

République du Sénégal
Société Nationale des Eaux du Sénégal (SONES)

République du Sénégal
Étude Préparatoire du
Projet de Construction de l'Usine de
Dessalement de l'Eau de Mer aux
Mamelles

Rapport Final

Octobre 2015

Agence Japonaise de Coopération Internationale(JICA)

Nippon Koei Co., Ltd.
CTI Engineering International Co., Ltd

6R
JR(先)
15-019

République du Sénégal
Société Nationale des Eaux du Sénégal (SONES)

République du Sénégal
Étude Préparatoire du
Projet de Construction de l'Usine de
Dessalement de l'Eau de Mer aux
Mamelles

Rapport Final

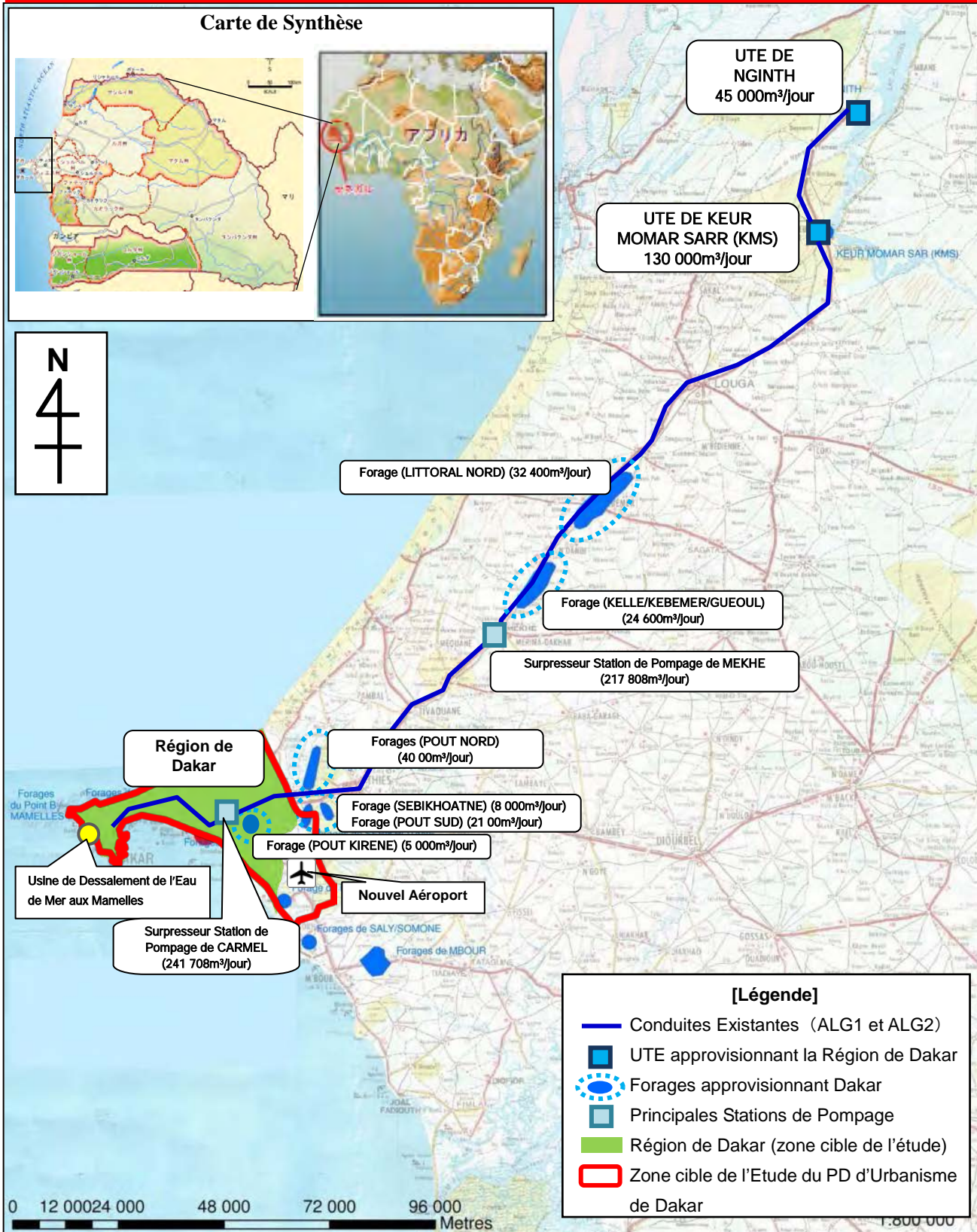
Octobre 2015

Agence Japonaise de Coopération Internationale(JICA)

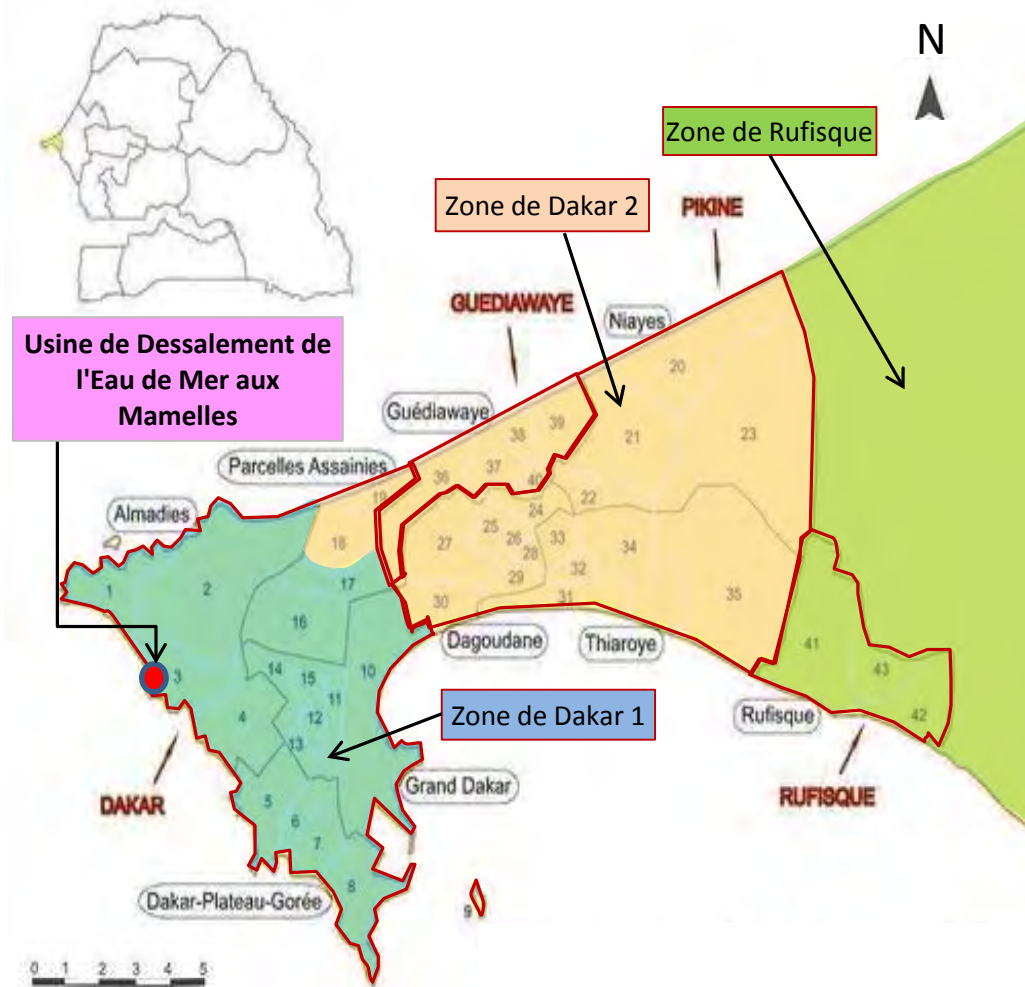
Nippon Koei Co., Ltd.

CTI Engineering International Co., Ltd

La zone cible de l'Étude est présentée au début de ce rapport. D'une part au sens étroit, la zone cible de l'Étude est la région de Dakar. D'autre part, dans un sens large, la zone cible inclut toute zone d'approvisionnement en eau venant des Usines de Traitement d'Eau potable et forages et aussi inclut l'Étude du Plan Directeur d'Urbanisme étant donné que l'équilibre de l'eau dans ces zones est à prendre en compte dans la détermination de la capacité de production de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles.



Zone Cible de l'Étude-1



Préfecture de Dakar Dakar		Préfecture de Pikine	Préfecture de Guédiawaye
Almadies Arrondissement	Grand Dakar Arrondissement	Niayes Arrondissement	Guédiawaye Arrondissement
1 Ngor	10 Hann-Bel-Air	20 Malika	36 Golf Sud
2 Yoff	11 HLM	21 Yeumbeul Nord	37 Sam-Notaire
3 Ouakam*	12 Biscuiterie	22 Yeumbeul Sud	38 Ndiarème
4 Mermoz-Sacré Cœur	13 Grand-Dakar	23 Keur Massar	39 Wakhinane Nimzat
Dakar-Plateau-Gorée Arrondissement	13 Grand-Dakar	Dagoudane Arrondissement	40 Médina Gounass
5 Fann-Point E-Amitié	14 Liberté	24 Djida-Thiaroye Kao	Rufisque Prefecture
6 Gueule Tapée-Fass-Colobane	15 Dieuppeul-Derklé	25 Pikine Nord	Rufisque Arrondissement
7 Médina	Parcelles Assainies Arrondissement	26 Pikine Est	41 Rufisque Ouest
8 Dakar-Plateau	16 Grand-Yoff	27 Pikine Ouest	42 Rufisque Est
9 Ile de Gorée	17 Patte d'Oie	28 Guinaw Rail Nord	43 Rufisque Nord
	18 Parcelles Assainies	29 Guinaw Rail Sud	
	19 Cambérène	30 Daliford	
		Thiaroye Arrondissement	
		31 Thiaroye sur Mer	
		32 Tivaouane-Diack Sao	
		33 Thiaroye Gare	
		34 Diamaguène-Sicap Mbao	
		35 Mbao	

*Le site de construction de l'Usine de Dessalement de l'eau de Mer aux Mamelles est localisé dans la Commune de Ouakam.

