paramètres de trous		Vanne			Treuil			Notes
			Largeur * hauteur-tête d'eau conçue (m*m-m)	Modèle	Poids de vanne (t)		Modèle	Capacité (kN)	Quantité	Poids total (t)	
					Quantité	Poids unique					
1	Écluse Keur-Idy	Vanne de contrôle	3*1,4-3,5	Vanne en fonte	2	4	8	treuil à vis	200/100	2	4
		Vanne de service	3*1,4-3,5	Vanne en fonte	2	4	8	treuil à vis	200/100	2	4
2	Écluse Syer	Vanne de contrôle	3*1,4-3,5	Vanne en fonte	2	4	8	treuil à vis d'ouverture et de fermeture	200/100	2	4
		Vanne de service	3*1,4-3,5	Vanne en fonte	2	4	8		200/100	2	4
3	Écluse KMS	Vanne de contrôle	3*1,4-4	Vanne en fonte	12	4	48	treuil à vis	200/100	12	24
		Vanne de service	3*1,4-4	Vanne en fonte	1	4	4	电动葫芦 Palan électrique	200	1	8
4	Écluse Richard Toll	Vanne de service	4,2*4-2,5	Vanne en fonte	8			treuil à vis	200/100	8	16
Total		148									

Tableau 8.3-3 Param ètres de caract éristique de structure m étallique de la station de pompage

N °	Position	D ésignation	Param ètres de trous		Vanne			Él éments enterr és			Treuil			Notes		
			Largeur * hauteur-t ête d'eau conçue		Mod èle	Poids de vanne (t)		Poids d'éléments enterrés (t)			Mod èle	Capacit é (kN)	Quantit é		Poids total (t)	
			(m*m-m)			Quantit é	Poids unique	Poids total	Quantit é	Poids unique						Poids total
1	Station de pompage PL1	Équipements de d écontamination	4*5,3-4								D époussi éreur rotatif		14	140	Y compris é éléments enterr és	
		Vanne de contr ôle	4,0*5,3-4,8		Vanne glissante et plane	1	15	15	14	4	56	Palan électrique	2*100kN	1	40	Y compris rails et é éléments enterr és
		Tube d'acier 1	φ1, 2-35			14	18	252								
		Tube d'acier 2	φ3, 5-85			3		130								
		Tube d'acier 3	φ1, 6-2410			6	1685	10110								
2	Station de pompage PL2	Équipements de d écontamination	4*5,3-4									D époussi éreur rotatif		6	60	Y compris é éléments enterr és
		Vanne de contr ôle	4,0*5,3-5,3		Vanne glissante et plane	1	15	15	6	4	24	Palan électrique	2*100kN	1	40	Y compris rail et é éléments enterr és
		Tube en acier1	φ1, 2-35			6	12	72								
		Tube en acier 2	φ3, 0-40			1	60	60								
		Tube en acier 3	φ1, 6-4000			3	2500	7500								
Total (t)		18514														

9 Conception de Centrale électrique

9.1 Aperçu général du projet

9.1.1 Résumé

(1) Nom du projet: Projet de renforcement de la résilience des écosystèmes du Ferlo au Sénégal. Ce projet propose de construire une centrale photovoltaïque-production diesel-stockage d'énergie.

(2) Échelle de construction: photovoltaïque, 40,509 MWp/34MWac; Installations de groupe de générateur diesel, 11* 1,6MW; Installation de stockage d'énergie, 2MW/33MWh.

(3) Informations sur la configuration: les équipements photovoltaïques s'agissent des modules de 450Wp, d'une boîte d'onduleur intégré de 6800kW; Pour le générateur 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(ESP) et une capacité de 2250kVA); Pour le stockage de l'énergie, il est prévu d'utiliser deux convertisseurs de 1MW avec un accumulateur pour le stockage de l'énergie de 33MWh.

(4) Coordonnées géographiques: latitude nord 15,54746 °, longitude ouest 15,525733 °.

(5) Adresse du projet: vallée du Ferlo, dont l'emplacement est indiqué sur la figure 9.1-1.



Figure 9.1-1 Carte de localisation

9.1.2 Caractéristiques du projet

Le projet de la centrale photovoltaïque avec stockage d'énergie de 34 MWac a une capacité installée de 40,509 MWp/ 34MWac et est situé dans la vallée du Ferlo au Sénégal.

Le système à micro-réseau du projet fonctionne en mode insulaire et n'est pas encore relié à l'extérieur. Le système à micro-réseau combiné pour la production photovoltaïque-diesel avec stockage d'énergie utilise une stratégie opérationnelle axée sur la production d'électricité photovoltaïque, complétée par la production par groupe diesel et le stockage d'énergie, et utilisant au maximum les sources d'énergie renouvelables. Pendant la journée, la génération photovoltaïque fournit de l'énergie électrique à la charge et charge le système de stockage de l'énergie électrique excédentaire. Dans la nuit, l'accumulateur de stockage d'énergie sert de source d'énergie primaire pour alimenter cette charge. En plus de satisfaire la charge des stations de pompage, un système de stockage d'énergie combiné améliore la fiabilité de l'alimentation photovoltaïque de jour et réduit le coût de la production d'électricité par les groupes diesel de nuit. L'unité du groupe diesel sert de source d'énergie pour modulation d'appoint et de fréquence dans le projet.

9.2 Mode d'alimentation électrique

9.2.1 Situation d'alimentation électrique

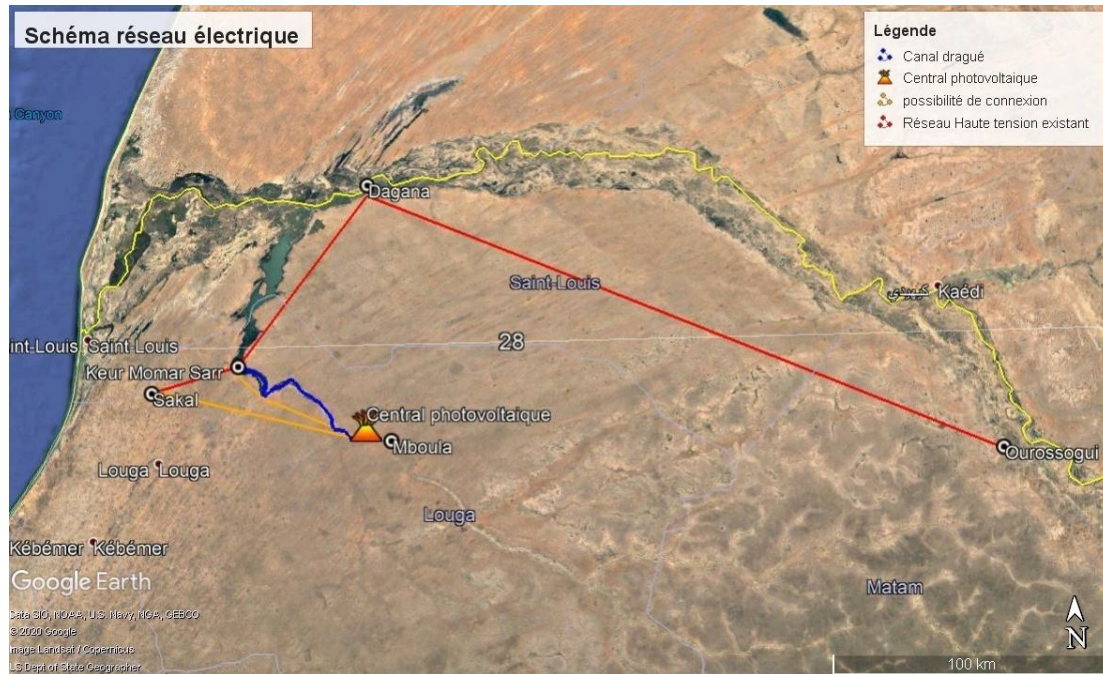


Figure 9.2-1 Alimentation électrique autour des travaux et schéma de la ligne de transmission de 225kV

Il ressort de l'enquête préliminaire sur le site et de la collecte préalable d'informations qu'une seule centrale électrique (la centrale Sakal) et une seule ligne de transmission de 225 kV ont été reconstruites autour des travaux. La centrale électrique

Sakal est située à environ 43 km en ligne droite de l'écluse KMS, à environ 75 km de la station de pompage PL2 et à environ 85 km de la station de pompage PL1; La ligne de transmission haute tension de 225 kV commence par la centrale électrique Sakal et passe par l'écluse KMS, Dagana, pour atteindre Ourossogui. Il existe une sous-station de 225 kV et une centrale auxiliaire, respectivement, à Dagana et Ourossogui, à environ 90 km en ligne droite de la station de pompage de la tête du canal et à environ 230 km en ligne droite de la station de pompage d'Ourossogui.

Lors de l'enquête préliminaire du site, on a également constaté l'existence de lignes de transmission sporadiques de 30 kV sur le site des travaux, dont la capacité de transport est relativement faible à en déduire par les sections de fil.

Comme indiqué ci-dessus, les lignes d'alimentation et de transport sont éloignées de la concentration de charges du projet et l'ensemble du réseau électrique est faible, ce qui ne permet pas de satisfaire les besoins en électricité de la station de pompage et des autres

installations du projet. Une centrale électrique spéciale est donc prévue pour ce projet.

9.2.2 Mode d'alimentation de la station de pompage

Les caractéristiques de la charge à la station de pompage en tête de canaux du projet sont les suivantes: Les groupes de pompes ont une grande capacité au grand nombre et longue durée de fonctionnement. Dont la charge du groupe de pompage est de $12 \times 900 \text{ kW} + 2 \times 900 \text{ kW}$ pour la station de pompage PL1 et de $5 \times 900 \text{ kW} + 1 \times 900 \text{ kW}$ pour la station de pompage PL2; Les groupes de pompage fonctionnent jusqu'à 24 heures par jour.

Vu des caractéristiques précitées, l'alimentation de la station de pompage en tête de canaux est appliquée par une alimentation en double circuit, avec un niveau de tension supérieur ou égal à 30 kV; Et la fiabilité et la disponibilité de l'alimentation doivent être maintenues à un niveau élevé. Il convient donc de construire une centrale électrique auxiliaire spéciale pour alimenter le projet.

9.2.3 Mode d'alimentation des stations d'écluse

Les charges des stations d'écluse sont caractérisées par: grande charge primaire (environ 10kW), courte durée de fonctionnement (<3 minutes), nombre réduit de fonctionnement (<1tour/jour), charge auxiliaire faible (en général pas plus de 1 kw), mais longues heures de fonctionnement (24 h/ jour).

Les stations d'écluse de ce projet sont relativement dispersées et sont de trois types:

Type I: station d'écluse située à proximité d'une station de pompage en tête de canaux ou d'une centrale photovoltaïque auxiliaire spécifique.

Type II: éloigné de la station de pompage en tête de canaux ou de la centrale photovoltaïque auxiliaire spécifique, mais avec une station d'écluse à proximité de la ligne de transport de 30kV existante.

Type III: éloigné de la station de pompage de la tête de canaux ou de la centrale photovoltaïque auxiliaire spéciale, il n'y a pas d'alimentation à proximité de l'installation.

Vu des caractéristiques précitées, il est envisagé d'utiliser pour les stations d'écluse des types I et II une alimentation en courant à 30 kV en circuit simple, dans laquelle une sous-station sur colonne est installée pour alimenter les installations d'écluse. Pour les stations d'écluse de type III, il est prévu d'utiliser des équipements intégrés à courant continu complémentaires du vent et du soleil (alimentation, mesure et contrôle intelligents) pour alimenter les équipements d'écluse.

9.2.4 Mode d'alimentation des installations automatisées

L'alimentation en électricité des installations automatisées des stations de pompage et des écluses est assuré é par la centrale électricque.

D'autres installations automatisées, telles que les stations météorologiques, les stations de surveillance des débits, les stations de surveillance de la qualité de l'eau et les stations de surveillance de la sécurité des travaux et d'autres dispositifs d'automatisation sont proposés pour être alimentés par des équipements intégrés d'énergie éolienne et solaire.

9.3 Ressources solaires

9.3.1 Ressources solaires de la région du projet

Dans le monde entier, les ressources solaires sont principalement distribuées autour de l'équateur. Le continent Afrique, où se trouve le Sénégal, est riche en ressources solaires et par conséquent favorise la construction de centrales photovoltaïques.

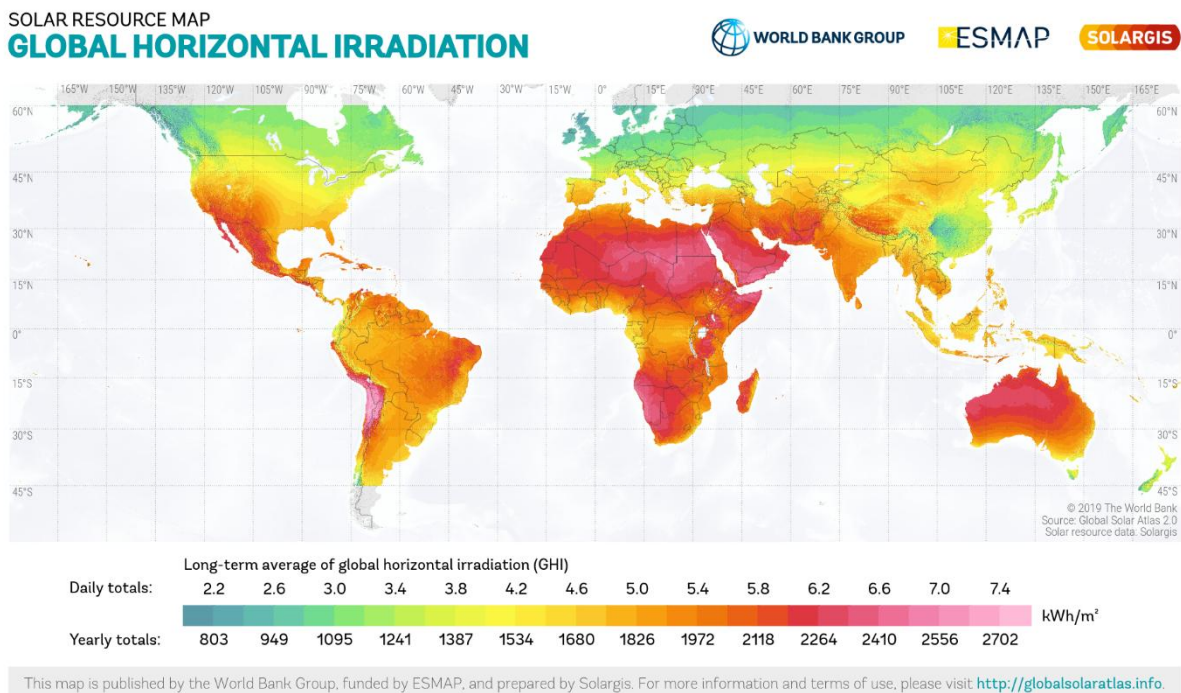


Figure 9.3-1 Répartition du rayonnement solaire total dans le monde (Unité kWh/m²)

La république du Sénégal, en abrégé Sénégal, est située à l'extrême ouest de l'Afrique occidentale, dont capitale est Dakar. Elle est bordé e 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, la côte s'étend sur environ 700 km. Le climat sénégalais est celui de la savane, alternant la saison sèche de novembre à mai et la saison humide de juin à octobre. Les précipitations annuelles sont de

700 à 1000 mm. La température moyenne d'environ 27°C, chaleur extrême atteint à 45°C, température basse extrême atteint à 15°C. L'ensoleillement moyen annuel est d'environ 1700 kW/h par mètre carré

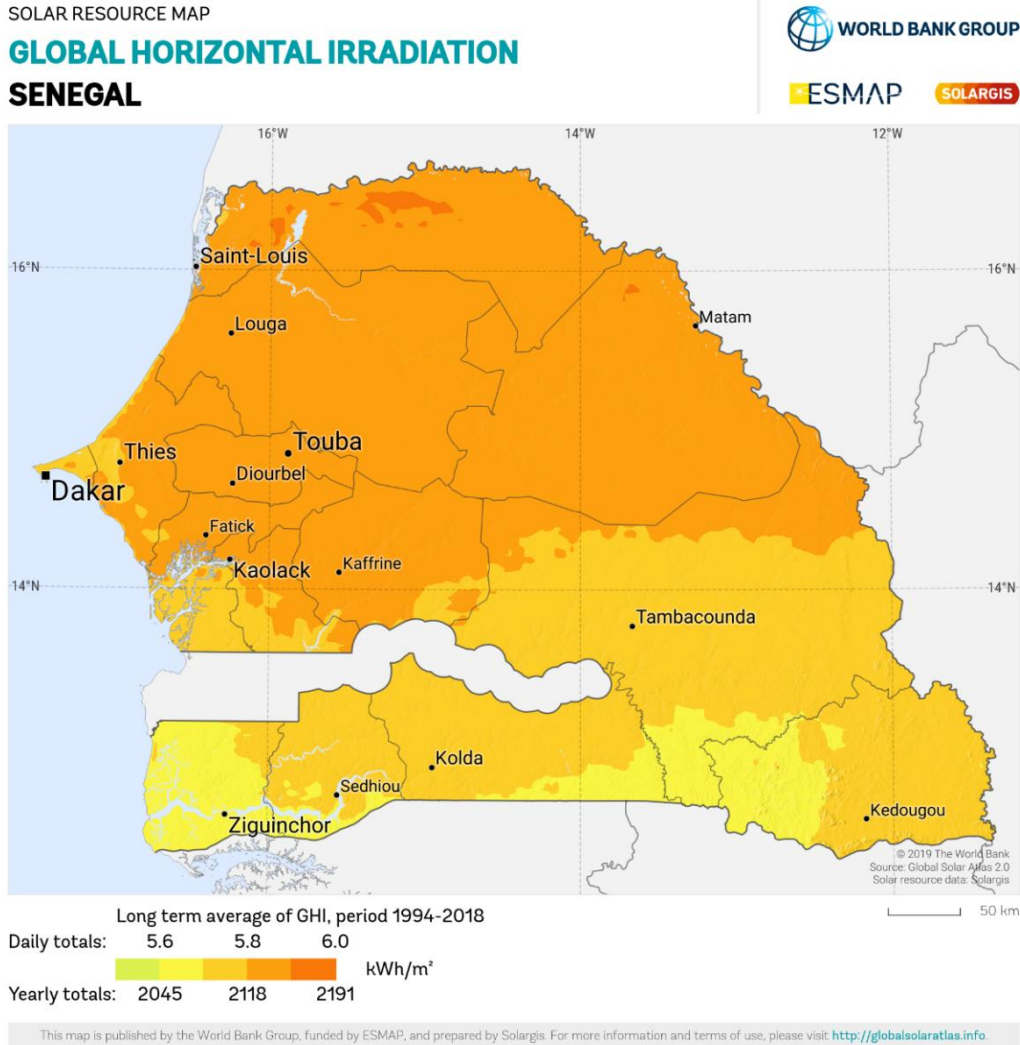


Figure 9.3 2 Répartition du rayonnement solaire total au Sénégal (Unité kWh/m²)

Les ressources solaires sont réparties en quatre catégories selon la norme de l'industrie météorologique de la république populaire de Chine « méthode d'évaluation des ressources solaires » (QX/T 89-2018), détaillé dans le tableau 9.3-1.