Zone Cible de l'Étude-2

République du Sénégal
Étude Préparatoire du Projet de Construction
de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles
Rapport Final

Table des Matières

CHAPITRE 1	introduction.....	1-1
1.1	Contexte de l'Étude.....	1-1
1.2	Objectifs, Portée et Zone Cible de l'Étude.....	1-3
1.2.1	Objectifs de l'Étude.....	1-3
1.2.2	Portée de l'Étude.....	1-3
1.2.3	Zone Cible de l'Étude.....	1-3
1.3	Calendrier, Etat d'Avancement et Prospective de l'Étude.....	1-4
CHAPITRE 2	SITUATION ACTUELLE DE LA ZONE CIBLE DE L'ÉTUDE.....	2-1
2.1	Situation Sociale.....	2-1
2.1.1	Politique, Administration Publique et Limites Administratives.....	2-1
2.1.2	Population.....	2-3
2.1.3	Économie et Industrie.....	2-3
2.1.4	Santé Publique.....	2-5
2.2	Conditions Naturelles.....	2-6
2.2.1	Temps, Climat et Changement Climatique.....	2-6
2.2.2	Topographie et Géologie.....	2-6
2.2.3	Flore et Faune.....	2-8
2.3	Développement des Infrastructures.....	2-10
2.3.1	Le Transport.....	2-10
2.3.2	Alimentation en Électricité.....	2-11
2.3.3	Eaux usées et Assainissement.....	2-11
2.3.4	Gestion des Déchets Solides.....	2-13
2.4	Conditions Naturelles de l'Etude.....	2-14
2.4.1	Activités de l'Etude et Localisations.....	2-14
2.4.2	Résultats des Etudes.....	2-15
CHAPITRE 3	Situation Actuelle du Secteur de l'eau dans la zone cible.....	3-1
3.1	Politiques Nationales et Systèmes Juridiques dans le Secteur Hydraulique.....	3-1
3.1.1	Politiques Nationales.....	3-1
3.1.2	Loi Fondamentale et Contrats dans le Secteur de l'Hydraulique.....	3-1

3.2	Schéma Actuel du PPP dans le Secteur de l'Approvisionnement en Eau en Milieu Urbain	3-3
3.2.1	Contexte de l'Introduction du Schéma Partenariat Public-Privé dans le Secteur de l'Approvisionnement en Eau en Milieu Urbain.....	3-3
3.2.2	Structure de Mise en Œuvre dans le Cadre du Schéma d'Affermage au Sénégal.....	3-4
3.2.3	Répartition des Travaux d'Investissement entre la SONES et la SDE.....	3-5
3.2.4	Détails des Documents Contractuels	3-7
3.2.5	Principaux Résultats Obtenus par le Schéma PPP	3-10
3.2.6	Perspectives de Restructurations du Régime PPP après l'Expiration du Contrat Actuel (2018) ...	3-11
3.2.7	Organigrammes des Structures Concernées	3-11
3.3	Situation Actuelle des Services d'Approvisionnement en Eau	3-15
3.3.1	Performances Ultérieures des Services	3-15
3.3.2	Appréciation des Services par le Publique	3-19
3.4	Situation Actuelle du Réseau d'Approvisionnement en Eau et des Ouvrages	3-26
3.4.1	Aperçu du Réseau d'Approvisionnement en Eau	3-26
3.4.2	Ressources en Eau	3-29
3.4.3	Usines de Traitement d'Eau Potable	3-31
3.4.4	Forages	3-32
3.4.5	Systèmes d'Adduction d'Eau	3-34
3.4.6	Réseau de Distribution d'Eau	3-37
3.4.7	Stations de Pompage	3-41
3.4.8	Qualité de l'Eau	3-42
3.4.9	Pression de l'Eau.....	3-44
3.4.10	Fuites et Pertes d'Eau	3-46
3.5	Situation Financière des Acteurs du Secteur et Tarif de l'Eau	3-51
3.5.1	Situation Actuelle et Historique de l'Evolution Tarifaire de l'Eau.....	3-51
3.5.2	Mécanisme et Procédure de Fixation des Tarifs.....	3-53
3.5.3	Montant et Composition des Recettes.....	3-54
3.5.4	Mécanisme des Frais de Rémunération du Contrat d'Affermage.....	3-56
3.5.5	Situation Financière de la SONES et de la SDE	3-57
3.5.6	Sensibilisation du Public sur le Tarif de l'Eau	3-61
3.6	Assistances Ultérieures, en Cours et Prévues des autres Bailleurs.....	3-65
3.7	Problèmes à Résoudre dans le Secteur au Niveau de la Région de Dakar	3-69
CHAPITRE 4	DETERMINATION DE la Capacité de production nécessaire a l'USINE et Portée du projet	4-1
4.1	Historique de la Planification du Projet	4-1
4.1.1	Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011	4-1
4.1.2	Documents et Plans Subséquents du Schéma Directeur de Mobilisation	

des Ressources en Eau de 2011	4-2
4.2 Résultats de l'Étude KMS 3	4-4
4.2.1 Introduction	4-4
4.2.2 Portée et Calendrier des Travaux de l'Étude	4-4
4.2.3 Estimation des Besoins en Eau Actualisée dans l'Étude KMS3	4-5
4.2.4 Actualisation du Plan de Développement des Ressources en Eau	4-19
4.3 Nécessité et Horizon du Projet	4-24
4.3.1 Etat d'Avancement et Calendrier des Projets Majeurs de la SONES	4-24
4.3.2 Développement des Ressources en Eau dans la Petite Côte	4-30
4.3.3 Étude de la capacité de production nécessaire et de la portée du projet sur la base des prévisions de l'équilibre entre la production et les besoins en eau	4-32
4.3.4 Simulation du Taux d'Exploitation de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles	4-40
4.4 Validité du Site de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer	4-44
4.4.1 Autorisation de Construire Nécessaire pour la Construction de l'Usine de Dessalement sur le Site Prévu	4-44
4.4.2 Possibilité de l'Acquisition de Terrains	4-45
4.4.3 Capacité Possible de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer au Niveau du Site prévu des Mamelles	4-46
4.4.4 Possibilité d'une Alimentation Électrique Suffisante pour l'Usine de Dessalement	4-47
4.4.5 Eventuels Impacts Environnementaux et Acquisition du Certificat de Conformité Environnementale	4-51
4.5 Choix de la Technologie de Dessalement d'Eau de Mer	4-53
4.5.1 Technologies Commerciales de Dessalement	4-53
4.5.2 Données Clés des Technologies Commerciales de Dessalement	4-56
4.5.3 Marché du Dessalement	4-61
4.5.4 Conclusion	4-64
4.6 Étude des Modèles d'Ouvrages de Prise d'Eau de Mer et de Rejet des Saumures	4-65
4.6.1 Sélection des Types d'Ouvrages de Prise d'Eau de Mer et de Rejet des Saumures et de leurs Emplacements	4-65
4.6.2 Etude de la Sélection du Type de Prise d'Eau de Mer	4-65
4.6.3 Études des Types d'Émissaires de Rejet de Saumure	4-70
4.6.4 Étude des Emplacements des Ouvrages de Prise d'Eau et Émissaires de Rejet de Saumure	4-73
4.6.5 Étude de la Configuration et du Plan de Phasage des Ouvrages de Prise d'Eau de Mer et Émissaires de Rejet des Saumures	4-74
4.7 Étude sur les Systèmes de Transmission d'Eau de Mer et Émissaires de Rejet des Saumures	4-76
4.7.1 Plan d'Implantation de la Station de Pompage de Transmission d'Eau de Mer	4-76
4.7.2 Plan d'Implantation des Conduites de Transmission d'Eau de Mer et de Rejet de Saumure	4-79

4.8	Plan du système de transmission de l'eau traitée	4-81
4.8.1	Système Global	4-81
4.8.2	Réservoir d'Eau de l'usine de Dessalement	4-81
4.8.3	Station de Pompage de Transmission de l'Eau Traitée.....	4-82
4.8.4	Conduite de Transmission de l'Eau Traitée Produite	4-82
4.9	Étude sur les Ouvrages Supplémentaires de l'Usine de Dessalement	4-83
4.10	Etude sur la Nécessité de l'Amélioration du Réseau de Distribution.....	4-86
4.11	Principales Caractéristiques du Projet.....	4-93
CHAPITRE 5 CONCEPTION PRÉLIMINAIRE DU PROJET		5-1
5.1	Conception de l'Usine de Dessalement.....	5-1
5.1.1	Conditions de Conception	5-1
5.1.2	Conception du Procédé de Pré-traitement	5-7
5.1.3	Conception de la Section de Membranes d'OI.....	5-14
5.1.4	Section Post-traitement	5-20
5.1.5	Systèmes de Traitement des Eaux Usées et Décharge.....	5-22
5.1.6	Stokage des produits chimiques	5-23
5.1.7	Contrôle et Instrumentation.....	5-24
5.1.8	Considérations des Technologies et Produits de Marque Japonaise.....	5-25
5.2	Conception de l'ouvrage de Prise d'Eau de Mer.....	5-29
5.2.1	Conditions de Conceptions.....	5-29
5.2.2	Tête de Prise d'Eau de Mer	5-29
5.2.3	Conduite de Prise d'Eau de Mer	5-30
5.2.4	Conduite de Dosage du Chlore.....	5-31
5.3	Conception de la Station de Pompage de l'Eau de Mer	5-32
5.3.1	Conditions de Conception	5-32
5.3.2	Plan d'Implantation Général	5-32
5.3.3	Conception de l'Ouvrage	5-33
5.3.4	Conception de l'Aménagement du Terrain.....	5-40
5.4	Conception des Conduites de Transmission d'Eau de Mer	5-41
5.4.1	Conditions de Conception	5-41
5.4.2	Conception de la Conduite	5-41
5.5	Conception de l'Émissaire de Rejet de Saumure	5-45
5.5.1	Conditions de Conception	5-45
5.5.2	Conception de la Conduite	5-45
5.6	Conception des Ouvrages de Rejet de Saumures	5-47
5.6.1	Conditions de Conceptions.....	5-47
5.6.2	Analyse de la Diffusion de la Saumure	5-47

5.6.3	Conduite de Rejet des Saumures.....	5-52
5.6.4	Tête de rejet des Saumures.....	5-52
5.7	Conception de la Station de Pompage d'Adduction d'Eau Traitée	5-54
5.7.1	Conditions de Conception	5-54
5.7.2	Plan d'Implantation Général	5-54
5.7.3	Conception des Ouvrages.....	5-55
5.8	Conception des Conduites de transmission d'Eau Traitée	5-57
5.8.1	Conditions de Conception	5-57
5.8.2	Conception de la Conduite	5-57
5.8.3	Plan de Connexion des Conduites de transmission d'eau traitée avec les Réservoirs des Mamelles.....	5-59
5.9	Conception du Poste électrique.....	5-61
5.9.1	Conditions de Conception	5-61
5.9.2	Capacité Nécessaire de Réception Électrique de 90 kV.....	5-61
5.9.3	Type d'Isolation du Poste Principal.....	5-63
5.9.4	Conception des Ouvrages.....	5-64
5.10	Conception des Travaux d'Amélioration du Réseau de Distribution Existant	5-67
5.10.1	Désignations et Concept d'Amélioration des Travaux	5-67
5.10.2	Renouvellement des Conduites de Distribution pour la Réduction des Pertes d'eau	5-68
5.10.3	Renouvellement des Conduites de Distribution pour l'Amélioration de la Pression de l'Eau	5-70
5.10.4	Installation d'une Principale Conduite de Distribution à partir des Nouveaux Réservoirs des Mamelles.....	5-72
5.10.5	Installation de Surpresseurs et Sectorisation	5-76
5.10.6	Quantité des Travaux d'Amélioration	5-78
5.10.7	Méthodologies Proposées pour la Détermination Finale des Conduites de Distribution à Renouveler dans la Conception Détaillée	5-80
CHAPTER 6	ConsidÉrationS Sociales et Environnementales	6-1
6.1	Portée Générale et Conditions Environnementales et Sociales relatives au Projet	6-1
6.1.1	Portée Générale et Zone Cible du Projet.....	6-1
6.1.2	Conditions Environnementales	6-3
6.1.3	Conditions Sociales.....	6-5
6.2	Cadre Juridique et Institutionnel au Sénégal relatif aux Considérations Environnementales et Sociales 6-8	
6.2.1	Cadre Juridique et Institutionnel au Sénégal.....	6-8
6.2.2	Analyse du Gap entre le Cadre Juridique Sénégalais relatif à l'EIE et les Lignes Directrices Environnementales de la JICA	6-12

6.3	Analyses des Alternatives et Portée	6-14
6.3.1	Analyse des alternatives	6-14
6.3.2	Évaluation de l'EIE	6-16
6.4	TDR sur les Considérations Sociales et Environnementales de l'Étude	6-22
6.5	Évaluation des Impacts Sociaux et Environnementaux.....	6-25
6.6	Mesures d'atténuation et Plans de Gestion / Suivi Environnemental	6-30
6.6.1	Mesures d'Atténuation	6-30
6.6.2	Plan de Gestion Environnemental et Social	6-33
6.7	État d'avancement de l'Etude d'Impact Environnemental et Social EIES, entreprise par la SONES et Calendrier Prévu.	6-37
6.7.1	EIE pour la Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer.....	6-37
6.7.2	EIE pour les Travaux d'Amélioration du Réseau de Distribution Existant.....	6-40
6.8	Etat d'avancement et calendrier du processus d'acquisition des terrains.....	6-42
6.9	Indemnisation et Mesures d'Assistances.....	6-45
6.9.1	Portée du Processus d'Acquisition des Terrains et Enquêtes auprès des Parties Prenantes	6-45
6.9.2	Politique d'Indemnisation et Matrice des Droits à acquitter	6-48
6.9.3	Mécanisme de Réparation des torts causés par le projet	6-49
6.9.4	Dispositif d'Indemnisation et d'Assistance relatif aux Moyens de Subsistance Proposé.....	6-50
6.10	Autorisation de Construire basé sur Code National de l'Environnement	6-52
CHAPTER 7 PLAN DE L'EXPLOITATION ET DE LA MAINTENANCE (E&M) DE L'USINE DE DESSALEMENT De l'EAU DE MER AUX MAMELLES		7-1
7.1	Objectifs et Contexte.....	7-1
7.1.1	Objectifs.....	7-1
7.1.2	Contexte	7-1
7.2	Proposition d'une structure de mise en œuvre de l'E&M	7-2
7.2.1	Exécutants alternatifs et structures de mise en œuvre de l'E&M.....	7-2
7.2.2	Évaluations des Exécutants Alternatifs de l'E&M et des Structures de Mise en Œuvre.....	7-4
7.2.3	Propositions de Structure d'E&M et Intentions de la SONES	7-5
7.2.4	Proposition de Durée des Travaux d'E&M dans le Contrat DBO.....	7-6
7.3	Proposition sur la Méthodes d'E&M	7-8
7.3.1	Types de Contrats d'E&M et possibles Tâches de Supervision menées par la SONES	7-8
7.3.2	Travaux d'E&M à réaliser par l'exécutant de l'E&M et leur Organigramme.....	7-9
CHAPITRE 8 ESTIMATION DU COUT DU PROJET.....		8-1
8.1	Conditions de Base et Méthodologies de l'Estimation des Coûts.....	8-1
8.1.1	Conditions de Base et Composition du Coût du Projet	8-1
8.1.2	Méthodes d'Estimation du Coût de construction du Projet.....	8-2

8.1.3	Méthode d'Estimation du Coût de l'Exploitation et de la Maintenance	8-3
8.2	Estimation du Coût	8-4
8.2.1	Projet de Construction	8-4
8.2.2	Coût d'Exploitation et de Maintenance	8-7
8.2.3	Coût de production de l'eau	8-9
CHAPITRE 9	plan DE MISE EN OEUVRE DU PROJET	9-1
9.1	Plan Financier	9-1
9.2	Plan de Construction	9-2
9.2.1	Localisation du Site du Projet	9-2
9.2.2	Procédure de Construction	9-2
9.3	Plan d'Approvisionnement	9-8
9.3.1	Package de Contrat (PC)	9-8
9.3.2	Éventuels Entrepreneurs et Fournisseurs d'Équipements	9-10
9.3.3	Procédure de Passation de Marchés pour les Entrepreneurs	9-13
9.4	Calendrier de Mise en Œuvre	9-14
9.4.1	Calendrier Global du Projet	9-14
9.4.2	Procédures de mise en œuvre du Projet	9-14
9.5	Structure de Mise en Œuvre du Projet	9-19
9.6	Proposition sur les Termes de Référence des Services d'Ingénierie-Conseils	9-21
CHAPITRE 10	Analyse Économique et Financière	10-1
10.1	Hypothèses	10-1
10.1.1	Hypothèse de base	10-1
10.1.2	Cas de Figure Avec ou Sans Projet	10-2
10.1.3	Estimation de la Quantité d'Eau Produite et de la Quantité d'Eau Récupérée	10-3
10.2	Analyse Financière	10-7
10.2.1	Aperçu de l'Analyse Financière	10-7
10.2.2	Revenus Supplémentaires Induits par le Projet	10-8
10.2.3	Coûts Estimés	10-9
10.2.4	Résultats des Analyses Financières	10-11
10.3	Analyse Économique	10-13
10.3.1	Aperçu de l'Analyse Économique	10-13
10.3.2	Gain Économique	10-13
10.3.3	Coût Économique	10-18
10.3.4	Résultats de l'Analyse Économique	10-19
10.3.5	Analyse de Sensibilité	10-20

10.4	Considérations sur le Futur Taux du Tarif de l'Eau après la Mise en Place de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer	10-22
10.4.1	Grandes lignes de l'Etude tarifaire réalisée par le PEPAM	10-22
10.4.2	Applicabilité de la Hausse de la Future Tarification	10-26
CHAPITRE 11	ÉVALUATION DU PROJET ET PROPOSITIONS D'INDICATEURS POUR LA MESURE DES EFFETS DU PROJET	11-1
11.1	Évaluation du Projet.....	11-1
11.2	Proposition d'Indicateurs de Performance pour la Mesure des Effets du Projet.....	11-4
11.3	Adaptation aux Changements Climatiques	11-6
11.3.1	Changement Climatique dans la Région de Dakar.....	11-6
11.3.2	Adaptation aux Changements Climatiques dans le Secteur Hydraulique.....	11-7
11.3.3	Évaluation du Projet sous l'Angle de l'Adaptation aux Changements Climatiques	11-7
CHAPITRE 12	RECOMMANDATIONS	12-1
12.1	Risques liés à la mise en œuvre du Projet et Contremesures	12-1
12.2	Recommandations sur une éventuelle coopération entre Bailleurs de Fonds pour l'amélioration des services d'approvisionnement en eau dans la Région de Dakar.....	12-2

Taux de change (Octobre, 2015)

- XOF/US\$ = 588,9
- JPY/US\$ = 120,2
- JPY/XOF = 0,204

Liste des Figures

Figure 1.3.1	Calendrier Global de Mise en Œuvre de l'Étude	1-4
Figure 2.1.1	Limites Administratives de la Région de Dakar	2-2
Figure 2.1.1	Limites Administratives de la Région de Dakar	2-2
Figure 2.2.1	Températures et Précipitations dans la Région de Dakar	2-6
Figure 2.2.2	Carte Géologique de la Presqu'île du Cap Vert	2-8
Figure 2.2.3	Localisation des Zones d'Importance Écologique et du Site du Projet.....	2-9
Figure 2.3.1	Plan du Développement du Système de Traitement des Eaux Usées dans le Pan Directeur de l'ONAS	2-12
Figure 2.4.1	Localisation des Études	2-15
Figure 3.2.1	Schéma de PPP Sénégalais dans le Secteur de l'Eau	3-5
Figure 3.2.2	Organigramme de la SONES (en Février 2015)	3-12
Figure 3.2.3	Organigramme de la SDE (en Février 2015)	3-13
Figure 3.2.4	Organigramme du MHA (Mars 2015)	3-14
Figure 3.3.1	Accès à l'Eau et nombre de accordements au Sénégal depuis 1996	3-16
Figure 3.3.2	Tendance Récente de la Production d'Eau au Sénégal depuis 1996.....	3-17
Figure 3.3.3	Secteurs de la Zone de Dakar 1	3-21
Figure 3.4.1	Schéma du Réseau d'Approvisionnement en Eau pour la Région de Dakar et les Zones du Bord de la Route de l'ALG.....	3-27
Figure 3.4.2	Production d'Eau pour la région de Dakar par Ressources en Eau et les Zones du Bord de la Route de l'ALG.....	3-29
Figure 3.4.3	Tracés des Principales Conduites d'Adduction ALG 1, ALG 2 et Sébi 800.....	3-35
Figure 3.4.4	Caractéristiques des Conduites au niveau de l'ALG 1	3-36
Figure 3.4.5	Caractéristiques des Conduites au niveau de l'ALG 2	3-36
Figure 3.4.6	Caractéristiques des Conduites au niveau de Sébi 800	3-36
Figure 3.4.7	Localisation des Réservoirs de Distribution d'Eau Existants/Groupes de Réservoirs dans la Région de Dakar	3-38
Figure 3.4.8	Longueur des Conduites de Distribution par Âge dans Dakar.....	3-39
Figure 3.4.9	Compositions des matériaux des conduites dans la région de Dakar.....	3-40
Image 3.4.6	Pompes Existantes dans dans la Station de Pompage du Point B	3-41
Figure 3.4.10	Distribution de l'Eau dans les Secteurs de Déficits en raison de la Faible Pression dans la Zone de Dakar 1 en 2015 et 2015	3-45
Figure 3.4.11	Volume et Ratio d'ENF par Zone dans la région de Dakar	3-47
Figure 3.4.12	Zones de fuites dans la zone de distribution actuelle du groupe de Réservoirs des Mamelles et ses environs	3-49
Figure 3.4.13	Nombre de Fuites par Secteur en 2014.....	3-49
Figure 3.4.14	Composition du Nombre de Fuites par Diamètre de Conduite d'Eau en 2014.....	3-50
Figure 3.5.1	Grille Tarifaire Moyenne et Répartition des Recettes entre la SONES et la SDE	3-52
Figure 3.5.2.	Historique de l'Evolution Tarifaire des Catégories Usagers Domestiques et Administration... 3-52	

Figure 3.5.3	Volume d'Eau Facturé	3-55
Figure 3.5.4	Recettes Totales des Redevances d'Eau et d'Aissainissement sans la TVA	3-55
Figure 4.1.1	Plan de Développement des Ressources en Eau Proposé dans le Schéma Directeur de 2011	4-1
Figure 4.2.1	Portée et Calendrier de l'ES pour KMS	4-4
Figure 4.2.2	Résultats Actualisés des Estimations des Besoins en Eau dans l'Étude de KMS3.....	4-6
Figure 4.2.3	Catégorisation de l'Eau produite en vue de définir L'ENF.....	4-17
Figure 4.2.4	Future équilibre du bilan des besoins en ressource dans l'Étude KMS3	4-23
Figure 4.3.1	Emplacements Capacités de Production et Dates d'Achèvement des Projets de Production d'Eau prévus pour la Région de Dakar et les Zones Situées le Long de l'ALG	4-24
Figure 4.3.2	Calendrier Prévu par la SONES pour le Projet de l'UTE de KMS3 et sa Mise en Service	4-27
Figure 4.3.3	Eventuel Calendrier du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer sur la Petite Côte avec le Scénario le Plus Optimiste.....	4-30
Figure 4.3.4	Scénario de Développement des Ressources en Eau et Prévision de la Demande en Eau pour la Petite Côte dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011.	4-31
Figure 4.3.5	Demande en eau et déficit dans la production Sans Réalisation du Projet de la Grand Cote....	4-35
Figure 4.3.6	Demande en Eau et Déficit dans la Production dans le Cas 1 (Phase 1 aux Mamelles: 50 000 m ³ /jour).....	4-37
Figure 4.3.7	Demande en eau et déficit dans la production dans le cas 1 (Phase 1 aux Mamelles 75 000m ³ /jour).....	4-37
Figure 4.3.8	Demande en eau et déficit dans la production dans le cas 1 (Phase 1 aux Mamelles 50 000m ³ /jour) en supposant que la Réduction sur le prélèvement des eaux souterraines sera la moitié de la quantité prévue en 2024.....	4-39
Figure 4.3.9	Modes d'Exploitation de l'Usine de Dessalement aux Mamelles dans Différents Cas de Demande en Eau	4-41
Figure 4.3.10	Taux de Production Projeté de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles (Moyenne annuelle).....	4-42
Figure 4.3.11	Taux de Production Projeté de l'Usine de Dessalement aux Mamelles (Condition où la demande en eau journalière est maximale).....	4-43
Figure 4.4.1	Terrains Nécessaires pour l'Implantation du Projet.....	4-45
Figure 4.4.2	Puissance Nécessaire pour la Construction et l'Exploitation de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles	4-48
Figure 4.4.3	Réseau à Haute Tension en 2015	4-50
Figure 4.5.1	Principe de la Technologie d'Osmose Inverse	4-53
Figure 4.5.2	Diagramme d'une Usine d'Osmose Inverse de l'Eau de Mer	4-53
Figure 4.5.3	Principe de Déroulement d'une Unité de MED-TVC.....	4-54
Figure 4.5.4	Principe de Déroulement d'une Unité de MSF (une fois par mode).....	4-55
Figure 4.5.5	OPEX pour les Technologies de Dessalement Conventionnelles dans les Conditions Générales du Taux d'Electricité	4-59