Tableau9.3-1 Tableau de classification des ressources en énergie solaire

Quantité annuelle totale de rayonnement solaire	Niveau des ressources abondantes	No. ressources
≥ 0 . ressource ² a)	ressource les plus abondantes	I
6300MJ/(m ² a)		
1400 ~ 1750kW h/(m ² a)	ressources très abondantes	II
5040 ~ 6300MJ/(m ² a)		
1050 ~ 1400kW h/(m ² a)	ressources abondantes	III
3780 ~ 5040MJ/(m ² a)		
< 1050kW h/(m ² a)	ressources ordinaires	IV
< 3780 MJ/(m ² a)		

Le rayonnement solaire moyen sur plusieurs années dans la région de Ferlo varie entre 7600 MJ/m² et 7800 MJ/m², avec des heures d'ensoleillement annuelles d'environ 1700 heures, avec des variations annuelles plus faibles.

Suivant la « méthode d'évaluation des ressources solaires » (QX/T 89-2018) et le tableau 9.3-2, la région de Ferlo est une région riche en énergie solaire.

9.3.2 Évaluation régionale des ressources solaires

Les banques de données sur les ressources solaires les plus courantes sont la banque de données météorologique de la NASA, la banque de données METEONROM et la banque de données Solargis. Les principaux cas sont les suivants:

La banque de données météorologique de la NASA: la banque de données de la NASA sur les radiations au sol consiste d'abord à obtenir les radiations du sommet de l'atmosphère par des moyens tels que les satellites. Ensuite, par des données de la carte de distribution de nuage, la carte de distribution de la couche d'ozone et la distribution de particules en suspension et par la modélisation et le calcul complexe, nous pouvons obtenir les données radiologiques totales dans le plan horizontal de surface. La précision de cette étape est conditionnée par un certain nombre de facteurs, avec des écarts de plus ou moins grands selon les régions, en particulier dans les régions du centre-est où les jours de pluie et de nuages sont plus nombreux, où les données de la NASA sont supérieures de plus de 10% aux données mesurées, et où les résultats pourraient être trop optimistes si l'on se basait uniquement sur les données de la NASA.

Le logiciel METEONORM est un logiciel commercial payant, les données proviennent des archives du bilan énergétique mondial, de l'organisation météorologique mondiale (WMO/OMM) et du service météorologique Suisse. Le logiciel contient des données sur le rayonnement provenant de 7750 stations météorologiques dans le monde. Le logiciel fournit également des quantités moyennes mensuelles de rayonnement obtenues sur plusieurs années, par moyen d'interpolation, pour tout autre site où aucune observation du rayonnement

météorologique n'est disponible. Le principe repose sur des données météorologiques et à l'aide d'algorithmes de simulation, les conditions de ressources météorologiques sur le site du projet sont ensuite calculées. La précision des données est donc influencé par la situation géographique de la station météorologique ainsi que par l'altitude. En raison de la faible localisation des stations météorologiques et du niveau généralement élevé des sites des projets photovoltaïques, les données de simulation et les données réelles sont souvent très différentes et les données de simulation sont souvent faibles.

Banque de données Solargis: les données de base de Solargis sont obtenues à l'aide de la télédétection par satellite, de la technologie GIS (Système d'information géographique) et d'algorithmes scientifiques avancés qui garantissent l'exactitude et la précision des données.

Chaque logiciel calcule la comparaison des valeurs annuelles du rayonnement total dans le plan horizontal, comme indiqué dans le tableau suivant.

Tableau 9.3-2 Banque de donn ées sur le rayonnement solaire total annuel (MJ/m²)

Banque de donn ées	Valeurs annuelles du rayonnement total dans le plan horizontal (MJ/m ²)
Banque de donn ées m é téorologique de la NASA	7218,2
METEONORM	7120,2
Solargis	7703,0

Après une comparaison globale, il est donc prévu que ce projet utilise principalement les données de Solargis pour évaluer les ressources solaires du projet et estimer la production d'électricité.

(1) Variation de l'intensité totale du rayonnement solaire d'un mois à l'autre sur plusieurs années

Les résultats de la moyenne mensuelle cumulée de l'intensité totale du rayonnement solaire sur plusieurs années pour les données de Solargis sont présentés au tableau 9.3-3 et à la figure 9.3-3.

Tableau 9.3-3 Moyenne mensuelle cumulé e du rayonnement solaire totale sur plusieurs années (MJ/m²)

Mois	Valeurs annuelles du rayonnement total dans le plan horizontal (MJ/ m ²)
Janvier	525,5
Février	549,3
Mars	681,0
Avril	726,2
Mai	752,2
Juin	706,8
Juillet	691,3
Août	679,6
Septembre	656,0
Octobre	660,3
Novembre	555,5
Décembre	519,3
Total annuel	7703,0

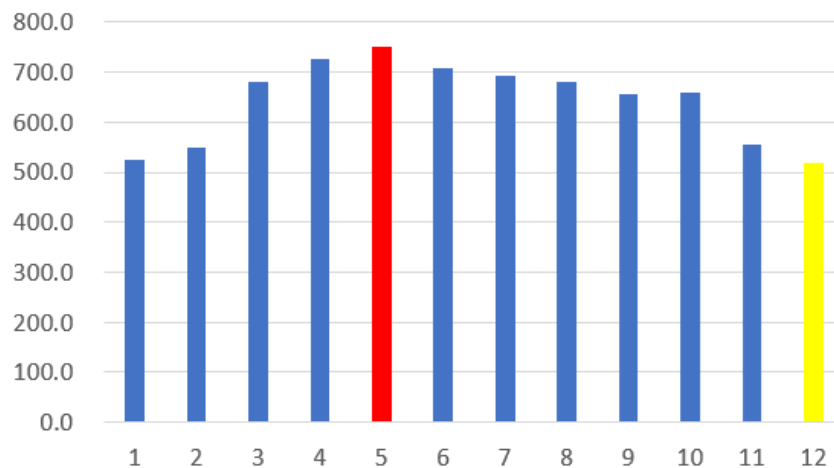


Figure 9.3-3 Figure des variations mensuelles de la quantité totale de rayonnement dans le plan horizontal solaire

D'après le tableau 9.3-3 et la figure 9.3-3, le rayonnement mensuel total a augmenté à partir de janvier et a culminé en mai, avant de diminuer lentement pour atteindre son niveau le plus bas en décembre. L'analyse saisonnière montre que le rayonnement solaire est plus important au printemps qu'en hiver, principalement en raison de l'allongement des jours et de l'augmentation plus rapide des heures d'ensoleillement après le mois de mars du printemps, et de l'allongement des jours et des nuits après le mois de septembre en raison de l'allongement des jours dans l'hémisphère sud.

(2) Analyse des variations saisonnières du rayonnement solaire total et du rayonnement diffusé du rayonnement direct

Les données de Solargis sont utilisées pour analyser le rayonnement direct et le rayonnement diffusé ainsi que les ressources solaires directement rayonnées dans la région où se trouve la centrale photovoltaïque.

Le rayonnement solaire direct est le rayonnement solaire qui, sans changer de direction, atteint la surface de la terre sous forme de lumière parallèle. Le rayonnement solaire direct faible ou fort est généralement exprimé par l'intensité du rayonnement direct.

Le rayonnement diffusé est le phénomène par lequel l'énergie du rayonnement électromagnétique est redistribuée dans toutes les directions avec une certaine régularité soit par l'action des molécules d'air et des particules d'aérosol, soit par les fluctuations de la densité de l'air, ainsi que par son hétérogénéité. La valeur maximale du rayonnement régional diffusé dans cette centrale photovoltaïque a été observée en juin avec 374,9 MJ/m² et la valeur minimale en novembre avec 228,4 MJ/m². Les variations annuelles du rayonnement total, du rayonnement diffusé et du rayonnement direct sont présentées dans les tableaux 9.3-4, 9.3-4, 9.3-5 et 9.3-6.

Tableau 9.3-4 Variations annuelles du rayonnement total, du rayonnement diffus é et du rayonnement direct

Mois	(MJ/m ²) Rayonnement total	(MJ/m ²) Rayonnement diffus é	(MJ/m ²) Rayonnement direct
Janvier	525,5	217,1	308,3
F évrier	549,3	256,2	293,1
Mars	681,0	305,6	375,4
Avril	726,2	339,4	386,9
Mai	752,2	360,9	391,3
Juin	706,8	374,9	331,9
Juillet	691,3	367,6	323,7
Ao ût	679,6	326,6	353,0
Septembre	656,0	302,7	353,3
Octobre	660,3	295,5	364,8
Novembre	555,5	228,4	327,2
D écembre	519,3	234,5	284,7
Toute l'ann ée	7703,0	3609,4	4093,6

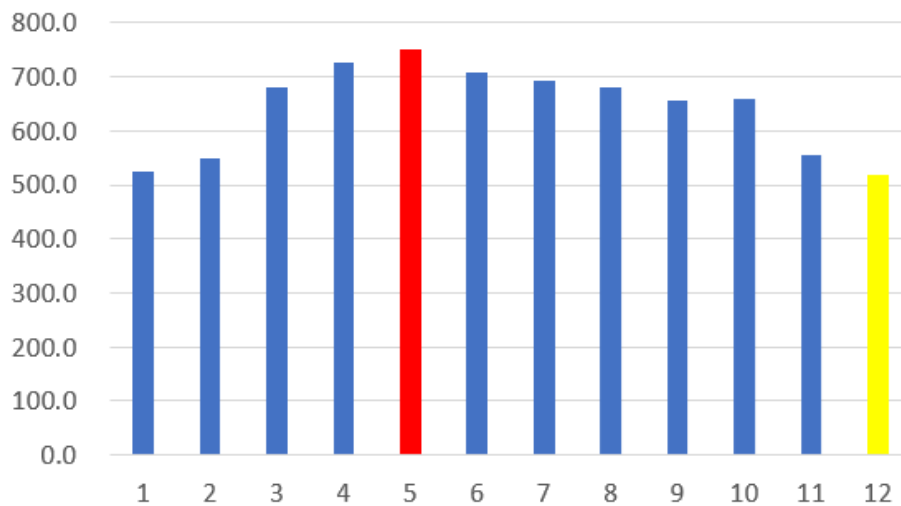


Figure 9.3-4 Variations saisonnières du rayonnement total

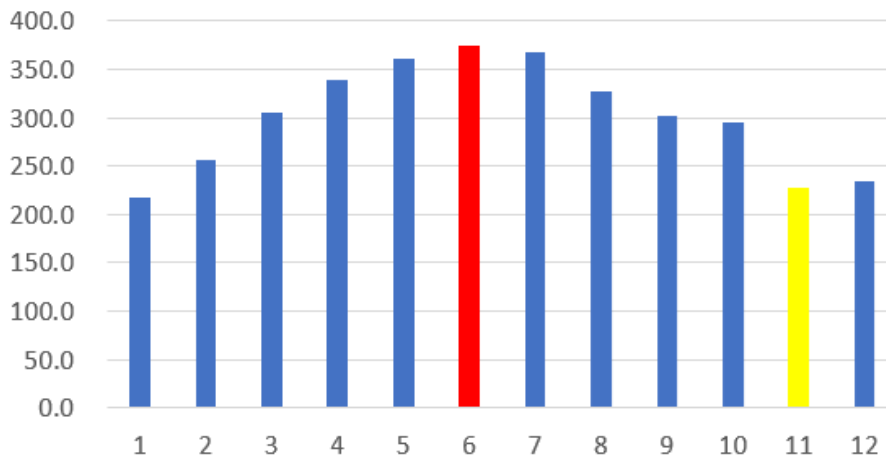


Figure 9.3-5 Variations saisonnières du rayonnement diffus é

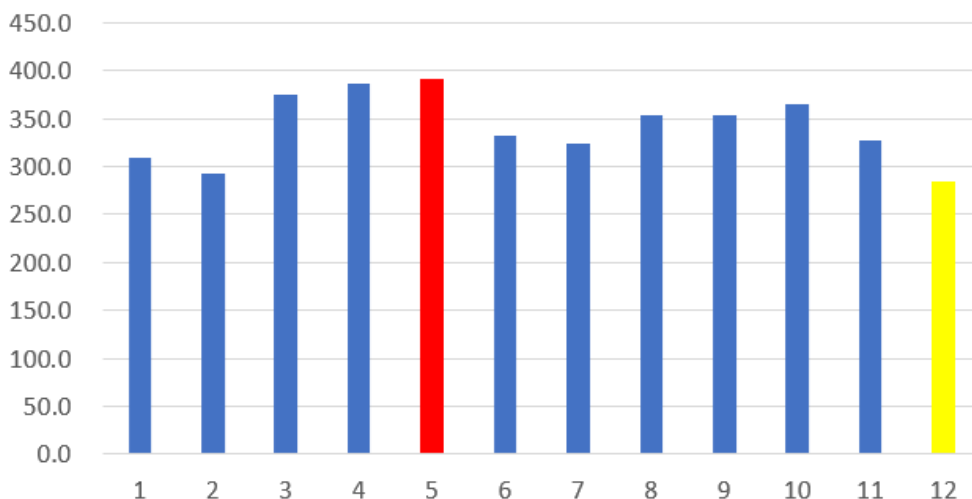


Figure 9.3-6 Variations saisonnières du rayonnement direct

9.3.3 Évaluation du niveau de la richesse solaire

Selon la « méthode d'estimation des ressources solaires » GB/T37526-2019, l'évaluation de l'abondance des ressources solaires est basée sur la quantité annuelle totale de rayonnement solaire, dont la classe d'évaluation est indiquée au tableau 9.3-5.

Tableau 9.3-5 Classe de rayonnement total (GHR) dans le plan horizontal annuel

Nom de classe	Seuil de classe (MJ/m ²)	Seuil de classe (kWh/m ²)	Symbole de classe
les plus abondantes	GHR ≥ 6300	GHR ≥ 1750A	A
Très abondantes	5040 ≤ GHR < 6300	1400 ≤ GHR < 1750	B
Abondantes	3780 ≤ GHR < 5040	1050 ≤ GHR < 1400	C
Ordinaires	GHR < 3780	GHR < 1050	D

En conclusion, l'ensoleillement est relativement important dans la région où se situe le projet, et l'étendue des champs photovoltaïques représente une quantité annuelle de rayonnement solaire de 7703,0MJ/m². Les ressources en énergie solaire sont classées parmi les régions les plus riches en ressources de la catégorie I. Elles présentent une très bonne valeur de développement et d'utilisation, par conséquent favorise la construction des systèmes photovoltaïques.

9.3.4 Évaluation du degré de stabilisation des ressources solaires

Selon la « méthode d'estimation des ressources solaires » GB/T37526-2019, les classes d'évaluation du degré de stabilité des ressources solaires sont présentées au tableau 9.3-6.

Tableau 9.3-6 Classe de stabilité totale du rayonnement dans le plan horizontal

Nom de classe	Seuil de classe	Symbole de classe
Très stable	GHRs ≥ 0,47	A

Nom de classe	Seuil de classe	Symbole de classe
Stable	$0,36 \leq \text{GHRs} < 0,47$	B
Ordinaire	$0,28 \leq \text{GHRs} < 0,36$	C
Stabilit é manquante	$\text{GHRs} < 0,28$	D

Note: Le GHRs repr ése la stabilit é totale du rayonnement dans le plan horizontal. Pour calculer le GHRs, on calcule d'abord la quantit é totale de rayonnement dans le plan horizontal correspondant à la moyenne annuelle mensuelle, puis on calcule le rapport entre la valeur minimale et la valeur maximale

La stabilit é des ressources solaires de la r égion $\text{GHRs} = 0,690$ a é é calcul ée sur la base des heures d'ensoleillement par jour; par rapport au tableau ci-dessus, on constate que les ressources solaires de la r égion sont stables et qu'il existe des conditions favorables à la construction de centrales photovolta ïques.

9.3.5 Évaluation des classes de rapport du rayonnement direct des ressources solaires

Selon la « méthode d'estimation des ressources solaires » GB/T37526-2019, le rapport du rayonnement direct des ressources solaires est évalu é sur la base de la quantit é annuelle totale de rayonnement solaire et de la quantit é annuelle totale de rayonnement direct, avec les classes d'évaluation indiqués au tableau 9.3-7.

Tableau 9.3-7 Classe de rapport du rayonnement direct des ressources solaires

Seuil de classe	Degr é de stabilit é
DHRR é de	Tr ès haut
$0,5 \leq \text{DHRR} < 0,6$	haut
$0,35 \leq \text{DHRR} < 0,5$	milieu
$\text{DHRR} < 0,35$	bas

Sur la base de la quantit é de rayonnement totale et de la quantit é de rayonnement directe, le rapport de rayonnement direct des ressources solaires dans la r égion $\text{DHRR} = 0,531$ a é é calcul é. Par rapport au tableau ci-dessus, on ne constate que la r égion pr ése un degr é é lev é de stabilit é du rapport énergie solaire directe, ce qui permet de construire de grands projets photovolta ïques.

9.4 Sch éma de conception des travaux

9.4.1 Conditions de charge

Le projet PREFERLO, situ é dans le nord du S énégal, pr évoit la construction de deux stations de pompage sur le canal dragu é moyen et sup érieur du fleuve Ferlo, comme indiqu é ci-dessous. Mise en place d'un syst ème à micro-r éseau photovolta ïque de stockage avec g énérateur diesel pour alimenter les deux stations de pompage PL1 et PL2 en t ête de canaux.

Le micro-r éseau photovolta ïque de stockage avec g énérateur diesel install é est situ é entre les deux centrales, à environ 3,6 km des stations de pompage PL1 et 6,2 km des stations de

d'énergie, et utilisant au maximum les sources d'énergie renouvelables. Pendant la journée, la génération photovoltaïque fournit de l'énergie électrique à la charge et charge le système de stockage de l'énergie électrique excédentaire. Dans le cas où le rendement photovoltaïque est insuffisant, il est complé par la production de g én ér ateur diesel. Pendant la nuit, la centrale de pompage est alimentée en électricité par le g én ér ateur diesel et le stockage d'énergie. En plus de satisfaire la charge des stations de pompage, un système de stockage d'énergie combiné améliore la fiabilité de l'alimentation photovoltaïque de jour et réduit le coût de la production d'électricité par les groupes diesel de nuit. Dans cette ligne de conduite, la structure du micro-r éseau est repr ésent ée dans le sch éma suivant:

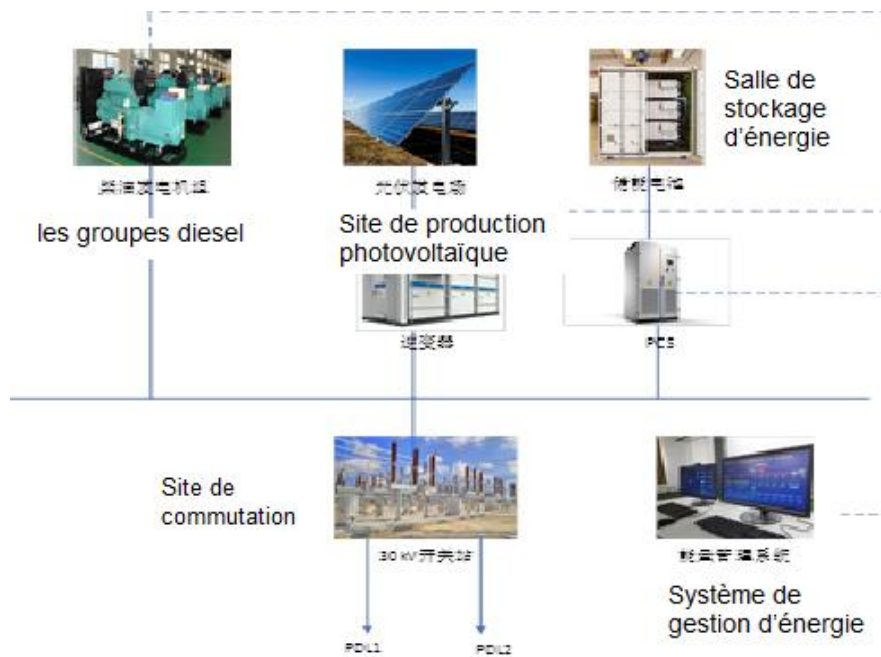


Figure 9.4-2 Structure de micro-r éseau de production photovolta ïque-diesel avec stockage d'énergie

9.4.4 Puissance de syst ème photovolta ïque

Afin de garantir que la production d'électricité du système photovoltaïque en conditions d'éclairage puisse alimenter l'ensemble du système de station de pompage pendant toute la journée, le bilan électrique doit être respecté sur cette base. Compte tenu de l'éclairage, de l'environnement et de la température, la puissance d'un syst ème photovolta ïque combin é est calcul ée par la formule suivante:

$$P = \frac{P_0 Q}{T_m \eta K_a}$$

Dans cette formule:

P0 est la capacit é de charge journali ère moyenne (MWh/jour), qui est de 88,56 MWh en fonction de la demande d'électricité photovoltaïque.

Q est le coefficient d'excédent pour les jours nuageux et pluvieux consécutifs, généralement de 1,2 à 2,0; les conditions d'éclairage au Sénégal sont meilleures; Q est provisoirement de 1,2.

T_m est le nombre d'heures d'ensoleillement de pointe; le nombre annuel moyen d'ensoleillement au Sénégal est de 1696 heures, de sorte que le nombre moyen d'heures d'ensoleillement de pointe par jour est de $1696/365=4,65$ heures.

η est le rendement du module solaire dans l'onduleur, compte tenu du facteur de correction dû au masque de poussière ou au vieillissement, qui est normalement de 0,9 à 0,99, et qui est retenu pour le présent projet comme étant de 0,98.

K_a est le rendement des boucles à courant alternatif de l'onduleur et des autres dispositifs, généralement compris entre 0,7 et 0,8, et 0,8 pour ce projet.

La puissance des modules de cellule solaire ainsi calculé est au moins égale à

$$P = \frac{P_0 Q}{T_m \eta K_a} = \frac{88.56 \times 1.2}{4.65 \times 0.98 \times 0.8} = 29.2 \text{ MW}$$

Donc, le projet devrait être doté d'une capacité de production photovoltaïque d'au moins 29,2 MW. Sur la base de la sélection des équipements photovoltaïques, cette solution choisit une capacité photovoltaïque en courant alternatif de 34 MW.

9.4.5 Schéma de conception du système photovoltaïque

Après une analyse préliminaire, il est prévu d'utiliser dans ce projet un module photovoltaïque monocristallin à haut rendement de 450Wp et un onduleur intégré de type boîte de 6800kW. Le schéma de configuration spécifique est donné dans le tableau 9.4-2.

Tableau 9.4-2 Tableau du schéma de configuration

Projet	Unité de mesure	Option
Type de distribution		Type centralisé
Type des composants		Silicium monocristallin
Capacité des composants	Wp	450
Quantité des composants		90020
Inclinaison	°	9
Nombre de composant de chaîne		28
Nombre de chaîne		3215
Capacité de l'onduleur	kW	6800
Quantité de l'onduleur		5
Quantité de chaîne d'un onduleur		643
Nombre de matrice carrée		5

Projet	Unit é de mesure	Option
Nombre de chaîne d'une matrice carrée		643
Quantité d'onduleur d'une matrice carrée		1
Capacité courant continu d'une matrice carrée	MWp	8,1018
Capacité courant alternative d'une matrice carrée	MWac	6,8
Capacité c ô t é courant continu	MWp	40,509
Capacité c ô t é courant alternatif	MWac	34
Rapport de volume		1,191

9.4.6 Quantit é annuelle d' électricit é de syst ème photovolta ïque

La capacit é totale install ée de centrale photovolta ïque est de 40,509 MWp/ 34 MWac.

La production d' électricit é photovolta ïque est principalement li ée à la capacit é install ée, aux ressources solaires sur le site de la centrale et à l'efficacité du syst ème de production d' électricit é de la centrale photovolta ïque. Les sources d' énergie solaire dans les sites où se trouvent les centrales photovolta ïques sont combin ées ci-apr ès et une pr évision de la quantit é annuelle d' électricit é fournie par la centrale photovolta ïque est r éalis ée en analysant l'efficacité des syst èmes photovolta ïques.

La production d' électricit é des centrales photovolta ïques est analys ée à partir des donn ées collect ées sur le rayonnement solaire. Coordonn ées des points centraux des centrales sont d' environ latitude nord 15,54746 °, de longitude ouest 15,525733 °. Donn ées en moyenne Solargis au fil des ann ées, la quantit é de rayonnement solaire est de 7703,0 MJ/m².

Sur la base d' une analyse comparative, pour de modules photovolta ïques fixes, l' inclinaison est de 9 ° et espacement centre des supports est à 550 m. Les composants adopt ées sont des composants en silicium monocristallin avanc é à haute puissance, avec une att énuat ion de 2% au cours de la premi ère ann ée et de 0,45% par an par la suite. Les calculs de simulation du logiciel PVSyst ont permis de conclure que le nombre annuel équivalent d' heures d' utilisation était d' environ 1696 heures au cours de la premi ère ann ée du projet.

Au cours des derni ères ann ées, plusieurs centrales photovolta ïques locales ont é t é construites et mises en service pour produire de l' électricit é. Sur la base des statistiques relatives à la puissance r éelle des centrales photovolta ïques install ées sur place et d' une analyse comparative, il est possible de conduire une baisse du nombre annuel d' heures d' utilisation, si l' on évalue les ressources solaires de cette r égion en fonction des donn ées de la NASA ou des donn ées de METERNORM.

Tableau 9.4-3 Tableau statistique de la consommation annuelle moyenne d'électricité sur 25 ans

Année	Production d'électricité (MWh)	Nombre équivalent d'heures d'utilisation
1	68703,3	1696,0
2	68394,1	1688,4
3	68084,9	1680,7
4	67775,8	1673,1
5	67466,6	1665,5
6	67157,4	1657,8
7	66848,3	1650,2
8	66539,1	1642,6
9	66229,9	1634,9
10	65920,8	1627,3
11	65611,6	1619,7
12	65302,5	1612,0
13	64993,3	1604,4
14	64684,1	1596,8
15	64375,0	1589,2
16	64065,8	1581,5
17	63756,6	1573,9
18	63447,5	1566,3
19	63138,3	1558,6
20	62829,1	1551,0
21	62520,0	1543,4
22	62210,8	1535,7
23	61901,6	1528,1
24	61592,5	1520,5
25	61283,3	1512,8
Moyen sur 20 ans	65766,2	1623,5
Moyen sur 25 ans	64993,3	1604,4

9.4.7 Schéma de distribution de système de stockage de l'énergie et de générateur diesel

Le système de stockage de l'énergie + le générateur diesel est le principal mode d'alimentation de micro-réseau pendant la nuit; le stockage peut produire de l'électricité pendant la journée avec le système photovoltaïque et aplatir la courbe de production de celle-ci. Sur la base des principes ci-dessus, la sélection initiale de cette phase serait de 1,6 MW/unité, et la tension de sortie serait de 0,4 kV. Au total, 11 générateurs diesel d'une puissance de 1,6 MW seront attribués dans ce projet, dont 2 en réserve.

Compte tenu du fait que les charges et décharges de ce projet sont fréquentes et que le prix unitaire du cycle est le plus bas pour les batteries au phosphate de fer et de lithium, on a choisi une pile au phosphate de fer et de lithium pour le stockage de l'énergie et un PCS de 1MW. La capacité des accumulateurs dans les configurations de systèmes photovoltaïques autonomes est déterminée en fonction des conditions d'ensoleillement locales, du nombre de

jours de pluie consécutifs, des besoins en énergie électrique de la charge et des caractéristiques des batteries équipées. L'accumulateur a une capacité de 33 MWh et la puissance de l'accumulateur est considérée comme étant de 2 MW.

9.5 Conception électrique

9.5.1 Schéma électrique de la station de commutation à micro-réseau de production photovoltaïque-diesel avec stockage d'énergie

La centrale photovoltaïque est divisée en 5 unités de production, avec 8.1018 MWp comme une unité PV, chaque unité de production PV se compose de 18004 pièces de modules PV de 450 Wp, chaque 28 pièces de modules est 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.

Une nouvelle centrale de commutation sera construite dans ce projet, qui intégrera le photovoltaïque, le stockage de l'énergie et le générateur diesel pour un contrôle unifié. Le câblage principal à moyenne tension de la station de pompage est relié à un tronçon unique, le photovoltaïque, le stockage de l'énergie et le générateur diesel étant reliés séparément à deux bus à moyenne tension, chacune de ces bus débouchant 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. 10 intervalles au total sur chaque bus à moyenne tension, dont 1 lignes de captage, 1 intervalle de stockage d'énergie, 2 intervalle de le générateur diesel, 1 intervalle de bus PT, 1 intervalle de consommation d'électricité pour les stations, 1 intervalle de SVG, 1 intervalle de bus, 1 intervalle de sortie de ligne PL1 et 1 intervalle de sortie de ligne PL2.

9.5.2 Équipement principal de Centrale électrique

9.5.2.1 Collecteur à courant continu

Les systèmes photovoltaïques actuels utilisent des niveaux de tension de 1500 V. Dans ce projet, on a choisi des boîtes de collecteur à courant continu à 30 voies. Chaque sous-réseau est équipé de 24 unités. Le collecteur à courant continu est monté sur le support de sous-réseaux photovoltaïques.

9.5.2.2 Boîte d'onduleur intégré

L'onduleur centralisé est un dispositif qui relie un grand nombre de cellules photovoltaïques connectées à l'entrée de l'onduleur après avoir traversé la confluence, et qui complète centralement la conversion du courant continu en courant alternatif. Du côté d'onduleur, il y a

deux onduleurs centralisés de 3400 kW, chacun avec MPPT de 6 circuits, ce qui donne un total de 12 circuits pour 24 entrées. La tension d'entrée du côté courant alternatif est de 600V et est reliée à un transformateur de type européen qui, après avoir augmenté la tension jusqu'à 30 kV, est relié à la station de commutation de la centrale par un câble de ligne de captage.

9.5.2.3 Équipements de distribution à moyenne tension

Dans ce projet, on a utilisé des armoires de commande centrales, isolées à l'air, et des armoires de disjoncteurs à vide. Au total, 22 armoires de commande ont été installées dans ce projet et sont disposées la salle de distribution sur deux côtés. 10 intervalles au total sur chaque section de bus à moyenne tension, dont 1 pour les lignes de captage, 1 pour le stockage de l'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.

9.5.2.4 Équipement de compensation de la puissance réactive

Pour ce projet, il a été provisoirement envisagé d'utiliser SVG pour la compensation de la puissance réactive et la capacité de compensation a été provisoirement fixé à ± 10 Mvar. L'ensemble est capable de suivre de manière dynamique les variations de la qualité de l'énergie électrique du réseau et de régler la puissance réactive de manière dynamique en fonction des conditions variées, de manière à obtenir un facteur de puissance élevé pour un rayonnement arbitraire, le temps de réponse dynamique du dispositif ne dépassant pas 10 ms.

Le projet est équipé de deux ensembles de dispositifs SVG d'une capacité de régulation de puissance réactive de ± 5 Mvar.

9.5.2.5 Mise à la terre cumulée avec un dévolteur

Pour ce projet, il est recommandé que le point neutre soit mis à la terre par l'intermédiaire d'un boîtier de résistance ou d'une bobine de suppression d'arc. Il est prévu d'utiliser la mise à la terre par l'intermédiaire d'une armoire de résistance, la résistance à la terre étant provisoirement fixé à 107 eur. Le type de mise à la terre cumulée avec un dévolteur a été choisi provisoirement: DKSC-630/30-200/0.4. L'optimisation de mise à la terre cumulée avec un dévolteur sera effectué ultérieurement sur la base du nombre de câbles effectivement disposés sur le site photovoltaïque. Le projet est équipé de deux unités.

9.5.2.6 Système de stockage d'énergie

Le système de stockage d'énergie sera équipé d'un ensemble intégré de cabines préfabriquées pour faciliter le transport et l'installation. Selon la capacité prévue du convertisseur de stockage d'énergie (0,9 MW), 1 MW sont proposés comme unité de conversion, installé dans

un conteneur de 40", 2 conteneurs au total; La capacité prévue des accumulateurs pour le stockage de l'énergie est de 33 MWh chaque unité d'accumulateur de 3 MWh et il est prévu de les installer dans un conteneur de 40", soit 11 conteneurs.

Le système de stockage d'énergie sera installé sous forme de conteneurs dans la zone de stockage prévue de la centrale électrique.

9.5.2.7 Générateur diesel

Les systèmes de production entièrement intégrés offrent une fiabilité élevée dans des conditions d'utilisation aussi variées que la charge de réserve, la charge normale et la charge continue. Nous avons choisi un groupe générateur diesel avec une capacité de 1600 kW en charge normale, avec 1800 kW en charge de réserve et avec une capacité de 2250 kVA. Pour éviter les investissements répétitifs dus aux multiples augmentations de tension aux extrémités de la machine, la tension aux extrémités de la machine de ce projet est de 0,4 kV et chaque unité est équipée d'un transformateur de 2250 kVA- 30/0,4 kV. Les groupes générateurs diesel et les transformateurs sont câblés au moyen d'une unité machine/transformateur. 11 combinaisons de générateur diesel-transformateur et leurs accessoires sont prévus pour ce projet.

9.5.3 Schéma de Centrale électrique

La station de commutation à micro-réseau est divisée en quatre parties principales: la zone des équipements de la station de commutation, la zone des groupes diesel, la zone des systèmes de stockage d'énergie et la zone des bureaux intégrés.

9.5.4 Schéma des lignes de captage et de sortie

9.5.4.1 Schéma des lignes de captage

Les lignes de captage, qui rassemblent un certain nombre de liaisons de sous-réseaux et les transmettent aux stations de commutation, sont principalement construites par deux types: en ligne aérienne et en câble. Conformément aux exigences applicables, les pylônes de 30 kV pour les lignes aériennes doivent être choisies comme pylônes de fer; bien que leur entretien soit facile, les projections peuvent avoir une incidence sur le rendement des modules photovoltaïques, ce qui impose des exigences d'ingénierie plus sévères et des délais de construction plus longs; Dans le cas du câble, la construction est plus simple et la fiabilité est plus élevée que dans le cas de la ligne aérienne, mais il y a aussi des inconvénients tels que des coûts de construction plus élevés et des problèmes d'entretien et de maintenance. Dans ce projet, la zone PV et les stations de commutation sont relativement concentrées, de sorte que les lignes de captage sont directement enterrées par option de câble, et les lignes de captage sont conçues avec un diamètre variable pour réduire le coût.

Dans la zone photovoltaïque, de collecteur à courant continu au transformateur à bobine utilise la communication RS485 qui est le dispositif de communication connecté du transformateur à bobine. Le transformateur à bobine forme un réseau de boucles par les fibres optiques, et les communications sont appliquées par le câble à fibre optique directement enfoui du type GYFTY63, qui est posé en commun avec le câble à moyenne tension.

9.5.4.2 Schéma de lignes de sortie

La distance entre le système à micro-réseau photovoltaïque + diesel + stockage de l'énergie et les deux stations de pompage PL1 et PL2 à alimentation électrique est d'environ 3,6 km et 6,2 km respectivement, le parcours est représenté dans la figure suivant. Les transmissions sont effectuées sur une ligne aérienne de 30 kV à double circuit.



Figure 9.5-1 Parcours de lignes de sortie

Un système de contrôle et de surveillance par ordinateur a été mis en place à la station de commutations à micro-réseau avec la ligne de sortie pour deux OPGW à la station de relevage PL1 et PL2.