Figure 4.5.6	OPEX pour les Technologies Conventionnelles de Dessalement sur les Conditions du taux d'Electricité au Sénégal.....	4-60
Figure 4.5.7	Détaillé de la Capacité Totale de Dessalement en Ligne	4-61
Figure 4.5.8	Cumulatif des Capacités des Principales Technologies de Dessalement mis en ligne dans et en dehors des Pays Membres du CCG.....	4-61
Figure 4.5.9	Usine de Dessalement en Ligne rangées par Technologie et par Capacité Journalière.....	4-62
Figure 4.5.10	Capacités Entreprises de 2006 à Octobre 2014.....	4-63
Figure 4.6.1	Procédures de Sélection des Types d'Ouvrages de Prise d'Eau de Mer et de Rejet de Saumure et leurs Emplacements	4-65
Figure 4.6.2	Classification des Types de Prise d'Eau de Mer	4-66
Figure 4.6.3	Classification des Méthodes de Rejet de Saumure	4-70
Figure 4.6.4	Points des Emplacements des Ouvrages de Prise d'Eau et des Émissaires de Rejet de Saumure	4-74
Figure 4.7.1	Emplacement de la Station de Pompage de la Conduite de Transmission d'Eau de Mer et de L'Émissaire de Rejet de d'Effluent.....	4-76
Figure 4.7.2	Plan d'Implantation de la Station de Pompage et De Transmission d'Eau de Mer.....	4-78
Figure 4.7.3	Superficie de Terrains Nécessaire pour la Station de Pompage de Transmission d'Eau de Mer.....	4-79
Figure 4.7.4	Profile en travers des Conduites de Transmission et de Rejet d'Effluents au niveau du Tronçon de la Route de l'Aéroport.....	4-80
Figure 4.8.1	Système de transmission d'eau produite	4-81
Figure 4.9.1	Plan d'Implantation des Stations de Turbine pour la récupération de l'Énergie provenant des Saumures	4-84
Figure 4.10.1	Actuelle et Future Zone de Distribution du Groupe des Nouveaux Réservoirs des Mamelles	4-87
Figure 4.10.2	Composition du Diamètre de la Conduite dans la Zone de Dakar 1	4-89
Figure 4.11.1	Plan d'Implantation du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles	4-94
Figure 5.1.1	Température de l'Eau de Mer dans la Région de Dakar	5-2
Figure 5.1.2	Diagramme d'Ensemble de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer	5-5
Figure 5.1.3	Plan d'Implantation de l'Usine de Dessalement aux Mamelles.....	5-6
Figure 5.1.4	Disposition Générale des Skids de Membranes d'UF	5-13
Figure 5.1.5	Demande Spécifique en Energie en Relation de la Temperature et à des Différents Taux de Conversions.....	5-15
Figure 5.1.6	Relation entre le nombre de Trains et la Demande Spécifique en Energie (Axe des X : Gauche-Température, Droite -salinité)	5-18
Figure 5.1.7	Diagramme de la Collecte des Flux d'Eaux Usées et leur respectif Procédé de Traitement.....	5-22
Figure 5.1.8	Part du marché des ventes de membranes d'OI japonaises.....	5-26
Figure 5.2.1	Plan d'Implantation Général de l'Ouvrage de Prise d'Eau de Mer.....	5-29
Figure 5.2.2	Tête de la Prise d'eau de Mer	5-30

Figure 5.2.3	Profile en travers des Conduites de Prise Marines et Terrestres	5-31
Figure 5.2.4	Coupe Longitudinale des Conduites de Prise d'eau de mer	5-31
Figure 5.3.1	Plan d'Implantation de la Station de Pompage de l'Eau de Mer	5-33
Figure 5.3.2	Plan d'Implantation des Ouvrages installés dans la Chambre de Pompage	5-34
Figure 5.3.3	Section transversale de la Chambre de Pompage	5-36
Figure 5.3.4	Plan d'Implantation des Vannes	5-36
Figure 5.3.5	Plan d'Implantation Regard des Débitmètres et de la Ballon Anti-Bélier	5-38
Figure 5.3.6	Schéma Unifilaire de la Station de Pompage d'Eau de Mer	5-39
Figure 5.3.7	Plan d'Implantation de la Chambre Électrique	5-39
Figure 5.3.8	Plan et Section Transversale du Site de la Station de Pompage de l'Eau Mer	5-40
Figure 5.4.1	Plan et Profil des Conduites d'Adduction d'Eau de Mer	5-41
Figure 5.5.1	Plan et Profil de l'Émissaire de Rejet de Saumure	5-45
Figure 5.6.1	Plan d'Implantation Global de l'Ouvrage de rejet de Saumure	5-47
Figure 5.6.2	Gamme de la Diffusion et Méthodes d'Analyses de Diffusion de Saumures	5-49
Figure 5.6.3	Analyse des Résultats en Champ Proche (Gauche: distribution de salinité et Droite: Vitesse de Distribution)	5-50
Figure 5.6.4	Distribution de la vitesse de diffusion en Champ proche	5-50
Figure 5.6.5	Résultats d'Analyse de la Diffusion des Saumures	5-51
Figure 5.6.6	Profile en travers des Conduites de Rejet Terrestres (Gauche) et Marines (Droite)	5-52
Figure 5.6.7	Coupe Longitudinale de la Conduite de rejet des saumures	5-52
Figure 5.6.8	Tête de rejet de Saumures (vu de face)	5-53
Figure 5.6.9	Coupe Longitudinale de la Tête de Rejet de Saumure	5-53
Figure 5.7.1	Plan d'Implantation de la Station de Pompage d'Eau Traitée	5-55
Figure 5.8.1	Plan et Profil des Conduites d'Adduction d'Eau Traitée	5-58
Figure 5.8.2	Plan de Connexion au Système de Transmission Existant	5-59
Figure 5.8.3	Schéma Synoptique du Plan de Connexion des Conduites d'Eau Traitée avec les Conduites d'Amenée Existantes vers les Réservoirs des Mamelles	5-60
Figure 5.9.1	Localisation du Poste	5-61
Figure 5.9.2	Schéma Unifilaire du Poste électrique	5-64
Figure 5.9.3	Plan d'Implantation du Poste	5-65
Figure 5.9.4	Regard de visite des Câbles de 90 kV	5-66
Figure 5.9.5	Regard de visite des Câbles de 30 kV	5-66
Figure 5.10.1	Corrélation entre les Ratios d'Occupation des Vieilles Conduites de Distribution (Age \geq 40 Ans) et d'ENF par Zone dans la Région de Dakar	5-68
Figure 5.10.2	Corrélation entre les Ratios d'Occupation des Vieilles Conduites de Distribution (Age \geq 40 Ans) et les valeurs d'ILP par Zone dans la Région de Dakar	5-68
Figure 5.10.3	Section Typique de Raccordement au Service pour le Renouvellement	5-69
Figure 5.10.4	Ratio Cumulé de la Longueur des Conduites et de la Longueur Totale dans les Zones de Dakar 1, Dakar 2, Rufisque, Manille, Tokyo et Osaka	5-70

Figure 5.10.5	Plan d'Implantation du DN 400 Existant et Plan de la Principale Conduite Additionnelle de Distribution	5-72
Figure 5.10.6	lan d'Implantation du DN 600 Existant	5-75
Figure 5.10.7	Zones à Faible Pression de l'Eau Chronique avec leurs Contours.....	5-77
Figure 5.10.8	Concept de la Sectorisation.....	5-78
Figure 5.10.9	Calcul Total du Renouvellement de la Longueur des Conduites de Distribution	5-80
Figure 5.10.10	Méthodologies Proposées dans la Conception Détaillée pour Déterminer les Conduites de Distribution à Renouveler.....	5-82
Figure 6.1.	Site du Projet	6-2
Figure 6.1.2	Emplacements des Zones d'Importance Écologique et de la Zone du Projet dans la région de Dakar	6-3
Figure 6.2.1	Organigramme de la DEEC	6-10
Figure 6.6.1	Structure d'Organisation Proposée pour le Suivi Environnemental et Social du Projet.....	6-35
Figure 6.7.1	Procédures Générales de l'EIE au Sénégal jusqu'à la Délivrance du CCE.....	6-38
Figure 6.7.2	Procédure de l'EEI.....	6-41
Figure 6.8.1	Processus d'Acquisition de Terrains dans le cadre du Projet.....	6-44
Figure 6.9.1	Structures de Suivi Proposées pour l'Acquisition des Terrains et Assistance Nécessaire relative aux Moyens de Subsistance	6-51
Figure 6.10.1	Procédure d'obtention d'une autorisation de construire basé sur l'Article L 13 du Code National de l'Environnement	6-53
Figure 7.2.1Évaluations des Exécutants de l'E&M et des Structures de Mise en Œuvre en charge de l'Exploitation et de la Maintenance de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles.....	7-3
Figure 7.2.2	Plans d'Alternatives finaux des Exécutants d'E&M et des Structures de Mise en Œuvre de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles en considérant un éventuel Futur Transfert.....	7-6
Figure 7.3.1	Déroulements des travaux d'E&M au niveau de l'Usine de Dessalement.....	7-10
Figure 7.3.2	Organigramme Suggéré pour l'Exécutant de l'E&M	7-13
Figure 8.3.1	Comparaison du Coût de la construction de l'Usine de Dessalement	8-10
Figure 9.2.1	Localisation du Projet.....	9-2
Figure 9.2.2	Plan Général de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer	9-3
Figure 9.2.3	Zone Cible des Travaux d'Amélioration du Réseau de Distribution Existant	9-4
Figure 9.3.1	Top 20 des Entrepreneurs EPC en Usine de Dessalement d'Eau de Mer et leurs Capacités Contractuelles en 2000-2001	9-10
Figure 9.4.1	Calendrier Global de Mise en Œuvre du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'E au de Mer aux Mamelles.....	9-18
Figure 9.5.1	Mise en œuvre de la Structure du Projet.....	9-20
Figure 10.1.1	Prévisions de Production d'Eau en Fonction des Ressources dans le Cas de Figure où les Travaux d'Extension de KMS3 et de l'Usine de Dessalement ne sont pas Réalisés	10-3
Figure 10.1.2	Quantité d'ENF Supposée et Quantité d'Eau Récupérée dans le Cadre du Projet.....	10-5

Figure 10.1.3	Quantité d'Eau Produite Estimée et Quantité d'Eau Récupérée pour les Besoins des Analyse Économiques et Financières	10-6
Figure 10.2.1	Estimation du Montant des Revenus Supplémentaires	10-9
Figure 10.2.2	Coût Financier du Projet	10-11
Figure 10.3.1	Bénéfices Économiques du Projet	10-18
Figure 10.3.2	Coûts Économiques et Travaux d'E&M du Projet	10-19
Figure 11.3.1	Variations observées et simulées dans le passé et température moyenne future prévisionnelle de la Communauté de l'Afrique de l'Est-Autorité Intergouvernementale sur le Développement	11-6
Figure 11.3.2	Changements des Précipitations au Sénégal	11-6