9.5.5 Électrique secondaire

9.5.5.1 Système de contrôle par ordinateur

Après traitement par l'unité terminale télématique RTU du micro-ordinateur de ce transformateur de suralimentation, état de fonctionnement des centrales électriques à micro-réseau (y compris les différentes valeurs nécessaires, la direction du courant, l'état de fonctionnement des appareils de commutation, la position des connecteurs pour le réglage de la tension des transformateurs, l'état de fonctionnement des dispositifs de compensation de la

puissance réactive, etc.) est ensuite transmis à un système informatique situé au niveau supérieur de l'autorité compétente d'électricité par le canal télématique et affiché sur le moniteur CRT et sur l'écran simulateur du système. Il peut également être imprimé pour que le personnel de garde puisse surveiller à tout moment et traiter en conséquence. Dans un système automatisé intégré de planification de la puissance, les calculs peuvent être évalués directement par le système de protection informatique et traités automatiquement. A l'inverse, le personnel de dispatcher ou le système automatisé du service supérieur de dispatcher peut effectuer des opérations «à quatre télécommandes», telles que la télécommande, le télé réglage, la télésignalisation et la télémessure des équipements de commande à l'intérieur du transformateur sans équipage, au moyen d'un système de télécontrôle. Dans un système automatisé intégré de commande de la puissance, il peut remplir les fonctions d'origine du personnel de service en fonctionnement de transformateur.

9.5.5.2 Protection de relais

Les équipements électrique des de station de commutation à micro-réseau sont protégés par micro-ordinateur pour répondre aux exigences de protection de relais et de systèmes automatisés. La protection de 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 de IEC et des codes locaux. Il vise à réaliser une surveillance complète des équipements du système à micro-réseau.

9.5.5.3 Système de communication

Les communications sur le site sont destinées à assurer les contacts commerciaux et les communications externes entre les différentes fonctions du système de production, de commande et de gestion des centrales photovoltaïques.

Pour la communication hors site, en fonction de la taille de la centrale photovoltaïque, de la programmation du système et des exigences sur la gestion opérationnelle des équipements, la programmation de la production et les communications administratives au sein du système à micro-réseau sont destinées à être effectuées par un système numérique de commutation à commande par solutions enregistrés combinant les fonctions d'administration et de programmation. Outre la satisfaction des besoins de programmation de la production et de communication administrative au sein de la centrale, ce système numérique de commutation à commande par solutions enregistrés convient de mettre en place un réseau de communication avec les centres de télécommande.

9.5.5.4 Autres systèmes

Les centrales à micro-réseau sont équipées d'un système de surveillance de l'environnement, d'un système de prévision de la puissance optique, d'un système de surveillance de la sécurité

et de la protection vidéo, d'un système d'alarme d'incendie et d'un système de fonctions auxiliaires. La communication à l'intérieur de la station est appliquée par le RS485, le terrain est plat et la vidéo-sécurité peut être assurée par des communications sans fil.

9.5.6 Liste d'œuvres de centrale électrique

Tableau 9.5-1 Liste d'œuvres de centrale électrique

I	Équipement de centrale électrique et travaux d'installation		MW	34
1	Modules de batterie photovoltaïques			
1.1	Modules	Puce simple à puissance 450Wp	pièce	90,020
2	Convertisseur et installation des équipements de distributeur d'énergie variable (Chaîne de groupe)			
2.1	Collecteur à courant continu	20 entrées et 1 sortie	quantité	180
2.3	Boîte d'onduleur intégré	30 kV, 5MVA onduleur, 2x3,4MW, 0,6kV S11-6800/30±2,5%/0,6 Dyn 11, ONAN boîte de réseau de boucles, 2L+P	quantité	5
3	Câble au courant alternatif/continu de basse tension			
3.1	Câbles spéciaux photovoltaïques	PV1-F-0,9/1,8kV-1*4mm ²	KM	150
3.2	Câble au courant continu de basse tension	ZRC-YJLV23-1,8/3kV-2*120mm ²	KM	21
3.3	Extrémité de câble au courant continu de basse tension	ZRC-YJLV23-1,8/3kV-2*120mm ² Adaptable ZRC-YJLV23-1,8/3kV-2*120mm ²	pièce	360
	Câble de communication	RS485	KM	21
4	Câbles et accessoires d'ensembles de lignes électriques de moyenne tension			
4.1	Câble vient de boîte d'onduleur	30 kV, Al, XLPE-18/30-3*120mm ²	KM	1
4.2	Câble vient de boîte d'onduleur	30 kV, Al, XLPE-18/30-3*240mm ²	KM	1
4.3	Câble vient de boîte d'onduleur	30 kV, Al, XLPE-18/30-3*400mm ²	KM	1.5
4.4	Extrémité de câble 30 kV	30 kV, condensation d'intérieur, adaptable XLPE-18/30-3*120mm ²	suite	4
4.5	Extrémité de câble 30 kV	30 kV, condensation d'intérieur, adaptable XLPE-18/30-3*240mm ²	suite	4
4.6	Extrémité de câble 30 kV	30 kV, condensation d'intérieur, adaptable XLPE-18/30-3*400mm ²	suite	2
4.7	Connecteur au milieu de câble 30 kV	30 kV, tête de câbles de condensation d'intérieur	suite	2
4.8	Câbles à fibres optiques	GYFTY63 24	KM	3,5
5	Installation d'accessoires des câbles			
5.1	Tuyau ondulé	φ16	KM	0,643
5.2	Tuyau PVC	φ80	KM	1,08
5.3	Tubes en acier galvanisé	φ120	KM	0,56
5.4	Blocages résistants au feu inorganique	CP636	Tonne	0,34
5.5	Blocages résistants au feu organique	FS-ONE	Tonne	0,34
5.6	Revêtements de protection contre les incendies	CP679A	Tonne	0,34
5.7	Sangles de câble		Item	1
5.8	Identification, signalisation	Pile d'avertissement et bande d'avertissement de câble	Item	1
6	Matériaux de mise à la terre			
6.1	Ligne de mise à la terre des composants	BVR-4mm ²	KM	10,8024
6.2	Ligne de mise à la terre des composants	BVR-8mm ²	KM	1,5432
6.3	Ligne de mise à la terre des composants	BVR-16mm ²	KM	0,7716
6.4	Ligne de mise à la terre des composants	BVR-25mm ²	KM	0,108
6.5	Piquet de terre horizontal	40*4 Acier plat galvanisé	KM	4
6.6	Pôle de terre verticale	φ40mm, L=2500 mm	pcs	200
6.7	Boulons et accessoires		Tonne	2
II	Travaux d'installation de commutateur de l'équipement de distribution d'électricité			
1	Dispositifs de distribution d'énergie et installation			

30 kV				
1.1	Armoire de lignes 30 kV	KYN61-40,5, 1250A, 31,5kA	quantité	4
1.2	Armoires de lignes de captage 30 kV	KYN61-40,5, 1250A, 31,5kA	quantité	2
1.3	Armoire de répartition réactif 30 kV	KYN61-40,5, 630A, 31,5kA	quantité	2
1.4	Armoire à la terre et de transformateur 30 kV	KYN61-40,5, 630A, 31,5kA	quantité	2
1.5	Armoire PT 30 kV	KYN61-40,5, 31,5kA	quantité	2
1.6	Armoire de groupes électrogènes diesel 30 kV	KYN61-40,5, 630A, 31,5kA	quantité	4
1.7	Armoire d'interrupteur de stockage d'énergie 30 kV	KYN61-40,5, 630A, 31,5kA	quantité	2
	Armoire de bus 30 kV	KYN61-40,5, 630A, 31,5kA	quantité	1
	Armoire de câble de levage 30 kV	KYN61-40,5	quantité	1
2	Mise à la terre et transformateur 30 kV			
2.1	Mise à la terre et transformateur 30 kV	DKSC-630/35-200/0,4	suite	2
2.2	Résistance de mise à la terre 30 kV	107Ω	suite	2
2.3	Armoire d'interrupteur 0,4kV	Type de tiroir	quantité	4
3	Équipement et installation de système de compensation réactive			
3.1	Équipement de l'énergie réactive	±5MVar SVG	suite	2
3.2	Connexion de résistance	Coordonner avec ±5MVar SVG	suite	2
3.3	Équipements de refroidissement		suite	2
3.4	Équipement de compensation réactive	14m*2.8m*3.5m	Projet	2
4	Dispositif de générateur diesel			
4.1	Groupes électrogènes diesel	La puissance de charge normale est de 1,6 mw et 1,8mw de réserve, y comprend le réservoir de carburant quotidien, le système de carburant, le système de refroidissement, le système de démarrage, le système anti-air, le système d'échappement, le système d'instrumentation, le système de protection contre les commandes	groupe	11
4.2	Transformateur de renforcement	30/0,4kV, 2250kVA	quantité	11
4.3	Réparation et entretien (grue roulante)		suite	1
4.4	Armoire d'interrupteur des lignes d'alimentation	630A, 31,5kA, isolation de l'air, connexion directe	quantité	4
4.5	Armoire d'interrupteur d'alimentation principale	630A, 31,5kA, isolation de l'air, disjoncteur de circuit sous vide	quantité	11
4.6	Armoire de switch de contact de bus de 10 kV	630A, 31,5kA, isolation de l'air, disjoncteur de circuit sous vide	quantité	1
4.7	Armoire isolante par section	630A, 31,5kA, isolation de l'air, connexion directe	quantité	1
4.8	Armoire PT	0,5A,31,5kA, Transformateur de tension, fusibles, parafoudre, indicateur chargé etc.	quantité	2
4.9	Groupes raccordés d'armoires au réseau		quantité	1
4.10	Dispositif de mise à la terre du point neutre du générateur		suite	11
4.11	Réservoir de stockage	400m ³	Projet	2
4.12	Barre omnibus de 0,4 kV	4000A, triphasé	m	120
4.13	Câble 33 kV	ZRB-YJV23-0,6/1-3x50	m	300
4.14	Équipement de protection et de contrôle des unités de transformateur		suite	6

9.6 Travaux civils

9.5.1 Normes de sécurité pour la conception

(a) Durée de vie prévue de la structure du bâtiment: 50 ans. Le soutènement a été conçu pour une durée de vie de 25 ans.

(b) Type de structure: structure de châssis.

(c) Grade de conception de la fondation: les fondations de ce projet sont de grade C.

(d) Catégorie environnementale: catégorie 1.

(e) Charge du vent: pression de base du vent 0,35kN/m²

(f) L'intensité de la protection sismique dans la région est de 6 degrés, l'accélération sismique de base de calcul dans la conception est de 0,05g, les séismes dans la conception sont regroupés dans le premier groupe.

(g) Matériau principal: béton: C30. Barre d'armature: HRB400. Acier: Q235B.

9.5.2 Conception de la fondation des piles de soutènement photovoltaïque et de la plateforme de boîte de l'onduleur

Le projet est destiné à être construit en pile battue, le soutènement étant 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.

9.5.3 Conception du bâtiment principal

Le projet prévoit la construction d'une nouvelle station de commutation à micro-réseau 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.

Le sol des bureaux, des salles de réunion et des vestiaires est en briques vitrifiées et les murs et les toits sont peints en latex blanc; Le sol des toilettes est en carreaux antidérapants, les murs en carreaux de parement et les toits en latex blanc ou en plafond suspendu; Le sol des couloirs est en briques vitrifiées, les murs sont peints en latex blanc et les toits sont peints en latex blanc ou en plafond suspendu; Les fenêtres sont en acier moulé (moustiquaire de fenêtre), les vannes intérieures en bois anti-feu et les vannes extérieures en acier ou à la sécurité

9.5.4 Conception structurelle

(1) Calcul structurel

Les valeurs de charge des ouvrages et les modèles de calcul utilisés dans ce projet sont basés sur les codes et les normes en vigueur au niveau national et logiciels de conception assistés par l'ingénierie sont utilisés pour les calculs structurels.

(2) Conception de la superstructure

Les ouvrages du complexe, les ateliers de groupes électrogènes diesel, etc., sont construits en

châssis; Les salles de garde des ouvrages secondaires sont construites en briques et en béton.

(3) Conception des fondations

Les ouvrages du complexe, la salle du générateur diesel ont été construits sur une base indépendante sous colonne, qui est finalement déterminées par les paramètres géologiques fournis par le rapport géotechnique.

Les salles de garde ont été construites sur une base en bandes sous la paroi, qui sont finalement déterminées par les paramètres géologiques fournis par le rapport.

(4) Tranchée de câble

Les parois latérales pour la tranchée de câbles sont en béton armé et des éléments de soutènement sont envisagés dans la tranchée. Une plaque de couverture en béton est installée au sommet de la tranchée extérieur et une plaque de couverture en acier moulé est installée dans intérieur.

10 Informatisation sur la zone d'irrigation

10.1 Système de dispatch et d'information

Ce projet contient des travaux de 2 stations de pompage, 1 Centrales électriques intégrées, 70 km de cours d'eau, 149 km de canal principal, 242 km de canal auxiliaire et plusieurs vannes d'écluses de canaux. Les travaux sont vastes, les objets de contrôle sont nombreux et l'environnement de travail est complexe. Il est donc essentiel de connaître en temps toutes les informations environnementales et les conditions d'exploitation des installations, d'optimiser les modes d'exploitation des installations hydrauliques et électriques et de renforcer la gestion de l'eau et la protection des sources d'eau par la construction d'un système informatique, afin de garantir une le fonctionnement sûr des travaux et l'exploitation des avantages.

10.1.1 La composition et les fonctions du système

Le système de répartition et l'informatisation est composée par des systèmes suivants: le système support d'applications, le système de répartition et de contrôle, le système de gestion de la production, le système de surveillance de l'état de l'eau, le système de détection de la qualité de l'eau, le système de surveillance de la sécurité, le système de vidéosurveillance, le système d'affichage à grand écran, et le système UPS. Les fonctions de chaque système sont brièvement décrites ci-après.

10.1.1.1 La plateforme de support d'applications

La plateforme de support d'applications est un pont reliant les infrastructures et le serveur d'applications. Soutenue par la technologie logicielle de base, elle est une plate-forme axée sur le serveur d'application et la technologie middlewar. Dont le rôle est de partage efficace des ressources et des applications des systèmes d'interconnexion. Pour la réalisation de fonction du système d'application, elle fournit d'un appui technique, de services polyvalents et d'un environnement opérationnel. Elle joue aussi un rôle central de la réalisation de l'échange, la transmission et le partage d'informations parmi des systèmes d'applications et entre des systèmes d'applications et d'autres plateformes.

Plateforme de support d'applications indique le système de matériel et de logiciel nécessaires pour le stockage des données et la mise en place de fonctionnement des systèmes d'applications. Elle comprend un système de stockage, les serveurs, le système d'opération, le système de gestion de bases de données, middleware de base (les serveurs d'applications, middleware échange intégré, middleware de message, middleware de sécurité), des composants d'applications (l'outil de formulaire, le service et les processus), etc.

10.1.1.2 Système de dispatch et de contrôle

Le système de dispatch et de contrôle est principalement composé du Système de dispatch de la production d'énergie et du système de dispatch de la production hydraulique.

Le système de dispatch de la production d'énergie répartit et contrôle principalement la production d'électricité des centrales électriques intégrées, et organise le traitement raisonnable des centrales photovoltaïques, des groupes diesel et des centrales de stockage d'énergie, de manière à ce que le coût de production d'électricité soit le plus bas et la plus grande quantité d'électricité produite.

Le système de dispatch de la production hydraulique organise principalement le temps d'ouverture et d'arrêt de l'unité de la station de pompage et la combinaison d'ouverture de chaque vanne d'écluses selon les informations du système de surveillance de l'état de l'eau afin d'assurer une quantité raisonnable d'eau pour obtenir un effet d'approvisionnement en eau satisfaisant

Le système de dispatch doit également inclure une formation de sous-système.

10.1.1.3 Système de gestion de la production

Les objectifs du système de gestion de la production sont les suivants : réaliser la gestion des processus de production, améliorer le niveau de gestion, fournir la base pour soutenir la prise de décision des départements à tous les niveaux et réaliser pleinement la gestion normalisée de tous les majors de répartition.

DMIS peut facilement réaliser le lien entre les affaires grâce au sous-système personnalisé par le flux de travail, par exemple: le système implémente automatiquement le rappel et le démarrage de rédaction de billets après l'approbation de demande du billet de maintenance.

L'ensemble du système peut couvrir le centre de répartition, les stations de pompage à tous les niveaux, les centrales électriques, chaque station d'écluse des différentes unités d'affaires, et l'ensemble du système est basé sur la charpente Net lui donne une riche expérience aux clients et une flexibilité de déploiement, une interface conviviale, et facilite l'expansion de l'entreprise.

Le système de gestion de la production comprend des fonctions d'application de sous-système telles que la gestion de répartition de la production, la gestion du mode d'exploitation, l'inspection et la maintenance techniques, l'intervention d'urgence, la maintenance d'ingénierie, l'évaluation de la gestion d'ingénierie, l'information de maintenance d'ingénierie, la gestion de la protection des relais, la gestion professionnelle de l'automatisation, la gestion des affaires intégrées et la requête d'information complète.

Basé sur les fonctions du réseau informatique et du système d'information géographique, le système de gestion de la production fournit des informations de base sur le réseau et l'ingénierie visuelle ainsi que la gestion et la maintenance pour les informations complètes pour le fonctionnement sécuritaire du projet, et soutient la prise de décision de l'exploitation et de la répartition du projet.

10.1.1.4 Système de surveillance de l'état de l'eau

Le système automatique de surveillance de l'état de l'eau se compose de 4 stations de télémétrie et d'une station centrale, situées dans l'écluse KMS, la station d'hydratation al-Bakr, l'écluse Richard et le barrage de Diama, etc., la station de télémétrie peut réaliser la collecte automatique d'informations sur le niveau d'eau et les précipitations, et grâce au réseau local de communication publique ou aux méthodes de communication par satellite, les informations recueillies seront automatiquement transmises à la station centrale en temps réel. Les stations de télémétrie sont équipées de capteurs correspondants, de terminaux de télémétrie, de modules de communication et de systèmes d'alimentation électrique, ainsi que d'autres équipements et installations correspondantes.

10.1.1.5 Système de détection de la qualité de l'eau

La station de la qualité de l'eau est été mise en place à l'écluse Richard Toll et à la station Ngnith dans le lac Guiers pour le contrôle automatique de la qualité de l'eau.

10.1.1.6 Système de surveillance de la sécurité

Le canal Taouey, le renforcement de la hauteur de la digue, l'écluse KMS, le lac Guiers et l'écluse d'eau, la station de pompage et le pipeline, le réseau de canaux et les ouvrages du réseau de canaux sont disposés la surveillance de subvention, déplacement, ligne d'immersion de la digue, pression de base, stress des barres d'armature, niveau d'eau, etc., voir la section de conception d'ingénierie.