Liste de Tableaux

Tableau 1.1.1	Ouvrages de Production d'Eau proposés dans le Plan Directeur de l'Hydraulique Urbaine de 2011	1-1
Tableau 1.2.1	Portée de l'Étude	1-3
Tableau 2.1.1	Répartition Administrative de la Région Dakar	2-2
Tableau 2.1.2	Population et Taux de Croissance dans la région de Dakar de 1976 à 2013	2-3
Tableau 2.1.3	Densité de la Population et Autres Indicateurs de la région de Dakar et du Sénégal en 2013	2-3
Tableau 2.1.4	Taux de Croissance Annuel et PIB par Habitant au Sénégal.....	2-4
Tableau 2.1.5	Montant de la Production par Sous-secteur (Milliard de FCFA)	2-5
Tableau 2.1.6	Indicateurs de Santé au Sénégal.....	2-5
Tableau 2.3.1	Demande et Alimentation en Electricité au Sénégal.....	2-11
Tableau 2.3.2	La Liste des Usines de Traitement des Eaux Usées dans la région de Dakar	2-12
Tableau 2.4.1	Descriptions des Etudes.....	2-14
Tableau 3.1.1	Loi Fondamentale et Contrats liés au Secteur de l'Approvisionnement en Eau en Milieu Urbain.....	3-2
Tableau 3.2.1	Schéma PPP adopté dans les Services d'Approvisionnement en Eau.....	3-3
Tableau 3.2.2	Responsabilité Fondamentale des Structures d'Approvisionnement en Eau dans le Schéma PPP Sénégalais	3-5
Tableau 3.2.3	Répartition des Travaux d'Investissement entre la SONES et la SDE	3-6
Tableau 3.2.4	Objectif et Réalisation des Travaux de Renouvellement effectués par la SONES.....	3-7
Tableau 3.2.5	Objectif et Réalisation des Travaux de Renouvellement effectués par la SDE.....	3-7
Tableau 3.2.6	Indicateurs de Performance entre le MHA & la SONES	3-8
Tableau 3.2.7	Liste des Rôles de la SONES et de la SDE (Détermination des Travaux de Renouvellement et de Réhabilitation).....	3-10
Tableau 3.2.8	Composition des Actionnaires de la SDE	3-12
Tableau 3.3.1	Paramètres Généraux des Services d'Approvisionnement en Eau au Sénégal et à Dakar.....	3-15
Tableau 3.3.2	Résultats de Performance de la SDE Basés sur les Indicateurs de Performance	3-16
Tableau 3.3.3	Taux de Satisfaction aux Services d'Approvisionnement en Eau par Catégorie de Question de l'Enquête de Satisfaction Clientèle par SONES en 2012	3-20
Tableau 3.3.4	Taux de Satisfaction Générale aux Services d'Approvisionnement en Eau par Zone dans l'Enquête de Satisfaction Clientèle par la SONES en 2012.....	3-20
Tableau 3.3.5	Raisons du Mécontentement au Niveau du Service d'Approvisionnement en Eau de l'Enquête du Niveau de Satisfaction Clientèle par SONES en 2012	3-21
Tableau 3.3.6	Répartition des Échantillons de l'Enquête de Référence Sociale	3-22
Tableau 3.3.7	Satisfaction des Ménages.....	3-23
Tableau 3.3.8	Disponibilité de l'Eau de la SONES.....	3-23
Tableau 3.3.9	Pression de l'Eau de la SONES	3-24
Tableau 3.3.10	Qualité du Goût de l'Eau de la SONES	3-24
Tableau 3.3.11	Qualité de la Couleur de l'Eau de la SONES.....	3-25

Tableau 3.3.12	Qualité de l’Odeur de l’Eau de la SONES.....	3-25
Tableau 3.4.1	Grandes Lignes des Principaux Ouvrages dans le Réseau d'Approvisionnement en Eau pour la Région de Dakar et des Zones du Bord de la Route de l’ALG.....	3-28
Tableau 3.4.2	Ressources en Eau Actuelles pour la Région de Dakar et les Zones du Bord de la Route de l’ALG.....	3-29
Tableau 3.4.3	Situation du Fonctionnement des Forages Existants.....	3-33
Tableau 3.4.4	Réservoirs de Distribution d'Eau dans la Région de Dakar	3-38
Tableau 3.4.5	Longueur des Conduites de Distribution par Zone et Âge dans la région de Dakar (En 2013).....	3-39
Tableau 3.4.6	Matériaux des Conduites par (Unité: km).....	3-40
Tableau 3.4.7	Capacité de Maintenance et Spécifications Techniques dans les Principales Stations de Pompage Existantes	3-41
Tableau 3.4.8	Ouvrages Electriques Existants dans les Principales Stations de Pompage.....	3-42
Tableau 3.4.9	Catégories de Tensions des Lignes Electriques alimentées par la SENELEC	3-42
Tableau 3.4.10	Indice Linéaire de Perte par Zone.....	3-47
Tableau 3.5.1	Grille Tarifaire Actuelle de l’Eau et de l’Assainissement de la SONES (FCFA/m ³)	3-51
Tableau 3.5.2	Procédure d’Approbation de la de Révision du Tarif de l’Eau	3-54
Tableau 3.5.3	Volume d’Eau Facturé	3-55
Tableau 3.5.4	Recettes Totales des Redevances d’Eau et d’Assainissement sans la TVA	3-55
Tableau 3.5.5	États Financiers de la SONES	3-58
Tableau 3.5.6	États Financiers de la SDE.....	3-60
Tableau 3.5.7	Niveau de Satisfaction sur la Grille Tarifaire de chaque Catégorie d’Usagers.....	3-61
Tableau 3.5.8	Comparaison entre le Présent Tarif et la Volonté de Payer	3-62
Tableau 3.5.9	Volonté de Payer des Usagers de l’Eau en plus du Niveau du Présent Tarif réalisée dans l’Etude sur la Tarification 2015	3-62
Tableau 3.5.10	Résultats de l’Enquête de Référence Sociale sur les UTE pour un Service d’Approvisionnement en Eau Amélioré.....	3-63
Tableau 3.6.1	Plan des Projets d’Approvisionnement em Eau de la SONES financés par les autres Bailleurs de Fonds (en Mars 2015).....	3-68
Tableau 4.1.1	Historique de la Planification du Projet de Construction de l’Usine de Dessalement d’Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles	4-3
Tableau 4.2.1	Résumé des Différentes Hypothèses des Scénarios Optionnels dans les Estimations des Besoins en Eau dans l’Étude KMS3	4-7
Tableau 4.2.2	Les procédés d'actualisation des conditions de base dans les estimations des besoins en eau dans l'Étude KMS3.....	4-8
Tableau 4.2.3	Actualisation de la population suivant l'année de référence pour les estimations des besoins en eau.....	4-9
Tableau 4.2.4	Actualisation de la Population en 2013 dans la zone cible	4-9
Tableau 4.2.5	Taux de Croissance Démographique dans Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011	4-10

Tableau 4.2.6	Actualisation de la croissance démographique dans l'Étude KMS3 2015	4-10
Tableau 4.2.7	Taux de croissance démographique projetée dans le projet par la JICA pour l'Actualisation du Plan Directeur d'Urbanisme de Dakar à l'Horizon 2025	4-10
Tableau 4.2.8	Couverture des Services d'Approvisionnement en Eau et de Branchements au service	4-11
Tableau 4.2.9	Actualisation des hypothèses de la couverture du service	4-12
Tableau 4.2.10	Dotations unitaires actualisées en 2008 et 2013	4-13
Tableau 4.2.11	Actualisation du taux de Croissance Démographique dans l'Étude KMS3	4-13
Tableau 4.2.12	Comparaison des dotations spécifiques en eau cumulées pour usages domestiques et tout autre usage dans la région de Dakar	4-15
Tableau 4.2.13	Actualisation des Hypothèses defacteur de pointe.....	4-16
Tableau 4.2.14	Actualisation des hypothèses du rendement duréseau	4-18
Tableau 4.2.15	Sources de Production d'Eau Existantes dans l'Étude KMS3 et dernières Informations issues de la SONES/SDE	4-20
Tableau 4.2.16	Capacité supplémentaire prévue et réduction de la production d'eau envisagée dans l'étude KMS3.....	4-22
Tableau 4.2.17	Future Gap entre Besoins en Eau et Capacité de Productiondans l'ÉtudeKMS3 dans le Scenario A desBesoin en Eau	4-23
Tableau 4.3.1	Première Phase du Plan de Développement des Forages d'Urgence d'ici juin 2015	4-25
Tableau 4.3.2	Phase 2 du Plan de Développement des Forages d'Urgence d'ici décembre 2015	4-25
Tableau 4.3.3	Plans Optionnels du Projet de Construction de l'Usine de Traitement d'Eau de KMS3	4-26
Tableau 4.3.4	Hypothèses Relatives à la Demande en Eau et à l'Analyse du Gap de Production dans le Cas « Sans Projet ».....	4-34
Tableau 4.3.5	Hypothèses dans l'Étude Relative à la Nécessité et à la Capacité du Projet.....	4-36
Tableau 4.4.1	Superficie des Terrains du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles	4-45
Tableau 4.4.2	Examen de la Zone Requise pour l'Implantation de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles	4-47
Tableau 4.4.3	Réception de la Puissance Electrique pour l'Usine Conclue entre la SENELEC et l'Équipe d'Étude de la JICA	4-48
Tableau 4.4.4	Plan de Production des Producteurs Indépendants d'Énergies Conventionnelles	4-49
Tableau 4.4.5	Plan de Production des IPP Énergies Renouvelables.....	4-50
Tableau 4.5.1	Données de conception clés des Technologies Commerciales de Dessalement.....	4-56
Tableau 4.5.2	Données Clés sur l'Energie des Technologies Commerciales de Dessalement.....	4-58
Tableau 4.5.3	Dépenses d'Investissement de Capital Spécifiques US\$ / (m ³ /j).....	4-58
Tableau 4.6.1	Schéma Conceptuel des Ouvrages de Prise d'Eau de Mer Directe.....	4-66
Tableau 4.6.2	Schéma Conceptuel des Ouvrages de Prise d'Eau de Mer Directe.....	4-67
Tableau 4.6.3	Caractéristiques de modèles de prise d'eau de mer	4-69
Tableau 4.6.4	Schéma Conceptuel des Méthodes de Rejet Direct de Saumures	4-71
Tableau 4.6.5	Schéma Conceptuel des Méthodes de Rejet Indirecte de Saumure	4-71
Tableau 4.6.6	Comparaisons des Types d'Émissaires de Rejet de Saumure	4-72

Tableau 4.6.7	Caractéristiques du plassage de construction des ouvrages de prise et ed rejet	4-75
Tableau 4.9.1	Influences causées par l'Installation de la Turbine au niveau l'Usine de Dessalement	4-85
Tableau 4.10.1	Débits dans les Principales Conduites de Distribution du Nouveau Réservoir aux Mamelles en 2014.....	4-90
Tableau 4.10.2	Longueur des Conduites de Distribution à Renouveler	4-91
Tableau 4.11.1	Portée Générale du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles.....	4-93
Tableau 5.1.1	Capacité de l'Usine de Dessalement aux Mamelles	5-1
Tableau 5.1.2	Conditions de Conception de la Qualité de l'Eau de l'Usine de Dessalement aux Mamelles	5-2
Tableau 5.1.3	Liste des bâtiments de l'Usine	5-7
Tableau 5.1.4	Comparaison des Procédés de Pré-traitement.....	5-10
Tableau 5.1.5	Coûts d'Exploitation.....	5-11
Tableau 5.1.6	Membrane d'UF	5-12
Tableau 5.1.7	Projection de la Densité de Bore dans l'Eau Traitée avec Un Pass de Filtration Membranaire par Osmose Inverse.....	5-16
Tableau 5.1.8	Comparaison entre deux SRE Isobariques.....	5-20
Tableau 5.1.9	Eléments de la Qualité de l'Eau pour le Suivi	5-22
Tableau 5.1.10	Rôles, Points de Dosage et Volume de Consommation des Produits Chimiques qui Seront Utilisés Pour l'usine de Dessalement des Mamelles.....	5-24
Tableau 5.1.11	Paramètres sur la qualite de l'eau pour le suivie et le contrôle.....	5-25
Tableau 5.2.1	Description du Niveau de la Marée	5-29
Tableau 5.3.1	Principaux Ouvrages installés dans la Station de Pompage de l'Eau de Mer	5-33
Tableau 5.4.1	Conditions de Conception des Conduites d'Adduction d'Eau de Mer	5-41
Tableau 5.4.2	Norme, Conception de la Pression de l'Eau et Usage Réel des Matériaux des Conduites pour les Conduites de Transmission d'Eau de Mer	5-42
Tableau 5.4.3	Comparaison des Matériaux des Conduites pour la Transmission de l'Eau de Mer.....	5-43
Tableau 5.5.1	Conditions de Conception de l'Émissaire de Rejet de Saumure.....	5-45
Tableau 5.6.1	Distribution de la Salinité	5-51
Tableau 5.7.1	Ouvrages installés dans la Station de Pompage d'Eau Traitée.....	5-55
Tableau 5.8.1	Conditions de Conception des Conduites d'Adduction d'Eau de Mer	5-57
Tableau 5.9.1	Calcul de la Puissance Nécessaire durant la Phase 1	5-62
Tableau 5.9.2	Calcul de la Puissance Nécessaire durant la Phase 2	5-63
Tableau 5.9.3	Comparaison du Procédé d'Isolation pour le Poste	5-64
Tableau 5.9.4	Installations Implantées au niveau du Poste	5-65
Tableau 5.10.1	Concept des Travaux d'Amélioration du Réseau de Distribution Existant.....	5-67
Tableau 5.10.2	Longueur des Conduites de Distribution devant être Renouvelées pour la Réduction des Pertes d'Eau (Âge des Conduites ≥ 40 ans)	5-69
Tableau 5.10.3	Longueur Estimée des Conduites de Distribution dans la Zone Cible par Âge et de Diamètre Inférieur à 75 mm	5-71

Tableau 5.10.4	Longueur des Conduites à Renouveler pour l'Amélioration de la Pression de l'Eau ($\phi < 75\text{mm}$ et Âge des Conduites ≥ 30 ans)	5-72
Tableau 5.10.5	Examen de la Capacité de la conduite existante DN400 vers Front de Terre	5-73
Tableau 5.10.6	Calcul Hydraulique pour Déterminer le Diamètre de la Conduite Principale Additionnelle vers Front de Terre	5-74
Tableau 5.10.7	Examination de la Capacité de la conduite DN 600 vers Madeleines.....	5-76
Tableau 5.10.8	Quantité des Travaux d'Amélioration.....	5-79
Tableau 5.10.9	Longueur des Conduites de Distribution à Renouveler pour la Réduction des Pertes d'Eau et la Gestion de la Pression	5-79
Tableau 6.2.1	Catégorie de Projet et Evaluation d'Impact Environnemental et Social requise (EIES)	6-8
Tableau 6.2.2	Catégories de Projets et Études d'Impact Environnemental requises	6-9
Tableau 6.2.3	Autres Lois et Décrets Majeurs Concernant les EIES au Sénégal	6-9
Tableau 6.2.4	Lois et Décrets Majeurs Relatifs à l'Acquisition de Terrains au Sénégal	6-11
Tableau 6.2.5	Analyse des Gaps entre les Lignes Directrices Environnementales et Sociales de la JICA et le Cadre Juridique au Sénégal et quelques Contre-mesures proposées	6-12
Tableau 6.3.1	Comparaison de trois Principaux Scenarii	6-15
Tableau 6.3.2	Évaluation des Résultats du Projet.....	6-17
Tableau 6.4.1	TDR des Considérations Sociales et Environnementales de la Présente Étude	6-22
Tableau 6.5.1	Évaluation basée sur les analyses et Résultats de l'Étude.....	6-25
Tableau 6.6.1	Mesures d'Atténuation.....	6-30
Tableau 6.6.2	Méthodes et coûts des Éléments de Suivi Environnemental et Social Proposés.....	6-36
Tableau 6.9.1	Nombre de SAP et de PAP.....	6-46
Tableau 6.9.2	Surface de terrain au niveau du site Projet classé en fonction du Propriétaire.....	6-47
Tableau 6.9.3	Matrice de Droits à acquitter	6-49
Tableau 7.2.1	Les Possibles exécutants de l'E&M et les Structures pour l'Exploitation et la Maintenance de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles	7-3
Tableau 7.2.2	Évaluations sur les Structures Alternatives d'Exploitation et de Maintenance de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles.....	7-5
Tableau 7.3.1	Types Contrat d'E&M	7-9
Tableau 7.3.2	Aperçu des travaux d'E&M de l'Usine de Dessalement	7-11
Tableau 8.1.1	Conditions de l'Estimation des Coûts.....	8-1
Tableau 8.1.2	Base et Méthodologies d'Estimation des Coûts pour chaque Article de Construction.....	8-2
Tableau 8.1.3	Méthodes pour les Coûts autres que ceux de Construction.....	8-3
Tableau 8.1.4	Méthodologies d'Estimation du Coût de l'E&M.....	8-3
Tableau 8.2.1	Résumé des Coûts de Construction du Projet	8-5
Tableau 8.2.2	Coût Total du Projet.....	8-6
Tableau 8.2.3	Calendrier Annuel de Décaissement	8-7
Tableau 8.2.4	Coût de l'Exploitation et de la Maintenance	8-8
Tableau 8.2.5	Coûts de production d'eau de l'Usine de Mamelles SWRO	8-9
Tableau 9.1.1	Termes and Conditions de l'APD du Japon en faveur des PMD	9-1

Tableau 9.1.2	Admissibilité Générale des Éléments de Coût du Prêt de l'APD du Japon	9-1
Tableau 9.2.1	Résultats des Entretien avec les Entrepreneurs Locaux sur l'Accomplissement Possible des Travaux de Renouvellement dans les Zones présentant des Conditions Difficiles de Construction	9-6
Tableau 9.2.2	Durée de Construction du PC-3 et PC-4	9-6
Tableau 9.3.1	Raisons pour l'Intégration dans le Contrat C&C	9-8
Tableau 9.3.2	Package de Contrat Proposé pour le Projet	9-9
Tableau 9.3.3	Fabricants des Principaux Équipements de Dessalement de l'Eau de Mer	9-11
Tableau 9.3.4	Entrepreneurs en Génie Civil Maritime ayant une expérience au Sénégal	9-11
Tableau 9.3.5	Entrepreneurs Locaux Spécialisés dans les Projete d'Approvisionnement en Eau au Sénégal	9-12
Tableau 9.3.6	Pays de Provenance des Matériaux / Équipements / Machines de Construction	9-12
Tableau 9.4.1	Procédures de la Mise en œuvre du Projet et les Périodes Nécessaires	9-14
Tableau 10.1.1	Regroupement des Composantes du Projet pour l'Analyse Financière et Economique	10-2
Tableau 10.1.2	Cas de Figure Avec ou Sans Projet	10-2
Tableau 10.1.3	Prévisions de la Quantité d'Eau Produite par l'Usine de Dessalement	10-3
Tableau 10.1.4	Ratio d'ENF supposé et Quantité d'Eau Récupérée dans le Cadre du Projet	10-4
Tableau 10.1.5	Estimation de la Quantité Commercialisable et de la Quantité pour la Réduction des Coûts	10-5
Tableau 10.2.1	Éléments de Revenus et Coûts financiers pris en compte dans l'Analyse	10-7
Tableau 10.2.2	Source de Financement et CMPC	10-7
Tableau 10.2.3	Schémas Utilisés pour le Calcul des Revenus Supplémentaires (portion de production d'eau)	10-8
Tableau 10.2.4	Schéma utilisé pour le Calcul des Revenus Supplémentaires (portion de récupération d'eau)	10-8
Tableau 10.2.5	Estimation du Montant des Revenus Supplémentaires	10-9
Tableau 10.2.6	Coût financier du Projet	10-9
Tableau 10.2.7	Schémas Utilisé pour le Calcul de Cout Réduit par le Projet	10-10
Tableau 10.2.8	Résultats des Analyses Financières	10-11
Tableau 10.2.9	Résultats de l'Analyse Financière et de la Capacité de Payer	10-12
Tableau 10.3.1	Éléments de Coût et du Bénéfice pris en compte dans l'Analyse Economique Financière	10-13
Tableau 10.3.2	Figure utilisée pour le calcul du bénéfice relatif à l'utilisation de l'eau supplémentaire	10-14
Tableau 10.3.3	Schémas Utilisés pour le Calcul du bénéfice liés à la réduction du Coût des frais médicaux	10-15
Tableau 10.3.4	Schéma utilisé pour le Calcul le bénéfice lié a la réduction du temps perdu pour chercher de l'eau	10-16
Tableau 10.3.5	Chiffres Utilisés pour le Calcul du Bénéfice par la Réduction des Pertes en Eau par la Suspension du Service d'Approvisionnement en Eau	10-18
Tableau 10.3.6	Coût Économique du Projet	10-19

Tableau 10.3.7 Résultats de l'Analyse Économique	10-19
Tableau 10.3.8 Résultats de l'Analyse de Sensibilité de l'Analyse Economique.....	10-20
Tableau 10.4.1 Rapports de l'Étude de la Tarification	10-22
Tableau 10.4.2 Indicateurs Prévus et Moyenne du Taux Tarifaire dans l'Etude de la Tarification.....	10-23
Tableau 10.4.3 Hypothèses des Usines de Dessalements utilisées dans l'Etude Tarifaire en Comparaison avec les Hypothèses de l'Equipe d'Etude de la JICA	10-24
Tableau 11.2.1 Indicateurs de Performance pour la Mesure des Effets du Projet	11-4
Tableau 11.2.2 Raisons d'Insatisfaction concernant le Niveau des Sevices d'Approvisionnement en Eau dans toute la Région de Dakar établies dans l'Enquête de Satisfaction des Cleints de la SONES en 2012.....	11-5
Tableau 12.1.1 Risques liés à la mise en œuvre du Projet et les Mesures d'Aversion ou de Mitigation	12-1