En fonction des caractéristiques fondamentales de l'ingénierie, le système de surveillance de la sécurité est combiné avec le système de gestion de l'ingénierie pour construire un système d'observation automatisé à plusieurs niveaux. Il est prévu que tous les instruments électromécaniques mis en place soient connectés à un système de surveillance automatisé afin de réduire au minimum la charge manuelle des observations pendant le fonctionnement et de les adapter aux besoins de la gestion moderne des travaux. Les instruments à intégrer dans le système de contrôle automatisé sont les suivants: jauge de niveau d'eau, osmomètre, jauge d'affaissement, fissuromètres, jauge de barre d'acier, etc.

10.1.1.7 Système de vidéosurveillance

Afin d'améliorer le niveau d'exploitation et la gestion du projet, le système de vidéosurveillance recommande l'utilisation du mode de vidéosurveillance numérique. Basé sur la technologie de service vidéo du réseau TCP/IP, le système de vidéosurveillance est construit dans le projet le long et sous la juridiction d'institutions à tous les niveaux, pour réaliser la surveillance et de la gestion de l'image à distance pour la station sur place et les agences de gestion à tous les niveaux.

Le système de vidéosurveillance peut fournir aux répartiteurs à tous les niveaux suffisamment pour surveiller directement le fonctionnement des stations de pompage, des centrales électriques intégrées, des stations d'écluses et de l'équipement sur site. En plus de jouer un rôle normal dans la surveillance, le système de surveillance peut également être relié au système de contrôle, à la détection en temps opportun de l'entrée du personnel, aux points de défaillance de l'équipement et après avertir les répartiteurs. Le système de vidéosurveillance peut également enregistrer les sites concernés et le fonctionnement de l'équipement lorsqu'il est alarmant, détecter les anomalies qui peuvent survenir le plus tôt possible, les manipuler le plus tôt possible et relire l'analyse par la suite

Le système de vidéosurveillance du centre de répartition est relié par le réseau TCP/IP et le système de vidéosurveillance de chaque station de pompage, centrale électrique intégrée et station d'écluses interne, et le signal vidéo local peut être consulté en ligne ou hors ligne.

10.1.1.8 Système d'affichage à grand écran et le console

La salle de répartition du Système de dispatch et d'information est équipée d'un ensemble de grand écran et de console de répartition, qui affiche dynamiquement les données en temps réel du réseau électrique à travers le dispositif de projection de grand écran, et fournit au répartiteur le changement global du réseau de distribution.

Le dispositif de projection grand écran se compose de l'écran, boîte de projection, base, contrôleur multi-écrans, distributeur vidéo, logiciel de contrôle de fonctionnement, etc.

La salle de dispatch est équipée d'un ensemble de console de répartition avec une quantité de 6, sur lequel met en place l'écran LED, clavier, souris, machine d'imprimerie, équipement d'enregistrement de communication, station téléphonique de répartition etc. pour le poste de travail du répartiteur. De plus, une console de répartition de simulation de formation d'un ensemble de 2 doit être configuré.

10.1.1.9 Système UPS

Mise en place un ensemble d'alimentations électriques ininterrompues (UPS) est faite comme

l'alimentation électrique pour le matériel informatique et l'éclairage en cas d'accident. La capacité autonome de 60kVA (en ligne) et 1 + 1 mode de fonctionnement à double machine sont utilisés. L'alimentation externe des deux UPS est un segment d'autobus différent de la salle de distribution. Une fois l'alimentation externe perdue, un seul UPS peut être complètement chargé pendant 2 heures.

10.1.2 Mode de dispatch

Le projet a l'intention de mettre en place un système de dispatch et de contrôle pour l'approvisionnement en eau et la production d'électricité. Le contrôle de répartition est divisé en trois couches de gestion du contrôle, la première couche est la couche centrale de contrôle de répartition, la deuxième couche est la couche de contrôle de la station, la troisième couche est la couche de contrôle sur place.

Le centre de contrôle de répartition doit être situé à la station de pompage PL1.

Le centre de contrôle de répartition recueille, génère des rapports, des archives, des impressions, etc. sur l'état de fonctionnement et les données de la centrale électrique, de la station de pompage PL1, de la station de pompage PL2 et des équipements de chaque station d'écluses dans le cadre du projet. Et selon les besoins de chaque point de consommation d'eau, elle fait le contrôle et l'opération à distance sur la centrale électrique, la station de pompage PL1, la station de pompage PL2 et des équipements de chaque station d'écluses dans le cadre du projet.

La deuxième couche est la couche de contrôle de la station, principalement composé par la centrale électrique, la station de pompage PL1, la station de pompage PL2 et la couche de contrôle de la station de chaque station d'écluses dans le cadre du projet ou des équipements de couche de contrôle central. Nous pouvons prendre en charge le contrôle de répartition de votre superviseur et l'envoyer à la couche de contrôle sur place.

La troisième couche est à la couche de contrôle sur place, qui se compose principalement de la centrale électrique, de la station de pompage PL1, de la station de pompage PL2 et de l'unité de contrôle sur place (LCU) de chaque station d'écluses dans le cadre du projet. Les appareils sur place sont en « mode sans surveillance »

Les autorisations de contrôle de tous les équipements de ce projet sont généralement réparties en trois niveaux: contrôle au niveau de répartition, contrôle au niveau de la station d'usine et contrôle au niveau sur place. Les autorisations de contrôle sont réduites au niveau du contrôle sur place, du contrôle de la station d'usine et du contrôle de répartition. Les autorisations de contrôle peuvent être commutées et verrouillées au moyen de commutateurs et de logiciels.

10.1.3 Structure du système de dispatch et d'information

10.1.3.1 Structure générale

La structure générale du Système de dispatch est présentée dans la figure ci-dessous et comprend le terminal de répartition, le terminal de station d'usine et le réseau de communication. Le terminal de répartition comprend le système SCADA/le Système de dispatch (Comprend le système DTS), le système de gestion de la production(DMIS), le système de surveillance de l'état de l'eau, le système de détection de la qualité de l'eau, le système de surveillance de la sécurité le système de vidéosurveillance, le terminal de station d'usine etc. Dans laquelle le terminal de station d'usine comprend une centrale électrique, une station de pompage PL1, une station de pompage PL2 et des systèmes de surveillance par ordinateur ou LCU de chaque station d'écluses. Le réseau de communication est le système de communication et de transmission qui relie le système de terminal de répartition et le système de terminal de station d'usine. Les systèmes de communication et de transmission sont décrits en détail de chapitre 10.2.

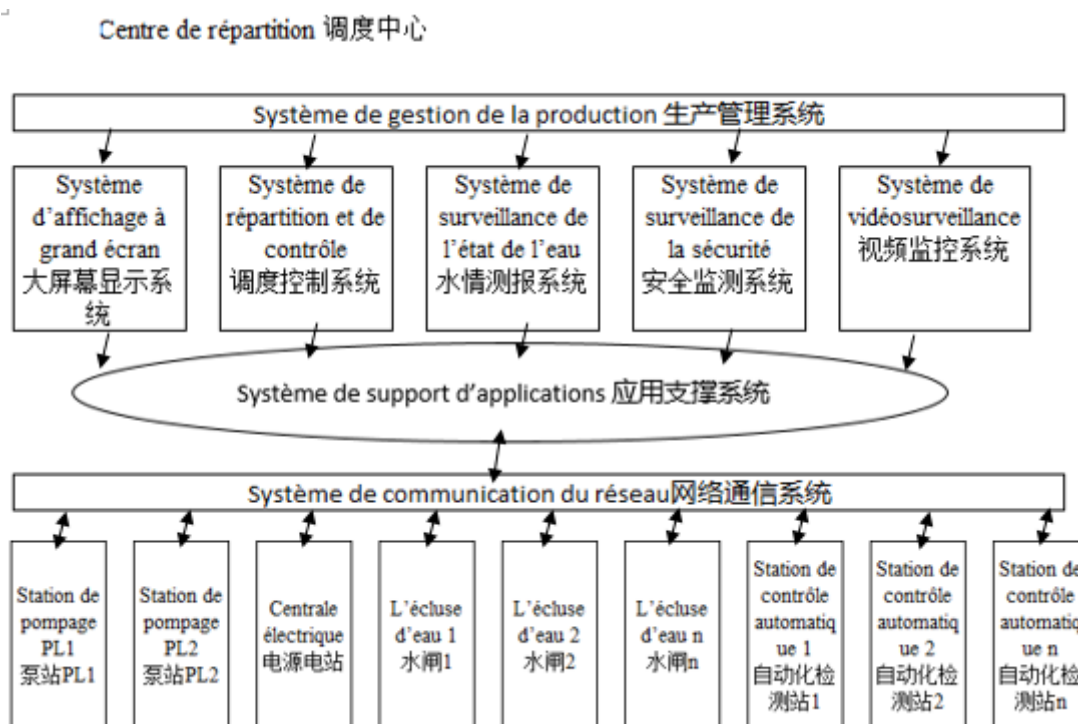


Figure 10.1-1 La structure générale du Système de dispatch

10.1.3.2 Structure de topologie du réseau informatique du centre de répartition

La structure de topologie du réseau informatique du centre de répartition est présentée dans la figure ci-dessous et comprend le terminal de répartition, le terminal de station d'usine et le réseau de communication. Le terminal de répartition comprend le système SCADA/le Système de dispatch (Comprend le système DTS), le système de gestion de la production (DMIS), le système de surveillance de l'état de l'eau, le système de détection de la qualité de

l'eau, le système de surveillance de la sécurité, le système de vidéosurveillance, le terminal de station d'usine etc. Dans laquelle le terminal de station d'usine comprend une centrale électrique, une station de pompage PL1, une station de pompage PL2 et des systèmes de surveillance par ordinateur ou LCU de chaque station d'écluses. Le réseau de communication est le système de communication et de transmission qui relie le système de terminal de répartition et le système de terminal de station d'usine. Les systèmes de communication et de transmission sont décrits en détail de chapitre 10.2.

10.2 Système de communication

La tâche principale du système de communication est de fournir un moyen sûr et fiable de transmission de l'information pour le fonctionnement, la répartition et la gestion de l'ingénierie, des données et de la voix.

La conception du système de communication détermine principalement le mode de communication applicable au projet, et détermine d'abord le schéma-cadre de communication de l'ingénierie.

10.2.1 Stations de communication

Les principales stations de communication sont : centre de contrôle de répartition, station de pompage PL1, station de pompage PL2, station de pompage pressurisé, toutes les stations d'écluse et tous les stations de dispositifs d'automatisation.

10.2.2 Schémas de construction de communication

Le projet dispose des deux schémas de communication suivants à choisir.

10.2.2.1 Schémas I: Profitez d'un réseau de communication publique

Utiliser des ressources de réseau de communication publique câblées ou sans fil construites localement pour accroître la capacité dans le cadre du projet. Toutefois, le schéma est soumis aux facteurs suivants :

- Grande portée du projet
- Les installations dispersées et loin des établissements
- Les ressources de communication publique existantes inconnues
- Le prix d'exploitation et le coût total plus élevés
- La stabilité et la sécurité du réseau pas garantie

10.2.2.2 Schémas II: Réseau de communication spécialisé auto-construit

La construction d'un ensemble de réseau de communication spécial pour le projet, la portée du réseau est principalement le long de la rivière et le canal d'eau principal. La solution a les caractéristiques suivantes :

- Grande capacité du système
- Répartition des circuits de communication pratique et flexible
- Fiabilité et sécurité du réseau élevée
- Faibles coûts d'exploitation
- Fibres de communication louable à l'extérieur

10.2.2.3 Sélection des schémas

Selon les caractéristiques des schémas I et des schémas II, la construction du système de communication technique est proposée pour adopter les schémas II. C'est-à-dire un réseau de communication spécialisé auto-construit. Toutefois, pour certains des appareils d'automatisation les plus éloignés et décentralisés peuvent être utilisés pour utiliser l'accès du réseau de communication publique au réseau de communication d'ingénierie.

10.2.3 Schémas de communication

10.2.3.1 Communication de transmission

Le projet a l'intention d'utiliser la technologie de communication Gigabit Ethernet pour réaliser la communication de transmission de ce projet. La structure du réseau de communication est d'adopter d'un réseau d'anneau de fibre optique industrielle et d'un réseau d'étoiles de la topologie hybride.

Le centre de contrôle de répartition sera le cœur du réseau de communication, le commutateur de base, le serveur, l'équipement de commande de commutation souple, la passerelle de relais, etc. seront déployés ici, à travers tous les niveaux du réseau, connectés à l'accès à la station de pompage Ethernet commutateur.

10.2.3.2 Communication vocale

Le système de communication vocale du projet sera conçu à l'aide de la technologie de téléphonie IP.

10.2.3.3 Structure du réseau de transmission et lignes de câbles à fibre optique

La portée de la zone d'approvisionnement en eau du projet couvre un large éventail, reliant les stations de pompage de l'eau, les stations de pompage sous pression et divers canaux d'eau. Puisque le pipeline est distribué dans un arbre dispersé, le système de transmission de communication d'ingénierie présentera une structure d'anneau-étoile, et la ligne de câble de fibre optique sera également enchaînée.

Le réseau d'anneau principal sera relié aux écluses KMS, aux stations de pompage PL2, aux centrales photovoltaïques, aux stations de pompage PL1 et à d'autres vannes d'écluses importantes en cours de route.

En plus du réseau d'anneau principal, PL1 et PL2 sont situés dans les deux canaux d'eau mis en place un sous-anneau de communication, sous-anneau connecté respectivement en série sur les deux canaux du site principal.

D'autres stations d'écluses et stations de dispositif automatique sont en forme d'étoile dans les nœuds du réseau d'anneau le plus proche.

Les spécifications du câble à fibre optique utiliseront la fibre G.652, le nombre de noyaux de fibre sera considéré par 48 noyaux.

10.2.3.4 Alimentation électrique de communication

Chaque site de communication de ce projet est la principale alimentation électrique de l'équipement. L'alimentation DC110V/DC48V sera utilisée dans la station de pompage, et l'alimentation électrique de communication dans la station d'écluses sera l'alimentation électrique DC48V/24V, fournie par une batterie ou dispositifs d'intégration DC de complément de vent et de lumière.

10.3 Tableau de quantités des travaux

No.	Nom	Modèle et spécifications	Unité	Quantité
1	Système de dispatch et de contrôle (Comprend les équipements du système de support d'applications, les équipements SCADA etc.)			
1.1	Serveurs des données		Quantité	2
1.2	Array de disque magnétique		Quantité	1
1.3	Serveur d'acquisition de données/SCADA		Quantité	2
1.4	Serveur d'applications		Quantité	2
1.5	Postes de travail des opérateurs		Quantité	4
1.6	Postes de travail de formulaire		Quantité	1

No.	Nom	Mod èle et sp écifcations	Unit é	Quantit é
1.7	Postes de travail des ing énieurs		Quantit é	1
1.8	Postes de travail de surveillance de l'état de l'eau		Quantit é	1
1.9	Postes de travail de détection de la qualité de l'eau		Quantit é	1
1.10	Postes de travail de surveillance de s écurit é		Quantit é	1
1.11	Machine d'imprimerie du r éseau laser ordinaire A3		Quantit é	1
1.12	Machine d'imprimerie du r éseau laser color ée A3		Quantit é	1
1.13	Horloge GPS		Quantit é	1
1.14	Équipement d'internet		Suite	2
1.15	Mur coupe-feu		Suite	2
1.16	Équipement de verrouillage du r éseau pour l'isolement de s écurit é		Item	1
1.17	Câbles d'alimentation et accessoires		Item	1
2	Syst ème de simulation pour la formation des contr ôleurs			
2.1	Postes de travail DTS		Quantit é	2
2.2	Commutateur		Quantit é	1
2.3	Câbles d'alimentation et accessoires		Item	1
3	Syst ème de gestion de la production (DMIS)			
3.1	Serveur DMIS/WEB		Quantit é	1
3.2	Postes de travail DMIS		Quantit é	8
3.3	Commutateur		Quantit é	1
3.4	Mur coupe-feu		Quantit é	2
3.5	Routeur		Quantit é	1
3.6	Câbles d'alimentation et accessoires			1
4	Grand écran et console de r épartition			
4.1	Grand écran DLP		Quantit é	6
4.2	Contr ôleur multi- écrans		Quantit é	1
4.3	Gestion terminale de grand écran		Quantit é	1
4.4	Commutateur de t él éphone de r épartition IP-PBX		Suite	1
4.5	Console de r épartition		Quantit é	6
4.6	Formation de console de r épartition		Quantit é	2
4.7	Si ège des contr ôleurs		Quantit é	10
4.8	Câbles d'alimentation et accessoires		Item	1
5	Syst ème de surveillance de la s écurit é vid éo			
5.1	Syst ème central de gestion de la s écurit é vid éo		Suite	1
6	Syst ème de communication			
6.1	Serveur de gestion du r éseau		Suite	2
6.2	Gestion du r éseau de client		Suite	1
6.3	ODB		Suite	1

No.	Nom	Mod èle et sp écifications	Unit é	Quantit é
6.4	C âble de fibre optique enterr édroit de 48 noyaux		km	250
7	Logiciel			
7.1	Logiciel SCADA		Suite	1
7.2	Maintien de logiciel du d éveloppement		Suite	1
7.3	Logiciel de soutien de tiers		Suite	1
7.4	Logiciel de gestion des transferts d'eau		Suite	1
7.5	Logiciel de r épartition et de contr ôle EMS (Comprend le logiciel DTS)		Suite	1
7.6	Logiciel de gestion de r épartition du syst ème DMIS (Comprend WEB)		Suite	1
7.7	Logiciel du syst ème de surveillance de l'état de l'eau		Suite	1
7.8	Logiciel du syst ème de d étection de la qualit é de l'eau		Suite	1
7.9	Logiciel de gestion de la surveillance de la s écurit é en ing énierie		Suite	1
7.10	Logiciel WEB		Suite	1
7.11	Syst ème de commutation souple pour le t éléphone IPPBX		Suite	1
8	Alimentation électricque			
8.1	Équipements et mat ériaux haute tension			
	Ligne de sortie d'armoire d'interrupteur de charge à haute tension		Quantit é	2
	Ligne d'entrée d'armoire d'interrupteur de charge à haute tension		Quantit é	2
	PT d'armoire d'interrupteur de charge à haute tension		Quantit é	2
	Ensemble de la t ête de c âble à condensation (à l'intérieur) avec les câbles		Quantit é	6
8.2	Centrale électricque			
	Transformateur SC11 - 315		Quantit é	2
	Écran de distribution d'énergie basse tension		Quantit é	3
8.3	Dispositif de distribution d'électricité de la station			
	Boîte de distribution d'énergie XLF - 15		Quantit é	8
	Boîte de commande de puissance JXF - 3004		Quantit é	5
8.4	Éclairage de la station			
	Boîte de distribution d'éclairage		Quantit é	3
	Projecteurs automatiques dans toutes les directions		Suite	8
	Lampes lumineuses embarqu és		Suite	80
	Instruments d'illumination		Suite	50
	Interrupteur		Suite	20
	Conduites d'eau et de gaz (diff érentes tailles		m	500
	Prises (monop ôle, tripolaire)		Suite	50

No.	Nom	Mod èle et sp écifications	Unit é	Quantit é
	Fils électricques (diff érentes tailles)		m	1000
	Alimentation UPS d'éclairage d'accident		Suite	1
8.5	Câbles			
	ZRYJV22, 1kV 3X10+1X6		m	1000
	ZRYJV22, 1kV 3X16+1X10		m	500
	ZRYJV22 - 1kV - 3X185+1X95		m	300
	YJV22 - 1kV - 3X150+1X70		m	300
	YJV22 - 10 kV - 3X240		m	1000
8.6	Installations auxiliaires des cables et anti-feu			
	Pont de câble (Supports d'échelle, les parois Équipement à trois sens etc.)		t	7
	Support des câbles (l'angle d'acier etc.)		t	5
	Tubes au passage de câble PVC		km	1
	Conduites d'eau et de gaz		km	0,6
8.7	Mise à la terre			
	Tiges d'acier galvanisées chaudes, φ22		m	500
	Torons en cuivre 120 mm ²		t	1
	Acier plat galvanisé 60X6		m	1000
8.8	Générateurs diesel			
	Capacité 200 kW		Quantité	1
8.9	UPS pour ordinateurs			
	UPS (Comprend les systèmes en parallèle), ordinateurs individuels 60 kVA		Suite	2
	Batterie		Groupe	2
	Armoire de distribution de l'électricité		Quantité	2
	Fils d'alimentation électrique		km	4
8.1	Montage d'acier profilé			
	Acier rainure, barres d'armature, etc.		t	8

11 Conception de l'organisation de la construction

11.1 Conditions de construction

11.1.1 Aperçu du projet

Le projet PREFERLO comprend principalement le projet de raccordement au réseau d'eau du lac Guiers et le projet d'irrigation et d'adduction d'eau dans la région Ouest. Il consiste principalement à l'élargir le canal du Taouey existant entre Le cours d'aval du fleuve Sénégal et la partie nord du lac Guiers pour améliorer la capacité de passage de l'eau du canal donc le lac Guiers, et rehausser et renforcer les digues autour du Lac Guiers; draguer le marigot de Bas Ferlo d'un linéaire d'environ 70 km de l'écluse du KMS au sud du lac de Guiers jusqu'à Mboula et transporter l'eau du lac de Guiers vers la région de Mboula marigot Ferlo; construire deux stations de pompage, PL1 et PL2, dans Le cours d'amont du marigot du marigot Ferlo dragué, et construire correspondaient un système photovoltaïque-diesel avec stockage pour alimenter la station de pompage; construire un canal principal de 108,25 km et un canal secondaire de 193,32 km dans région Ouest I, ainsi qu'un canal principal de 41,12 km et un canal secondaire de 53,88 km dans région Ouest II, et pomper l'eau vers les deux régions à travers des stations de pompage et des tuyaux en acier. La tête du canal principal et le canal principal de dérivation transfèrent de l'eau vers la zone de réception.

La mise en œuvre de ce projet comprend également la construction de 10 nouvelles embarcades autour du lac Guiers et le long du marigot du bas Ferlo et du canal principal M; la construction d'un jardin agricole de démonstration de 50 ha dans la région Ouest I, d'une ferme piscicole de démonstration dans la région Ouest II, et de deux fermes intégrées de 100 ha seront construites dans les villes de Kamb et Thiamène dans le canal principal M.

Tableau 11.1-1 Table récapitulatif des principales quantités de génie civil

Nom du projet	Excavation de la terre (mille m ³)	Dragage de terrassement (mille m ³)	Enlèvement du batardeau (mille m ³)	Excavation de pierre (mille m ³)	Remblai de terre et de pierre (mille m ³)	Coulage du béton (mille m ³)	Gravier (mille m ³)	Sable grossier, gravier (mille m ³)	Maçonnerie (mille m ³)	Sable grossier, gravier (mille m ³)	Maçonnerie (mille m ³)	Système d'armature (t)
Travaux d'extension du canal de Taouey	837,6	524,0		44,1								
Travaux de la digue de Guiers						471,5				189,8	62,3	
Écluse KMS	9,2						2,5	6,1		0,2		370
Écluse Keur-Idy	1,1						0,2	1,3		0		67
Écluse Syer	1,4						0	1,3		0,3		67
Travaux de dragage du marigot du marigot Ferlo	2904,3	4356,5					150,0		93,8	375,0		
Station de pompage PL1 + pipeline de 2,4 km	207,6			3,8			110,8	29,0		17,0		861
Station de pompage PL2 + pipeline de 4 km	385,1			1,4			277,8	16,5		57,6		861
Travaux des canaux	7336,2			796,3			5651,3	605,7			221,4	2241
Travaux de dérivation			24,3		24,3							
Total	11682,5	4880,5	24,3	845,6	24,3	471,5	6192,6	659,9	93,8	639,9	283,7	4467

11.1.2 Conditions hydrologiques et m é éorologiques

(1) Hydrologie et m é éorologie

La superficie du bassin du fleuve S é égal est de 440 000 km² et s'é tend sur une longueur totale de 1790 km. Le fleuve S é égal traverse diff érentes r é gions climatiques de haut en bas. Le cours d' amont est riche en pr é cipitations et les pr é cipitations annuelles sont d' environ 1500 à 2000 mm. L' aval est aride et peu pluvieux et fait partie de zones peu d' eau. Le d é bit maximal d' une inondation sur 100 ans à l' estuaire peut atteindre 5000 m³/s et ne d é passe pas 10 m³/s pendant la p é riod e de s é cheresse.

L' aval du S é négal sont affectés par la ceinture d' alizés et appartiennent au climat de steppe tropicale avec des é tés pluvieux et des hivers secs, et la plupart des parties centrale et orientale sont des zones semi-d é serti ques. La pluviométrie annuelle dans la vall ée du S é égal elle-m ême est de 250 à 760 mm et les pluies commencent entre fin mai et mi-octobre. La temp é rature maximale moyenne s' élève à 41 °C d' avril et temp é rature minimale moyenne 17°C de janvier.

La zone o ù se trouve le lac de Guiers a un climat sah érien, alternant la saison s èche de novembre à mai et la saison humide de juin à octobre. Les pr é cipitations annuelles sont de 100 mm à 300 mm. La temp é rature dans cette zone est relativement é lev ée, avec une temp é rature moyenne de 28,1°C. La temp é rature moyenne de mai à juin d é passe 31°C. La temp é rature est la plus basse de janvier à f é vrier, avec une temp é rature moyenne de 23,4°C pendant cette p é riod e.

(2) Niveau d' eau et d é bit

Les r é sultats mensuels des niveaux d' eau moyenne mensuelle sup é rieur e et inf é rieur e de l' é cluse Richard-Roll du lac Guiers sont pr é sent é s au tableau 11.1-2.

Tableau 11.1-2 Niveau d'eau moyen mensuel supérieure et inférieure de l'écluse Richard-Roll du lac Guiers

Projet	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Niveau d'eau à l'extérieur de l'écluse	1,80	1,77	1,77	1,75	1,72	1,74	1,80	1,93	2,20	2,20	1,93	1,85	1,88
Niveau d'eau à l'intérieur de l'écluse	1,81	1,78	1,71	1,76	1,73	1,72	1,77	1,89	2,14	2,19	1,95	1,88	1,87

11.1.3 Conditions géologiques

(1) Topographie et morphologie

La zone du projet est principalement constituée de reliefs de plaine éolienne, accompagnés de pentes et de vallées douces, de quelques collines, d'un petit relief topographique et l'élévation du sol est généralement de 1 à 10 m.

(2) Lithologie de la formation

La zone de projet sus-jacente est principalement des accumulations manuelle (Q^{ml}), des sédiments lacustres (Q_4^l), des sédiments éoliens (Q_4^{el}), des sédiments alluviaux-proluviaux (Q_4^{apl}) et le substrat rocheux sous-jacent est principalement constitué de marnes tertiaires et de glauconite.

1) (Q^{ml}) Accumulation manuelle (Q^{ml})

Il s'agit principalement d'une accumulation manuelle de remblais divers ①₁ et de remblais simple ①₂, et la période d'accumulation est inconnue.

①₁ Les remblais divers sont principalement des déchets ménagers et des déchets de construction, généralement de 1 à 3 m d'épaisseur, à structure lâche, principalement répartis dans les zones résidentielles des deux côtés du canal Taouey.

①₂ Le remblai simple est principalement un sol sableux, généralement de 2 à 3 m d'épaisseur, à structure meuble, et principalement réparti sur les digues de rivières et les talus des lacs.

2) Sédiments lacustres (Q_4^l)

②₁ Le limon ou le sol limoneux est noir, gris-brun, plastique coulant ~ plastique souple, généralement de 2 à 3 m d'épaisseur, riche en matière organique, avec de mauvaises propriétés mécaniques, et est principalement distribué dans le fond du canal Taouey, au fond du lac de Guiers et du Ferlo et dans les dépressions marécageuses.

3) Sédiments éoliens (Q_4^{el})

③₁ Le limon fin argileux est jaune clair, brun-rouge, lâche à légèrement dense, sec à légèrement humide, et les principaux composants minéraux sont le quartz, le feldspath, etc., avec de bonnes triage et une mauvaise gradation. L'épaisseur est généralement de 3 à 5 m et elle est largement répartie dans la zone du projet.

4) Sédiments alluviaux -proluviaux (Q_4^{apl})

④₁ Le sable moyen est jaune clair, rouge brunâtre, légèrement humide à humide, légèrement

dense à moyennement dense, la composition minérale est principalement du quartz, du feldspath, etc., avec un triage moyen et une gradation mauvaise. L'épaisseur de cette couche est relativement grande. D'après les données recueillies, elle n'a pas été exposée. L'épaisseur maximale exposée est de 17,5 m, ce qui est largement réparti dans la zone.

④₂ Gravier argileux pulvérisé rouge brunâtre, brun rougeâtre, légèrement humide, moyennement dense à dense, composition minérale principalement quartz, feldspath, etc., angulaire-subangulaire, mauvais triage, bonne gradation. Remplissage d'argile farineuse brun rougeâtre, chargée avec généralement de 10% ~ 15%. L'épaisseur est généralement de 2 ~ 3 m, avec une distribution lenticulaire.

5) Sédiments éluvio-diluviaux(Q₄^{edl})

⑤₁ L'argile mélangée à de la pierre concassée gris-blanc, brun rougeâtre, brun-jaune. L'argile farineuse est plastique, avec une ténacité moyenne et une résistance à sec, coupée grossièrement, légèrement brillante, sans réaction de secouage, environ 30% de teneur en gravier.

6) Le grès et le conglomérat de sable sont principalement noir-brun et gris-brun. La composition originale de la roche de brèche est principalement de roche magmatique, principalement de cimentation argileuse, avec des pores de dissolution développés, une structure en couches épaisse et une forte altération principalement, avec de la roche tendre à plus tendre, et la qualité de base de la masse rocheuse est de grade IV ~ V.

7) Mudstone est principalement blanc grisâtre, jaune clair, structure argileuse en couches épaisse, principalement composée de minéraux argileux. C'est une roche extrêmement tendre avec un son de martèlement terne, qui peut être sculpté à la main et peut être foré au forage à sec. Le gradient local est constitué de siltite, qui est principalement fortement altérée, et la majeure partie est de la roche extrêmement tendre. La qualité de base de la masse rocheuse est de grade V.

(3) Structure géologique

La zone de projet est structurellement stable et il n'y a pas de développement évident de structures de failles.

Peu de roches substratum sont exposées. Les roches sont principalement constituées de conglomérats tertiaires, de grès et de marnes. Ce sont des roches extrêmement tendres à tendres avec une intégrité médiocre, des fissures bien développées remplies de boue et de débris rocheux.

(4) Effets géologiques néfastes et sols spéciaux

La topographie de la zone du projet est douce, les matériaux quaternaires sus-jacents sont principalement des remblais artificiels, de limon, de sol limoneux, de sable fin, de sable

moyen, etc., et le substratum rocheux sous-jacent est constitué de conglomérat sableux et de mudstone, etc. 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 artificiel et un sol mou.

Les remblais artificiels sont principalement des remblais divers et des remblais simples. Les remblais divers sont principalement distribués dans les zones résidentielles, principalement les déchets ménagers et les déchets de construction; les remblais simples sont principalement répartis sur les rives des rivières et des lacs, principalement du sable, et généralement épais 2 ~ 3 m, compressibilité moyenne à élevée.

Le sol mou est principalement un sol limoneux et limoneux, principalement distribué au fond des rivières, des lacs et des marécages, d'une épaisseur de 2 ~ 3 m, en forme plastique coulant -- plastique souple, contenant de la matière organique, une teneur en eau élevée, un grand taux de vide naturel et une compressibilité élevée. Et les caractéristiques d'ingénierie telles que la sensibilité et la faible résistance sont sujettes à une déformation inégale.

11.2 Planification source matérielle

11.2.1 Situation générale des sources matérielles

La zone d'ingénierie est principalement un sol sableux, et les matériaux de sol disponibles sont principalement du sol résiduel altéré ⑤₁, qui est une argile limoneuse gris-blanc, rouge-brun et brun-jaune avec du gravier. L'argile limoneuse est plastique, avec une ténacité et une résistance à sec moyennes, et une teneur en gravier environ 30%, indice plastique $I_p=10\sim 17$, la densité naturelle est généralement de 2 g/cm^3 , cohésion de résistance au cisaillement saturé $c=25\text{ kPa}$, angle de frottement interne $\psi=13\sim 15$, le coefficient de perméabilité est généralement inférieur à $1\text{E}-05\text{ cm/s}$, Il peut répondre aux exigences des matériaux généraux de remplissage du sol. En outre, le mudstone entièrement altéré peut également être utilisé comme source de matériaux du sol.

Selon le plan de conception, la quantité de terrassement excavé cette fois-ci est d'environ 11,68 millions de m^3 , composée principalement de sable moyen alluvial, de gravier argilo-limoneux, de sol résiduel. La couche superficielle de débris et de sol limoneux est enlevée. Il est estimé à un taux d'utilisation de 75%. Parmi eux, le sable fin ③₁ et le sable moyen ④₁ ont une mauvaise imperméabilité et ne satisfont pas aux exigences anti-infiltration.

La densité naturelle du conglomérat sableux modérément altéré dans la région est généralement de $2,5\text{ g/cm}^3$, et la résistance à la compression saturée est généralement de 20 à 30 MPa, qui sont une roche relativement molle.

Le substrat rocheux dans la région est principalement constitué de mudstone tertiaire et de glauconite, qui sont des roches extrêmement souples et plus souples à faible résistance et ne peuvent pas être utilisées comme source d'agrégats artificiels de béton. Il est entendu que l'agrégat grossier local fait défaut. Le principal agrégat grossier conforme au S égal provient de Jies, qui est une roche volcanique dure avec une distance de transport d'environ 180 km; le sable agrégé utilise principalement des sources de sable éolien ou aqueux à proximité avec une mauvaise gradation du sable, une forte teneur en boue locale et un manque de recherche expérimentale correspondante. A ce stade, il est recommandé que les granulats grossiers et fins de béton proviennent de Thiès.

11.2.2 Planification source matérielle

(1) Sable et gravier

Le volume de béton de ce projet est de 805,2 mille de m³, les matériaux de sable et de gravier sont de 93,8 mille de m³, les coussins de sable grossier et de gravier sont de 639,9 mille de m³ et la maçonnerie en pierre est de 283,7 mille de m³. En résumé, ce projet nécessite un total d'environ 1,8226 millions de m³ de sable et de gravier.

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 remplissage

La quantité totale de remblais de terre et de pierre dans ce projet est d'environ 6,5776 millions de m³ (carré compacté), le carré naturel est de 7,5851 millions de m³, dont 6,0152 millions de m³ (carré naturel) sont utilisés pour l'excavation, et le reste est extrait des parcs à bestiaux voisins. Le volume minier est d'environ 1,5699 millions de m³.

11.3 Déviation de construction

11.3.1 Niveau d'ouvrage de dérivation et critères d'inondation

Le niveau d'ouvrage 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.

11.3.2 Plans de dérivation et ouvrages de dérivation

(1) Écluse KMS

Adopter un batardeau en terre-roche pour former la fosse de fondation pour la construction de l'écluse. La cote de la crête du batardeau en terre et roche est de 4 m, la largeur du haut est de

6 m, le rapport de la pente latérale face à l'eau est de 1: 3,0, le rapport de la pente du côté de l'arrière-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. Une fois la construction de l'écluse terminée, le batardeau sera enlevé

(2) Écluse Keur-Idy

Adopter un batardeau en terre-roche pour former la fosse de fondation pour la construction de l'écluse. La cote de la crête du batardeau en terre et roche est de 4 m, la largeur du haut est de 6 m, le rapport de la pente latérale face à l'eau est de 1: 3,0, le rapport de la pente du côté de l'arrière-eau est de 1: 2,5, la hauteur du batardeau est d'environ 6 m et la longueur du batardeau est d'environ 30 m. Une fois la construction de l'écluse terminée, le batardeau sera enlevé

(3) Écluse Syer

Le batardeau de crête de terre réservé est utilisé pour la construction de rétention d'eau, 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 la crête de terre sera enlevé.

(4) Le nombre d'ouvrages de dérivation

Quantités des travaux principaux des ouvrages de dérivation voir le tableau 11.3-1.

Tableau 11.3-1 Tableau de quantités des travaux principaux des ouvrages de dérivation

Travaux	Unité	Quantités des travaux	Remarques
Remblai de terrassement	m ³	24300	
Enlèvement de batardeau	m ³	24300	

11.4 Construction de gros œuvre

11.4.1 Construction du projet d'extension du canal de Taouey

Le contenu principal de construction du projet d'expansion du canal de Taouey comprend l'excavation de la terre, l'excavation de pierre et le dragage de la terre.