Liste des Annexes

Annexe 2		
Annexe 2-1	Résultats de l'Étude Topographique	A-2-1
Annexe 2-2	Résultats des Etudes Géologiques	A-2-10
Annexe 2-3	Résultats de l'Étude Océanographique	A-2-57
Annexe 4		
Annexe 4-1	Procès-Verbal de la Réunion de Commencement de l' Étude Préparatoire pour le Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles dans la République du Sénégal	A-4-1
Annexe 4-2	Décret Présidentiel pour l'Exploitation des Terrains de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles Projet de Construction de l'Usine de Dessalement des Mamelles.....	A-4-6
Annexe 4-3	Calcul Hydraulique des conduites	A-4-13
Annexe 5		
Annexe 5-1	Schémas	A-5-1
Annexe 5-2	Procédure de connection des Nouveaux Réservoirs des Mamelles au système existant.....	A-5-2
Annexe 6		
Annexe 6-1	Liste de Contrôle Environnemental	A-6-1
Annexe 6-2	Fiche de Contrôle.....	A-6-2
Annexe 6-3	Lettre de la DEEC relative à l'Étude sur les Considérations Sociales et Environnementales nécessaires au PC-2, PC-3 et PC-4	A-6-5
Annexe 8		
Annexe 8-1	Coût de construction	A-8-1
Annexe 8-2	Coût total du Projet.....	A-8-5
Annexe 8-3	Répartition des prix du Consultant.....	A-8-7
Annexe 8-4	Coût Estimé pour la mis en place du Dispute Board (Commission de règlement des différends	A-8-8
Annexe 9	TDR des Services d'Ingénierie-Conseils	A-9-1
Annexe 10		
Annexe10-1	Calcul du TRFI (selon la grille tarifaire actuelle)	A-10-1
Annexe10-2	Calcul du TRFI sur la base de la Capacité de Payer	A-10-2
Annexe10-3	Calcul du TREI (au niveau de la Volonté de Payer (=tarif actuel)	A-10-3
Annexe10-4	Calcul du TREI sur la base du (i) Cout d'Investissement initial +20%	A-10-4
Annexe10-5	Calcul du TREI sur la base du (ii) de la Capacité de production de l'Usine des Mamelles -10,000m ³ /jour.....	A-10-5
Annexe10-6	Calcul du TREI sur la base de la (iii) Réduction des Coûts de Production Au niveau de l'Usine des Mamelles -20%.....	A-10-6

Annexe10-7	Calcul du TREI sur la base de (iv) la hausse des Coûts de Production Au niveau de l'Usine des Mamelles +20%.....	A-10-7
Annexe10-8	Calcul de TREI sur la base (v) de la conséquence de la baisse de la Portion de Récupération d'Eau (ratio ENF +5%)	A-10-8
Annexe10-9	Coûts de Production Au niveau de l'Usine des Mamelles (vi) hausse de la Volonté de Payer +57%.....	A-10-9

ABRÉVIATIONS

Abréviations	Signification
ADM	Agence de Développement Municipal
AFD	Agence Française de Développement
AIE	Association Internationale de l'Eau
ANACIM	Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie
ANSD	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
AOI	Appel d'Offres International
AON	Appel d'Offres National
APD	Aide Publique au Développement
APROSEN	Agence Nationale de la Propreté du Sénégal
AQI	Indice de la Qualité de l'Air
BIRD	Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement
BEI	Banque Européenne d'Investissement
BOAD	Banque Ouest Africaine de Développement
CA	Conduite en Acier
CAPEX	Dépenses d'Investissement de Capital
CC	Conception Construction
CCE	Certificat de Conformité Environnementale
CCG	Conseil de Coopération du Golfe
CT	Comité Technique
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DEEC	Direction de l'Environnement et des Établissements Classés
DEFCCS	Direction des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols
DGPRES	Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau
DPN	Direction des Parcs Nationaux
DREEC	Division Régionale de l'Environnement et des Établissements Classés
EES	Évaluation Environnementale Stratégique
EIA	Évaluation d'Impact Environnemental
EIES	Étude d'Impact Environnemental et Social
E&M	Exploitation et Maintenance
ENF	Eau Non Facturée
GDJ	Gouvernement du Japon
GDS	Gouvernement du Sénégal
IAGC	Ingénierie, Approvisionnement et Gestion de Construction
IDA	Association Internationale de Développement
ILP	Indice Linéaire de Pertes

IPC	Indice des Prix à la Consommation
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale
JIS	Normes Industrielles Japonaises
JV	Joint-Venture
KFW	Banque Allemande de Développement
KMS3	Troisième Usine de Traitement d'Eau à Keur Momar Sarr
MEC	Méthode d'Évaluation Contingente
MED	Distillation à Effets Multiples
MEDD	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
MEDER	Ministère de l'Énergie et du Développement des Énergies Renouvelables
MEF	Ministère de l'Économie et des Finances
MF	Micro-filtre
MHA	Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement
MP	Matières Particulaires
MSF	Distillation à Détentes Étagées
OI	Osmose Inverse
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONAS	Office National de l'Assainissement du Sénégal
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OP	Taux d'Approvisionnement en Eau de l'Opérateur
OPEX	Dépenses d'Exploitation
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
PEPAM	Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire
PIE	Producteurs Indépendants d'Électricité
PLT	Projet Sectoriel Eau à Long Terme
PPP	Partenariat Public-Privé
PQ	Pré-Qualification
PR/F	Projet de Rapport Final
PRV	Plastique Renforcé de Fibres de Verres
PSE	Plan Sénégal Émergent
PSE	Projet Sectoriel Eau
P/V	Procès-Verbal
PVC	Polychlorure de Vinyle
R/F	Rapport Final
R/I	Rapport Intermédiaire
SDE	Sénégalaise des Eaux
SENELEC	Société Nationale d'Electricité du Sénégal
SONEES	Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal
SONES	Société Nationale des Eaux du Sénégal
TC	Thermo Compresseur

TDR	Termes de Référence
TREI	Taux de Rentabilité Économique Interne
TRFI	Taux de Rentabilité Financière Interne
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UTE	Usine de Traitement d'Eau
VAN	Valeur Actuelle Nette
VCR	Volume Contractuel Recouvré
VRR	Volume Réel Recouvré

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

1.1 Contexte de l'Étude

La région de Dakar, Capitale de la République du Sénégal (ci-après désignée « Sénégal »), est la zone urbaine la plus peuplée du pays. Selon le recensement effectué par l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ci-après dénommée « ANSD »), la population de la région de Dakar en 2013 avoisinait les 3,1 millions d'habitants, ce qui représente une augmentation de 50% d'après les résultats du précédent recensement de 2002.

En 1996, la Société Nationale des Eaux du Sénégal (ci-après dénommée « SONES ») a sous-traité l'exploitation et la maintenance des ouvrages d'approvisionnement en eau à un Opérateur Privé, en l'occurrence la Sénégalaise des Eaux (ci-après dénommée « SDE »). Par la suite, le service public du système d'approvisionnement en eau a été amélioré et le taux de couverture de l'accès à l'eau potable des branchements privés et publics (bornes fontaines) a presque atteint 100% dans la capitale sénégalaise (Selon la SONES, le taux de couverture est de 100% alors que le recensement de 2013 fait état d'un taux de 97%). Les ressources en eau de la région de Dakar proviennent des eaux de surface du Lac de Guiers, situé à 250 km de la capitale et des eaux souterraines des forages installés le long des conduites d'adduction d'eau du Lac de Guiers (ALG 1 et ALG 2) provenant des Usines de Traitement d'Eau Potable de Ngnith et de Keur Momar Sarr (KMS). Durant la dernière décennie, les pénuries récurrentes d'eau ont été une préoccupation sociale en raison de la croissance rapide de la population dans la région de Dakar et de la capacité limitée des ouvrages d'eau potable existants.

Afin d'assurer la sécurisation de l'approvisionnement en eau dans la capitale et ses environs, la SONES a élaboré et mis en œuvre entre 2009 et 2011 une étude portant sur le Plan Directeur de l'Hydraulique Urbaine, appelée « Étude du Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de la Région de Dakar et de la Zone de la Petite Côte (ci-après dénommée « Plan Directeur d'Hydraulique Urbaine de 2011 »). Cette étude a permis de faire des estimations sur la demande future en eau et d'établir un scénario de renforcement des ressources en eau. Dans le Plan Directeur d'Hydraulique Urbaine de 2011, trois (3) ouvrages de production d'eau potable ont été proposés comme présentés dans le Tableau 1.1.1 ci-dessous et qui seront construits et agrandis progressivement d'ici 2015.

Tableau 1.1.1 Ouvrages de Production d'Eau proposés dans le Plan Directeur de l'Hydraulique Urbaine de 2011

	Schéma de Construction	Capacité Maximale	Zone d'Approvisionnement
1	3ème Usine de Traitement d'eau Potable de Keur Momar Sarr (KMS) (KMS 3)	75 000 m ³ /jour	Région de Dakar*
2	Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles	75 000 m ³ /jour	Région de Dakar
3	Usine de Dessalement de l'Eau de Mer de Ngaparou	50 000 m ³ /jour	Petite Côte

* En plus de la région de Dakar, l'UTE de KMS3 approvisionne aussi certaines zones locales situées le long des conduites de transmission.

Source: Plan Directeur d'Hydraulique Urbaine de 2011

D'après l'évaluation du Plan Directeur de l'Hydraulique Urbaine de 2011, la demande en eau dans la région de Dakar a atteint depuis 2013, la capacité limite de production des Usines de Traitement d'Eau et des Forages existants même en moyenne journalière. En outre, la cassure du tuyau de l'ALG 2 qui s'est produite en septembre 2013, a occasionné une grave pénurie d'eau dans la capitale. Cet accident a révélé la fragilité du système d'approvisionnement en eau de la région de Dakar et a fait comprendre aux professionnels du secteur de l'hydraulique l'importance de la diversification des ressources en eau.

En juillet 2013, le Gouvernement du Sénégal (ci-après dénommé « GDS ») a formulé une lettre de requête pour bénéficier d'une assistance financière de la part du Gouvernement du Japon (ci-après dénommé « GDJ ») pour le Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles sis à Dakar-Sénégal. De décembre 2013 à mars 2014, en réponse à la requête du Gouvernement du Sénégal, l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (ci-après dénommée « JICA ») a effectué une mission d'étude appelée Mission de Collecte d'Informations pour l'Approvisionnement en Eau de la région de Dakar (ci-après dénommée « Mission de Collecte d'Informations de 2014 ») afin de collecter des informations relatives au projet de construction de l'usine de dessalement d'eau de mer et de vérifier au préalable la validité du projet. Après examen des résultats de l'étude, le GDJ et la JICA ont pris la décision de réaliser l'Étude Préparatoire du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer, sur le site des Mamelles sis à Dakar-Sénégal (ci-après dénommée « l'Étude »).

1.2 Objectifs, Portée et Zone Cible de l'Étude

1.2.1 Objectifs de l'Étude

L'Étude est mise en œuvre afin de vérifier la validité et la faisabilité de l'implantation du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer, sur le site des Mamelles sis à Dakar-Sénégal, à travers l'Aide Publique au Développement (ci-après dénommée « APD ») du GDJ, correspondant à la requête pour une assistance du GDS.

1.2.2 Portée de l'Étude

L'Étude comprend les activités présentées dans le Tableau 1.2.1 ci-dessous. Les informations collectées dans la mission de collecte d'informations seront utilisées dans l'Étude. En outre, les informations collectées et les résultats de l'étude en cours mise en œuvre par la JICA, dénommée Projet pour l'Actualisation du Plan Directeur d'Urbanisme de la région de Dakar à l'Horizon 2025 (ci-après dénommée « Étude du Plan Directeur d'Urbanisation ») seront aussi utilisés.

Tableau 1.2.1 Portée de l'Étude

No.	Activités
1	Préparation et discussions sur le Rapport Intermédiaire
2	Détermination de la capacité de l'usine à l'horizon du Projet
3	Collecte et analyses des données
4	Validation de la mise en œuvre du Projet et détermination de la portée du Projet
5	Préparation du Rapport Intermédiaire
6	Conception préliminaire du Projet
7	Préparation du plan de mise en œuvre du Projet
8	Considérations environnementales et sociales
9	Considérations pour le contrôle du climat
10	Estimation des coûts du Projet
11	Évaluation du Projet et proposition des indicateurs de suivi
12	Recommandations
13	Préparation du Projet de Rapport Final
14	Préparation du Rapport Final

Source: Équipe d'Étude de la JICA

1.2.3 Zone Cible de l'Étude

La zone cible de l'Étude est présentée au début de ce rapport. D'une part au sens étroit, la zone cible de l'Étude est la région de Dakar. D'autre part, dans un sens large, la zone cible inclut toute zone d'approvisionnement en eau venant des Usines de Traitement d'Eau potable et forages et aussi inclut l'étude en cours mise œuvre par la JICA et dénommée Projet de Révision du Plan Directeur d'Urbanisme de Dakar Horizon 2025 (ci-après « l'Étude du Plan Directeur d'Urbanisme ») étant donné que l'équilibre de l'eau dans ces zones est à prendre en compte dans la détermination de la capacité de production de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles.