(1) Excavation de la terre

Le terrassement est excavé et chargé avec une excavatrice de 1 ~ 2 m³ et transporté par un camion à benne basculante de 10 ~ 15t.

(2) Excavation de pierre

Les ouvrages en pierre entièrement altérés sont excavés par des machines d'excavation, et les ouvrages en pierre résistants aux intempéries et en dessous sont construits par forage et

dynamitage. Les matériaux excavés sont transportés par des pelles de $1 \sim 2\text{m}^3$ et des camions à benne basculante de $10 \sim 15\text{t}$.

(3) Dragage de terrassement

Les dragues suceuses à désagrégateur sont utilisées pour le dragage de terrassement et sont transportées vers la décharge de boue par un tuyau de boue.

11.4.2 Construction du projet de reconstruction de l'écluse Richard Toll

Le principal contenu de construction du projet de rénovation de l'écluse Richard Toll est le remplacement du palan: un seul palan pèse 2t et est hissé par une voiture.

11.4.3 Construction de la digue et des écluses du lac Guiers

Le projet de digue et des écluses du lac Guiers comprend le projet de digue du lac Guiers, le projet de l'écluse KMS, le projet de reconstruction de l'écluse Keur-Idy et le projet de l'écluse Syer.

(1) Excavation de la terre

La méthode de construction de terrassement est la même que pour le projet d'agrandissement du canal de Taouey.

(2) Remplissage de terrassement

Une partie du terrassement de remplissage pourrait utiliser le terrassement utilisable et excavable du projet d'expansion du canal de Taouey, et une autre partie du matériau de terre pourrait être excavé à proximité. Après avoir été transporté sur le site par un camion à benne basculante de $10\text{-}15\text{t}$, le bulldozer est utilisé pour le pavage et le nivellement, et le rouleau de surface lisse est complété par la conduite de type grenouille. Compactage de la machine de compactage.

(3) Protection des talus de gazon

Le gazon est posé en sections de bas en haut. Avant la pose, il faut bien mesurer et lisser, et poser les pieux pour tracer la ligne; la pose est recommandée à la main, et chaque bloc de gazon doivent être serrés fermement. Une fois que chaque section est pavée, il est nécessaire de protéger le gazon contre le piétinement par les piétons et l'écrasement par les roues. Le gazon posé le même jour doit être arrosé d'eau pour maintenir les racines et assurer la survie du gazon.

(4) Coulage du béton

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 tonnes.

(5) Installation de structure métallique

La structure métallique comprend principalement des vannes de révision, des vannes de travail, des palans et des palans électriques. Le poids d'une seule pièce maximum du palan et du palan électrique est de 8 tonnes. Il est hissé en voiture et la vanne est installée avec son propre équipement de levage.

11.4.4 Construction du projet de dragage du marigot du marigot Ferlo

La construction du projet de dragage du marigot du marigot Ferlo comprend l'excavation de la terre, le dragage de la terre.

Le terrassement est excavé et chargé avec une excavatrice de 2 ~ 4 m³ et transporté par un camion à benne basculante de 20 ~ 25 t.

Le dragage de terrassement sera organisé sur la terre ferme pendant la saison sèche, avec des excavatrices de 2 ~ 4 m³ pour le creusement et le chargement, et le transport par camion à benne basculante de 20 ~ 25 t.

11.4.5 Travaux de la station de pompage

Cette partie comprend deux stations de pompage d'irrigation PL1 et PL2, et une station de pompage de surcompression dans la zone d'irrigation. Le contenu principal comprend l'excavation de la terre, l'excavation de pierre, le remblai en terre, la construction de pieux forés, le coulage du béton et l'installation de structures métalliques etc. Les méthodes d'excavation de terrassement, de remblayage en terre, de coulage de béton et d'installation de structures métalliques sont les mêmes que celles des travaux de digue et d'écluse du lac de Guiers.

(1) Excavation de pierre

La pierre entièrement altérée est excavée par des machines d'excavation, et la pierre gravement altérée et inférieure est construite par forage et dynamitage, et partiellement cassée par des pics pneumatiques. Les matériaux excavés sont transportés par des pelles de 1 ~ 2 m³ et des camions à benne basculante de 10 ~ 15 t.

(2) Construction de pieux forés

La section de mort-terrain est de préférence forée avec une plate-forme de forage rotative de grand diamètre, la section de base de roche est percée par forage à percussion, la paroi de

boue est protégée et le trou est protégé par un tube de protection en acier. Une fois les trous formés et les trous nettoyés et inspectés, les cages en acier sont hissées par des grues sur chenilles. Les cages en acier sont préfabriquées en sections sur le rivage, reliées à la longueur des trous et abaissées à l'élévation prévue, puis fermement reliées au tube de protection. Le béton est transporté sur le site par un camion malaxeur à béton et coulé par la méthode du tuyau droit.

11.4.6 Construction d'ouvrage du réseau de canaux

Les ouvrages du réseau de canal comprennent principalement les canaux principaux et secondaires L, M, les écluses des canaux principaux et secondaires, les réservoirs, etc. Les méthodes d'excavation de terrassement, de remblayage en terre, de coulage de béton et d'installation de structures métalliques sont les mêmes que celles du projet de digue et des écluses du lac de Guiers. La méthode de construction d'excavation de pierre est la même que celle du projet de station de pompage.

11.4.7 Construction de la ferme piscicole de démonstration

Le principal contenu de construction de la ferme piscicole est l'excavation de la terre, et la méthode de construction est la même que celle de l'expansion du canal de Taouey.

11.4.8 Construction de l'embarcadère

Le processus de construction de l'embarcadère de ponton est la préparation de la construction → l'assemblage du ponton → la machine d'empilage à bord → l'enfoncement des pieux en acier.

Préparation de la construction: niveler le site, réparer la route d'accès et entrer sur le site avec des matériaux mécaniques.

Assemblage des pontons: les pontons sont hissés dans l'eau un par un. Après assemblage, chacun est hissé et tous sont assemblés selon les dessins de conception du ponton, puis un soudage partiel est effectué pour souder deux rails de roulement d'une largeur de 70 cm et d'une longueur de 12 m. Un terminal de la machine à bord du bateau se développe hors de la coque et agit sur la plate-forme d'embarquement lors de l'embarquement.

Embarquement du conducteur de pieux: Avant de monter à bord des pieux, le bateau doit être fixé et les deux terminaux doivent être fixés et serrés avec des câbles en acier. Lors de l'embarquement, la hauteur du bateau est au moins 30 cm plus haute que la plate-forme d'embarquement. De l'arrière, après avoir soutenu le pieu, continuez vers le centre de la coque, soulevez lentement la flèche et effectuez l'expérience de manœuvre déchargée. Une fois qu'il n'y a pas de problème, fixez les pieux avec un câble métallique.

Naufrage des pieux en acier: le ponton se déplace jusqu'au point désigné le conducteur de pieu serre les pieux en acier, (commencez par enfoncer 2 pieux temporaires avec une ligne droite pour enfoncer plus précisément les pieux en ligne droite) Utilisez le théodolite pour regarder la position d'enfoncement du pieu, Coopérez avec le conducteur de pieux pour faire couler le pieu en acier à l'élévation.

11.4.9 Construction de centrale photovoltaïque

Le contenu principal de la construction de la centrale photovoltaïque comprend l'excavation de terre, l'excavation de pierre, le remblai de terre, le coulage du béton, les équipements mécaniques et électriques et l'installation de structures métalliques. Les méthodes d'excavation de terrassement, de remblayage de terre, de coulage du béton, d'équipement mécanique et électrique et d'installation de la structure métallique sont les mêmes que celles du projet de digue et des écluses du lac de Guiers. La méthode de construction d'excavation de pierre est la même que celle du projet de station de pompage.

11.5 Circulation de la construction et plan général de la construction

11.5.1 Trafic de construction

(1)Trafic externe

La zone de projet est située dans la partie nord du Sénégal, impliquant deux régions administratives de Saint-Louis et Louga. En partant de Dakar, la capitale, la zone du projet est accessible via l'autoroute A1, les autoroutes nationales N2 et N3. De plus, plusieurs autoroutes en aval de l'autoroute nationale traversent la zone du projet. Les conditions de circulation externe de ce projet sont bonnes et il répond aux exigences d'entrée de matériaux en vrac et d'articles majeurs.

(2)Trafic à l'intérieur du site

Selon le plan du projet, combiné aux conditions de circulation existantes à l'intérieur et à l'extérieur du site, 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, les routes de construction sous la fosse de fondation et la fosse de fondation de communication. Construction de routes dans les zones de production et de vie temporaires. La chaussée de la route de construction sur le site a une largeur de 6,0 m, toutes en ciment.

Les dragues suceuses à désagrégateur utilisés pour le dragage fluvial sont transportés par camions de vrac aux abords de l'écluse KMS. L'environnement et le transport du site répondent aux exigences des dragues entrant sur le site.

Pendant le processus de construction, l'unité de construction doit non seulement faire du bon travail dans l'assainissement environnemental de la route de transport, mais aussi faire un bon travail dans l'entretien et l'entretien de la route de transport pour minimiser l'impact sur la vie normale des résidents le long de la ligne.

11.5.2 Plan de construction

(1) Principes de disposition générale de la construction

La disposition générale de la construction est planifiée et conçue selon les principes de facilitation de la production, de vie pratique, de production rapide, de fiabilité économique et de gestion facile. Considérez le mode de gestion de la construction actuel et le niveau de mécanisation de la construction, déterminez raisonnablement l'utilisation de la main-d'œuvre et la zone du bâtiment de bien-être, et aménagez rationnellement les zones de vie et de bureau pendant la période de construction.

(2) Planification générale du plan de construction

La disposition générale de la construction de ce projet adopte le principe de combiner décentralisation et concentration relative pour la planification et l'aménagement, suivant des mesures aux conditions locales, bénéfiques pour la production, pratiques pour la vie, sûrs et fiables, faciles à gérer, en prêtant attention à la protection de l'environnement, en réduisant l'érosion des sols et en incarnant pleinement l'harmonie entre l'homme et la nature, Le principe de rationalité économique.

Selon la répartition du projet, des installations temporaires pour la construction de rivières 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 séparément.

La zone de construction de maisons temporaires pour diverses installations est indiquée dans le tableau 11.5-1.

Tableau 11.5-1 Zone de construction des maisons temporaires de diverses installations

Article	Unité	Superficie (m ²)
Divers bureaux et installations de bien-être	m ²	20000
Principales filiales	m ²	69000
Divers entrepôts	m ²	9500
Total	m ²	98500

11.5.2.1 Installations de l'usine de construction

(1) Système de traitement du sable et du gravier

Les granulats grossiers et fins de béton et les matériaux de sable et de gravier requis par ce projet doivent être achetés. Seuls les parcs de stockage d'agrégats et de sable et de gravier sont

aménagés sur le site et aucun système de traitement séparé du sable et du gravier n'est prévu.

(2) Système de mélange de béton

Il est prévu d'aménager une station de mélange de $0,4 \text{ m}^3$ à proximité du projet de réservoir de canal et une tour de mélange de $2*0,8 \text{ m}^3$ à proximité de la station de pompage. Lors de la construction en béton du canal, il est prévu d'installer un mélangeur de $0,4 \text{ m}^3$ à intervalles réguliers à proximité du corps de remblai le long du canal.

(3) Système d'eau, d'électricité et de communication

1) Système d'alimentation électrique

L'électricité autoproduite au diesel est utilisée pour la construction du projet, dont un groupe électrogène diesel mobile de 800 KVA et un groupe électrogène mobile de 400 KVA est envisagé pour la construction de la station de pompage; pour la construction du projet de vanne, un groupe électrogène diesel mobile de 400 KVA est considéré pour chacun; et un groupe électrogène diesel mobile de 120 KVA est considéré comme installé à une certaine distance le long du projet fluvial.

2) Système d'alimentation en eau

L'eau de production dans les principales zones de construction peut être pompée de la rivière par des pompes à proximité; l'eau de production dans les zones de construction sporadiques peut être pompée et fournie par les ruisseaux et les canaux voisins. L'eau potable est forcée à proximité pour obtenir de l'eau.

3) Système de communication

Chaque zone de construction envisage l'introduction de signaux de téléphonie mobile dans le chantier de construction, de sorte que toute la zone de construction soit couverte par des signaux de communication sans fil pour assurer une communication fluide.

En outre, le chantier peut également être équipé de talkie-walkie portable comme communication auxiliaire entre différents points de fonctionnement.

11.5.2.2 Équilibre de terrassement

Un total de 17,3888 millions de m^3 (volume naturel) de terre et de pierre excavés dans ce projet, 6,0152 millions de m^3 (volume naturel) de remblai de terre et de pierre sont déduits et un total de 11,3735 millions de m^3 de laitier (volume naturel) est rejeté. Un déblai est aménagé à proximité. Voir le tableau 11.5-2 pour l'équilibre de la terre et de la pierre.

Tableau 11.5-2 Bilan de terrassement (1000 m³)

Emplacement	Travaux	Valeur Des travaux		Travaux d'extension du canal de Taouey		Écluse KMS	Écluse Keur-Idy	Travaux Syer écluse	Travaux de dragage du marigot du marigot Ferlo		Travaux de la station de pompage PL1 et pipeline		Travaux de la station de pompage PL1 et pipeline		Travaux du réseau de canal						Travaux de d'ournement	Matériaux de produits externalisés	Exploitation minière de carrière de terre				
				Excavation de la terre	Dragage de terrassement				Excavation de la terre	Excavation de la terre	Excavation de la terre	Dragage de terrassement	Excavation de la terre	Excavation de pierre	Excavation de la terre	Excavation de pierre	Canaux principaux et de déviation de l'Ouest I		Canaux principaux de l'Ouest II					Construction du canal			
																	Excavation de la terre	Excavation de pierre	Excavation de la terre	Excavation de pierre				Excavation de la terre	Excavation de pierre	Excavation de la terre	Excavation de pierre
		Volume compacté	Volume naturel	837,6	524,0	9,2	1,1	1,4	2904,3	4356,5	207,6	3,8	385,1	1,4	4110,9	437,9	1719,7	191,1	1505,6	167,3	24,3						
Projet de remblai	Travaux de la digue de Guiers	Remplissage de digue	471,5	554,7																					554,7		
		Sable grossier, gravier	189,8																							189,8	
		Pierre de bloc	62,3																							62,3	
Projet Écluse	Écluse KMS	Remblai de terrassement	2,5	2,9			2,9																				
		Sable grossier, gravier	0,2																								0,2
		Agrégat de b éton	7,6																								7,6
	Écluse Keur-Idy	Remblai de terrassement	0,2	0,2				0,2																			
		Agrégat de b éton	1,6																								1,6
	Travaux Syer Écluse	Sable grossier, gravier	0,3																								0,3
Agrégat de b éton		1,6																								1,6	
Travaux de dragage du marigot du marigot Ferlo		Remblai de terrassement	150,0	176,5					176,5																		
		Gravier	93,8																								93,8
		Sable grossier, gravier	375,0																								375,0
Travaux de station de pompage	Travaux de la station de pompage PL1 et pipeline	Remblai de gravier	110,8	84,6							84,6																
		Sable grossier, gravier	17,0																								17,0
		Agrégat de b éton	36,3																								36,3
	Travaux de la station de pompage PL2 et pipeline	Remblai de gravier	277,8	326,1						35,8					288,8	1,4											
		Sable grossier, gravier	57,6																								57,6
		Agrégat de b éton	20,6																								20,6
Travaux du réseau de canal	Canaux principaux et de déviation de l'Ouest I	Remblai de terrassement	4037,9	4513,5											3083,2	437,9										99,2,4	
		Pierre de bloc	169,7																								169,7
		Agrégat de b éton	440,3																								440,3
	Canaux principaux de l'Ouest II	Remblai de terrassement	457,5	538,2														538,2									
		Pierre de bloc	50,4																								50,4
		Agrégat de b éton	103,5																								103,5
	Construction du canal	Remblai de terrassement	1155,9	1359,9																1359,9							
		Pierre de bloc	1,3																								1,3
		Agrégat de b éton	193,7																								193,7
Travaux de d'ournement		Remplissage de batardeau	24,3	28,6			4,6	0,6	0,7																	2,2,8	
Laitier			11373,5		837,6	524,0	1,7	0,4	0,7	2692,0	4356,5	123,0	3,8	96,3	0	1027,7	0	1181,5	191,1	145,7	167,3	24,3					

11.5.2.3 Terrain occupé pour l'exécution des travaux

La superficie de construction comprend principalement des entrepôts temporaires, des usines de transformation pour les entreprises auxiliaires, des bureaux temporaires et des installations de subsistance, des entrepôts et d'autres installations temporaires sporadiques, ce qui représente une superficie totale d'environ 6,70 millions de m². Les installations temporaires de construction telles que les entreprises auxiliaires, les bureaux temporaires et les équipements de subsistance couvrent environ 140 000 m², les routes de construction 90 000 m², les entrepôts temporaires 1,11 millions de m² et les terrains d'abandon 5,36 millions de m².

11.6 Avancement global de la construction

Les travaux de construction sont subdivisés en quatre phases, à savoir la phase de démarrage, la phase de préparation, la phase de gros œuvre et la phase d'achèvement. La période de démarrage n'est pas incluse dans la durée totale des travaux. Le traitement de l'acquisition et de la démolition de terrains pour la construction, les communications extérieures et les appels d'offres qui sont inclus dans la période de démarrage sont organisés et exécutés par le propriétaire du projet avant les entreprises de construction entrent sur le site.

La période de préparation s'achèverait essentiellement: le métré sur site, l'enquête, la conception des plans de construction, l'approbation des plans de construction, 'accès à l'eau, accès à l'électricité, accès à la route et nivellement du site', le trafic sur chantier, le système de mélange du béton, chambre de subsistance temporaires, les entrepôts et les entreprises auxiliaires afin de créer des conditions favorables au début de gros œuvre. Les travaux préparatoires de construction sont prévus pour la période allant de mars à octobre de la première année, soit un mois de construction en ligne; La période de construction du gros œuvre s'étend du mois d'avril de la première année au mois de janvier de la quatrième année, soit 34 mois de construction en ligne. La période d'achèvement des travaux est prévue pour janvier-février de la quatrième année, soit un mois de construction en ligne, et l'achèvement des travaux de finalisation, soit 36 mois au total.

La durée totale de 36 mois ne comprend pas la période des études d'avant-projet détaillées.

(1) Travaux de creusement du canal Taouey

Achevé entre octobre de la première année et mars de la troisième année avec une durée de 18 mois.

(2) Travaux de digues et d'écluses du lac Guiers

Achevé entre octobre de la première année et mars de la troisième année avec une durée de 18 mois.

(3) Travaux de dragage de cours d'eau du marigot Ferlo

Achevé entre octobre de la première année et avril de la troisième année avec une durée de 19 mois.

(4) Travaux de station de pompage

Achevé entre juin de la première année et juillet de la troisième année avec une durée de 26 mois.

(5) Travaux des ouvrages de canalisation

Achevé entre avril de la première année et janvier de la quatrième année avec une durée de 34 mois.

12 Suggestion de la mise en œuvre par phases

12.1 Principe et objectif de la mise en œuvre par phases

12.1.1 Principe de la mise en œuvre par phases

Le projet PREFERLO nécessite un grand investissement dans la construction et un long cycle de développement. Sur la base du plan de développement du projet, de l'ampleur du prélèvement autorisé existant et de l'investissement du projet, il est proposé de mettre en œuvre le projet en deux phases. Les principes de la mise en œuvre par phases sont les suivants :

- La priorité sera accordée à la résolution du problème de l'eau potable, en particulier l'eau potable pour les habitants urbains.
- Donner la priorité à la mise en œuvre des travaux nécessaires à la réalisation des fonctions d'irrigation, afin que les travaux mis en œuvre puissent produire des bénéfices le plus rapidement possible;
- La priorité sera donnée à l'aménagement de parcelles de terrain plus proches des sources d'eau;
- Construction d'ouvrages en tenant compte de l'interface entre le programme global et le programme de mise en œuvre progressive afin d'éviter le gaspillage lors de la mise en œuvre ultérieure ;
- Tenir compte des contraintes de financement de la phase I.
- Les travaux mis en œuvre dans la phase I devraient répondre au moins aux besoins d'eau de la zone réceptrice d'eau de la phase I.

12.1.2 Objectif par phases

Selon le principe de la mise en œuvre par phases, la localisation de chaque parcelle et le dispositif d'investissement du projet, les objectifs de mise en œuvre de chaque phase sont déterminés comme suit :

(1) Objectif de phase I

1) Répondre aux besoins en eau des villes et villages de Mboula, YangYang, Mbeuleukhe et Linguère dans l'Ouest I pour la demande de l'eau potable et du bétail;

2) Répondre aux besoins en eau pour l'irrigation de trois parcelles agricoles, ZAL2, ZAL3 et ZAL4, et de deux pâturages, ZPL2 et ZPL3, le long de l'axe de Mboula -Linguère dans la zone Ouest I;

(2) Objectif de phase II

1) Répondre à la demande en eau pour l'usage humain et le bétail dans le village de Barkedji, dans l'Ouest I et les besoins en eau des villes Dahra et des villages autour dans l'Ouest II pour l'usage humain et le bétail

2) Répondre à la demande en eau d'irrigation des parcelles agricoles des ZAL5 et ZAL6 et à la demande en eau d'irrigation de pâturage de la ZPL4 dans la zone située à l'est de Linguère, dans l'Ouest I;

3) Pour répondre à la demande en eau d'irrigation des parcelles agricoles de la ZAL1 et à la demande en eau d'irrigation de la partie restante des pâturages de la ZPL1 dans l'Ouest II.

Les informations de base sur la zone de service pour chaque phase sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12.1-1 Les objectifs de service de chaque phase

Mission	Nom des zones urbaines et rurales	Unité	Objectif global	Objectif de phase-1	Objectif de phase-2
Potable	Dahra	personne	113705	/	113705
	Mboula	personne	21439	21439	/
	Barkedji	personne	49427	49427	/
	YangYang	personne	13330	13330	/
	Linguère	personne	53441	53441	/
	Mbeuleukhe	personne	4119	/	4119
	Total	personne	251342	137637	117824
L'irrigation des pâturages et l'esclavage (La surface irriguée nette)	ZPL1	ha	4526	/	4526
	ZPL2	ha	747	747	/
	ZPL3	ha	1483	1483	/
	ZPL4	ha	2088	/	2088
	Total	ha	8844	2230	6614
l'irrigation agricole (La surface irriguée nette)	ZAL1	ha	8097	/	8097
	ZAL2	ha	655	655	/
	ZAL3	ha	599	599	/
	ZAL4	ha	1855	1855	/
	ZAL5	ha	5702	/	5702
	ZAL6	ha	7440	/	7440
	Total	ha	24348	3109	21239
L'amélioration de l'environnement écologique			En rapport avec le plan de développement global	En rapport avec le plan de développement de la phase I	En rapport avec le plan de développement de la phase II

Le contenu de la phase I comprend une partie de l'Ouest I. La zone de service de la phase I de l'Ouest I consiste à fournir de l'eau potable et pour l'élevage à Mboula, YangYang, Mbeuleukhe et Linguère, à 3 parcelles agricoles dans les ZAL2, ZAL3 et ZAL4 avec une superficie irriguée nette de 3109 ha et 2 parcelles d'élevage dans les ZPL2 et ZPL3 avec une superficie irriguée nette de 2230 ha de prairies.

Le contenu de la phase II comprend la région de l'Ouest I et de l'Ouest II. La portée de service de l'Ouest II comprend l'eau potable et l'eau de l'élevage dans les régions de Mbeuleukhe, deux parcelles agricoles dont ZAL5 et ZAL6, avec une superficie irriguée nette de 13142 ha, et une parcelle d'élevage ZPL4, avec une superficie irriguée nette de 2088 ha. La zone de service de phase II dans le Zone Ouest I comprend la parcelle de pâturage ZPL1 et la parcelle agricole ZAL1. La superficie nette irriguée des terres agricoles est de 4858 ha et la superficie nette irriguée du pâturage est de 1358 ha.

12.2 Contenu de la mise en œuvre à chaque phase

Selon le contenu de construction global du projet et la zone du service de chaque phase, le

contenu de mise en œuvre par phase peut être conclu. Le diagramme de distribution de l'eau de la phase I est illustré au tableau 12.2-1.

12.2.1 Contenu de la mise en œuvre de phase I

La portée de la phase I de mise en œuvre sont les suivants : élargir le canal Taouey, avec un débit conçu de $120 \text{ m}^3/\text{s}$; construire l'écluse KMS avec un débit de conception de $120 \text{ m}^3/\text{s}$; 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 $16,06 \text{ m}^3/\text{s}$, 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.

12.2.2 Le contenu de la mise en œuvre de phase II

Le contenu principal de la mise en œuvre de phase II sont: le rehaussement et le renforcement de la digue du lac Guiers de 30,9 km, au hauteur jusqu'à 4,0 m; La construction de l'installation des groupes d'unité et les tuyaux de sortie pour la station de pompage de PL1 : l'augmentation de 10 unités installées et 4 tuyaux de sortie; La construction de la station de pompage PL2 avec un débit de conception de $7,75 \text{ m}^3/\text{s}$ et 6 unités installées (1 en réserve) ; La construction d'une centrale photovoltaïque d'une puissance de 40,509 MWp, équipé des générateurs diesel correspondants et des équipements de stockage d'énergie; La construction de suite du canal principal L de 66,36 km, et du canal secondaire L de 136,94 km, autant pour des réservoirs, des écluses, des ponts de circulation, des bacs de drainage et d'autres ouvrages édifices correspondants; La construction du canal principal M de 41,12 km et du canal secondaire M de 48,02 km, et des réservoirs, des écluses, des ponts de circulation, des bacs de drainage et d'autres ouvrages édifices correspondants. Il est prévu de construire une ferme piscicole de démonstration de 0,5 ha, 2 jardins agricoles de démonstration d'une superficie de 100ha chacune et 4 embarcadères.

Tableau 12.2-1 Liste du contenu de la mise en œuvre à chaque phase

N/S	Nom	Le contenu global			Le contenu pour Phase I		Le contenu pour Phase II	
		Unité	valeurs caractéristiques	Note	valeurs caractéristique	Note	valeurs caractéristique	Note
1	Electrification de l'écluse Richard Toll	Projet	1		1		/	
2	Élargissement du canal Taouey	km	17	Élargissement de la surface de la section d'écoulement d'eau à 280m ²	17		/	
3	L'endiguement de lac Guiers	km	30,9				30,9	
4	Écluse				□			
4.1	Écluse KMS	Projet	1		1		/	
4.2	Écluse Keur-Idy	Projet	1		1		/	
4.3	Écluse Syer	Projet	1		1		/	
5	Travaux de dragage du marigot du marigot Ferlo	km	70	Largueur du fond de 15m, Cote du fond de -12m	□		/	
6	Station de pompage							
6.1	Station de pompage PL1							
6.1.1	Débit de conception	m ³ /s	16,06		3,23	Débit conçu de la phase I ≥ 3,23 m ³ /s		Débit de phase II a augmenté à 16,06 m ³ /s
6.1.2	Unité installée	pcs	12+2		3+1	Sélection des unités de la phase I par aménagement global avec un débit non inférieurs aux exigences de la phase I.	9+1	
6.1.3	Capacité installée	kW	14*900		4*900		10*900	
6.1.4	Tuyaux de sortie	km	6*2,41		□ 2*2,41(φ1600)		□ 4*2,41	

N/S	Nom	Le contenu global			Le contenu pour Phase I		Le contenu pour Phase II	
		Unit é	valeurs caract éristiques (φ1600)	Note	valeurs caract éristique	Note	valeurs caract éristique (φ1600)	Note
6.2	Station de pompage PL2							
6.2.1	D ébit de conception	m ³ /s	7,75		□		□ 7,75	
6.2.2	Unit é install ée	pcs	5+1		□		5+1	
6.2.3	Capacit é install ée	kw	6*900				6*900	
6.2.4	D ébit de conception	km	3*4,0 (φ1600)				3*4,0 (φ1600)	
7	Une centrale électricité	MWp	40,509		□		□	
7.1	capacit é photovolta ïque install ée	MWp	40,509		/		40,509	
7.2	Capacit é de stockage	WMh	33		/		33	
7.3	Capacit é de g énérateurs diesels	MW	17,6/11*1,6		6,4/4*1,6	Alimentation du PL1 par 4 g énérateurs diesels	11,2/7*1,6	
7.4	Station de communication		1		/		1	
7.5	Ligne de transmission							
7.5.1	Tension	kV	30		/		30	
7.5.2	Nombre de circuit	Circuit	2		/		2	
7.5.3	Distance de transmission	km	9,8		/		9,8	
8	Zone d'irrigation							
8.1	La Zone Ouest I							
8.1.1	Canal principal							
(1)	Longueur	km	108,25		41,89		66,36	
(2)	Largeur du fond	m	2~6		6		2~6	
8.1.2	Canal secondaire				□		□	
(1)	longueur	km	194,24		57,3		136,94	Longueur des siphones inverses incluse
(2)	Largeur du fond	m	1~4		1		1~4	

N/S	Nom	Le contenu global			Le contenu pour Phase I		Le contenu pour Phase II	
		Unit é	valeurs caract éristiques	Note	valeurs caract éristique	Note	valeurs caract éristique	Note
8.1.3	Syst ème du canal							
(1)	R éservoir	set	4		□ 3		□ 1	
(2)	L'écluse	set	36		□ 18		□ 18	
(3)	Ponceau de ruisseaux	set	105		□ 36		□ 69	
(4)	Ponts et ponceaux	set	80	a	□ 36		□ 44	
(5)	Siphon inverse	set	2				□	
(6)	Pompage de suralimentation	set	1	D ébit conçu 3,674m ³ /s			□ 1	
8.2	La Zone Ouest II							
8.2.1	Canaux principaux							
(1)	Longueur	km	41,12		/		41,12	
(2)	Largeur du fond	m	2~2,5		/		2~2,5	
8.2.2	Canal secondaire							
(1)	longueur	km	48,02		/		48,02	
(2)	Largeur du fond	m	1~2		/		1~2	
8.2.3	Syst ème du canal							
(1)	R éservoir	set	1		/		1	
(2)	L'écluse	set	10		/		10	
(3)	Ponceau de ruisseaux	set	13		/		13	
(4)	Ponts et ponceaux	set	20		/		20	
9	Autres							
9.1	Ferme piscicole de démonstration	ha	0,5		/		0,5	
9.2	Jardin agricole de démonstration	Objet	2*100(Ouest II) +50 (Ouest I)		50		2*100	
9.3	Embarcad ères	set	10		6		4	4
9.4	B âtiment de service		1		1	6000 m ²	/	

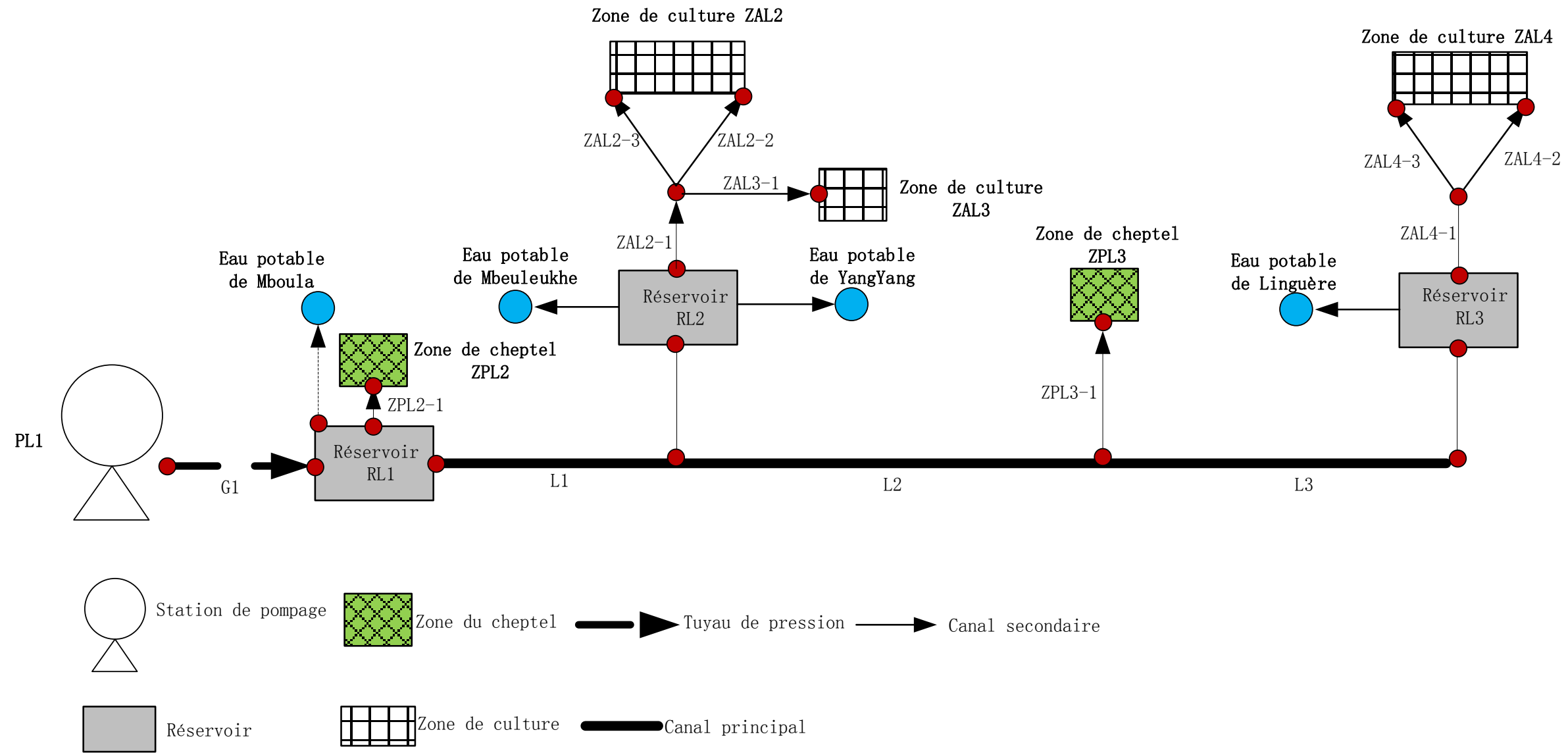


Figure 12.2-1 Le dessin généralisé de la distribution de l'eau dans la région Ouest I pour Phase I

13 Conclusion et suggestion

(1) Conclusion

Les faibles précipitations dans la vallée de la rivière Ferlo, la pénurie de ressources et la pénurie d'eau d'ingénierie limitent le développement de l'agriculture locale et de l'élevage. La mise en œuvre du projet est conforme au plan de développement prioritaire pertinent du Sénégal, qui peut réduire la pauvreté répondre à l'autosuffisance alimentaire dans la région et utiliser d'abondantes ressources en eau douce. La construction du projet est très nécessaire.

La construction du projet peut fournir de l'eau d'irrigation pour 24348 hectares de zones d'irrigation agricole et 8844 hectares de pâturages dans la vallée de la rivière Ferlo. Ce projet doit répondre à la consommation d'eau des habitants de 6 villes, année de niveau de conception d'environ 251342 personnes du district de Louga, la consommation d'eau résidentielle annuelle d'environ 251342 personnes, ainsi que l'élevage et l'amélioration de l'environnement écologique, les avantages de la construction du projet sont évidents.

Après comparaison, le plan pour ce projet est le suivant: détourner l'eau du fleuve Sénégal vers le lac de Guiers, draguer l'ancien marigot du marigot Ferlo de l'écluse KMS à Mboula, et construire une station de pompage pour pomper l'eau jusqu'à la tête du canal d'irrigation, Utiliser ensuite les canaux principaux et secondaires pour transporter et distribuer l'eau aux parcelles. La disposition du projet est raisonnable et il n'y a pas de facteurs majeurs limitant la faisabilité du projet.

(2) Suggestion

i. Selon les statistiques sur le débit de la station hydrologique de Bakel et le débit de décharge à l'embouchure du Barrage Diama, les ressources en eau accessible peut répondre aux besoins d'adduction d'eau. Faute des informations sur la situation et planification actuelle topographie, géologique et de la des zones d'irrigation, autant que les informations sur l'utilisation de l'eau de la station de Bakel sur le fleuve Sénégal à l'embouchure du Barrage Diama La conception et les conclusions seront être approfondies dès que les dossiers complémentaires sont collectés.

ii. Afin de mettre en œuvre pleinement les avantages et les efficaces du projet, il est recommandé de réaliser dès que possible les travaux de planification et de conception sur les stations de traitement des eaux et des travaux sur le terrain dans les zones de réception.