1.3 Calendrier, Etat d'Avancement et Prospective de l'Étude

La Figure 1.3.1 ci-dessous présente le calendrier global de l'Étude. L'Équipe d'Étude de la JICA a bouclé les premières et deuxièmes phases des travaux au Sénégal, lesquels principaux travaux ont constitué les activités No. 2 à 10, présentées dans le Tableau 1.2.1. Par la suite, l'Équipe a également terminé les travaux restants des activités No. 2 à 10 et a réalisé les activités No. 11 à 12 au Japon. Toutes les informations, conclusions et analyses des travaux effectués au Sénégal et au Japon par le Consultant, sont compilées dans le Projet de Rapport Final (P/RF).

Après réception du P/RF, la JICA a envoyé une Mission d' Evaluation des Faits au Sénégal durant la période du 23 Août au 6 Septembre 2015. L'Equipe d'Etude de la JICA a effectué une présentation sur le P/RF à la Partie Sénégalaise. La Mission d' Evaluation des Faits a assisté à ces rencontres. L'Equipe d'Étude de la JICA a élaboré le Rapport Final (R/F) en intégrant les résultats des discussions tenues durant la Mission d' Evaluation des Faits et en procédant aux révisions de toutes les observations sur le P/RF par les Parties Japonaise et Sénégalaise.

	2014	2015									
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Travaux au Sénégal		■				■			■		
Travaux au Japon	□				□			□		□	
Soumission de Rapports		▲ R/D			▲ R/I			▲ PR/F			▲ R/F

Légende: R/D: Rapport de Démarrage, R/I: Rapport Intermédiaire, PR/F: Projet de Rapport Final, R/F: Rapport Final
 Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 1.3.1 Calendrier Global de Mise en Œuvre de l'Étude

CHAPITRE 2 SITUATION ACTUELLE DE LA ZONE CIBLE DE L'ÉTUDE

2.1 Situation Sociale

2.1.1 Politique, Administration Publique et Limites Administratives

(1) Politique

Dakar, l'une des quatorze (14) régions du Sénégal, est située dans la presqu'île du Cap Vert et s'étend sur une superficie de 550 km². Elle est comprise entre les 17° 10' et 17° 32' de longitude Ouest et les 14° 53' et 14° 35' de latitude Nord. Elle est limitée à l'Est par la région de Thiès et par l'Océan Atlantique dans ses parties Nord, Ouest et Sud. La région est divisée en quatre (4) départements: le Département de Dakar (couvrant une superficie de 79 km²), le Département de Pikine (87 km²), le Département de Guédiawaye (13 km²) et le Département de Rufisque (372 km²).

La Région de Dakar, Capitale du Sénégal, concentre une grande partie du potentiel économique, social, administratif et politique du pays (environ 80% de la production intérieure économique). Elle abrite aussi le Siège du Gouvernement, de l'Assemblée Nationale, du Conseil Constitutionnel, de la Cour de Cassation, toutes les Directions Nationales et les sièges de la quasi-totalité des organisations nationales et internationales établies dans le pays. C'est enfin, un centre décisionnel tant au niveau public et privé, national, que régional et international.

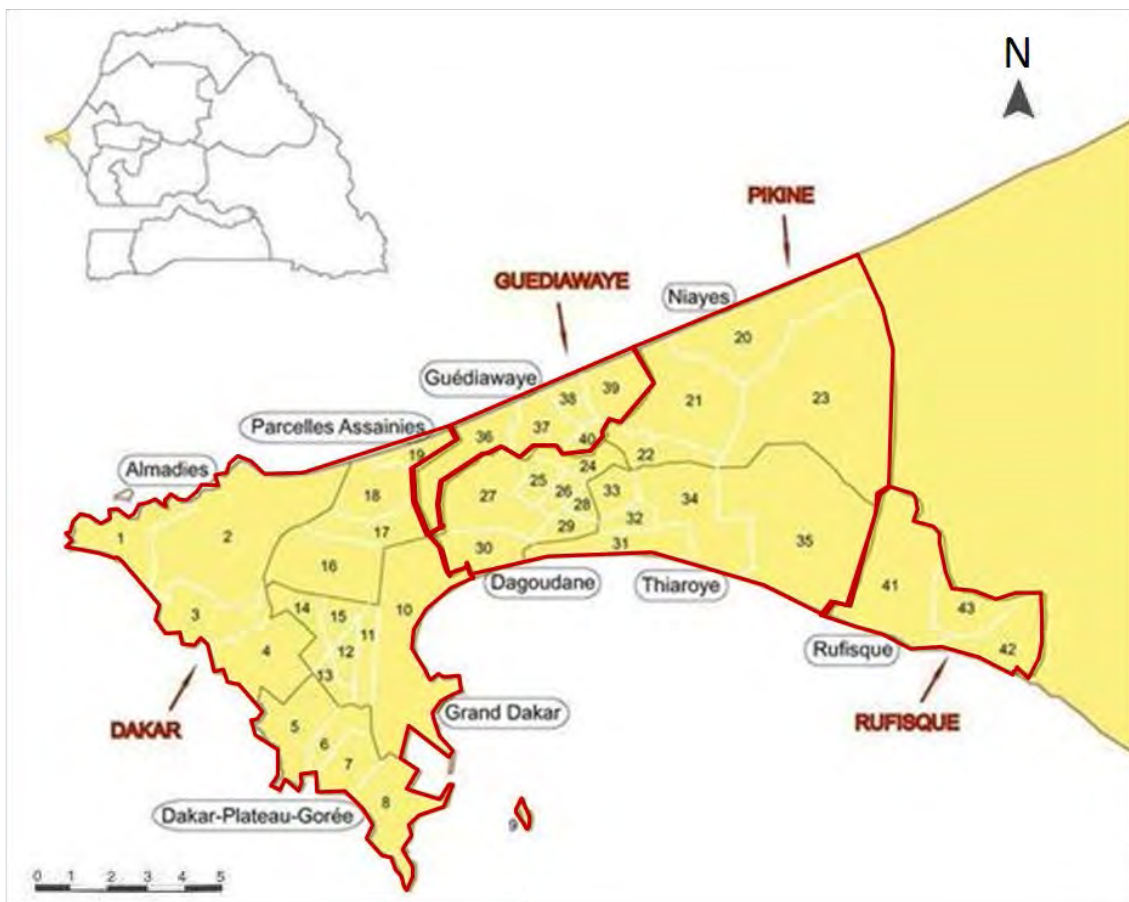
(2) Administration Publique et Limites Administratives

L'organisation administrative de la région de Dakar a connu des mutations de plusieurs ordres depuis l'époque coloniale. Mais, depuis 2002, par Décret N° 2002-166 du 21 février 2002 fixant le ressort territorial et le chef-lieu des régions et départements, la région de Dakar est administrativement organisée comme décrit dans le Tableau 2.1.1 et sur la Figure 2.1.1.

Tableau 2.1.1 Répartition Administrative de la Région Dakar

Préfecture de Dakar		Préfecture de Pikine		Préfecture de Guédiawaye			
Almadies Arrondissement		Grand Dakar Arrondissement		Niayes Arrondissement		Guédiawaye Arrondissement	
1	Ngor	10	Hann-Bel-Air	20	Malika	36	Golf Sud
2	Yoff	11	HLM	21	Yeumbeul Nord	37	Sam-Notaire
3	Ouakam*	12	Biscuiterie	22	Yeumbeul Sud	38	Ndiarème
4	Mermoz-Sacré Cœur	13	Grand-Dakar	23	Keur Massar	39	Wakhinane Nimzat
Dakar-Plateau-Gorée Arrondissement		13	Grand-Dakar	Dagoudane Arrondissement		40 Médina Gounass	
5	Fann-Point E-Amitié	14	Liberté	24	Djida-Thiaroye Kao	Préfecture de Rufisque	
6	Gueule Tapée-Fass-Colobane	15	Dieuppeul-Derklé	25	Pikine Nord	Rufisque Arrondissement	
7	Médina	Parcelles Assainies Arrondissement		26	Pikine Est	41 Rufisque Ouest	
8	Dakar-Plateau	16	Grand-Yoff	27	Pikine Ouest	42 Rufisque Est	
9	Ile de Gorée	17	Patte d'Oie	28	Guinaw Rail Nord	43 Rufisque Nord	
		18	Parcelles Assainies	29	Guinaw Rail Sud		
		19	Cambérène	30	Daliford		
				Thiaroye Arrondissement			
				31	Thiaroye sur Mer		
				32	Tivaouane-Diack Sao		
				33	Thiaroye Gare		
				34	Diamaguène-Sicap Mbao		
				35	Mbao		

*Le site de construction de l'Usine de Dessalement de l'eau de Mer aux Mamelles est localisé dans la Commune de Ouakam.
 Source: Équipe d'Étude de la JICA



* Les numéros correspondent à ceux figurant dans le Tableau 2.1.1.

Source: ANSD

Figure 2.1.1 Limites Administratives de la Région de Dakar

2.1.2 Population

Selon, le dernier recensement réalisé par l'ANSD en 2013 (ci-après « Recensement Général de la Population de 2013 »), la population de la région de Dakar était de 3 137 196 habitants en 2013. Le Tableau 2.1.2 présente la population et le taux de croissance de Dakar sur la base des résultats de recensements. De 1998 à 2002, il a été noté une augmentation considérable de la population avec une croissance annuelle moyenne de 2,27%. Cependant de 2002 à 2013, elle a connu une augmentation très significative aussi élevée que son taux de croissance annuel de 3,4%. L'augmentation totale de la population de 2002 à 2013 est d'environ 50%.

Tableau 2.1.2 Population et Taux de Croissance dans la région de Dakar de 1976 à 2013

Année	1976	1988	2002	2013
Population	892 127	1 488 941	2 168 314	3 137 196
Taux de Croissance (%/année) Années	-	4,4 (1976-1988)	2,72 (1988-2002)	3,4 (2002-2013)

Source: Recensement Général de la Population de 2013, ANSD

En termes de densité de la population, la région de Dakar se démarque de loin des autres régions avec une densité de 5 735 habitants au km². La population totale du Sénégal était de 13 508 715 habitants en 2013 et la région de Dakar représentait environ un quart de cette population (23,2%) sur une superficie seulement de 0,3% de celle du pays. La population du département de Dakar était de 1 146 054 habitants, les départements de Pikine et Guédiawaye: 1 500 450 habitants et le département de Rufisque: 490 694 habitants. Le nombre d'hommes de la région de Dakar était de 1 579 020, alors que celui des femmes avoisinait les 1 558 176.

Tableau 2.1.3 Densité de la Population et Autres Indicateurs de la région de Dakar et du Sénégal en 2013

Indicateurs	Région de Dakar	Sénégal
Superficie totale (km ²)	550	196.712
Population	3 137 196	13 508 715
Densité (habitants/km ²)	5735	69
Homme	1 579 020	6 735 412
Femme	1 558 176	6 773 294
Taux d'enregistrement des Enfants au Bureau d'Etat Civil (%)	91,8	71
Taux brut de scolarisation global (%)	64,3	52,9
Taux d'alphabétisation général (%)	68,6	52,1
Indice de pauvreté (%)	26,1	46,7

Source: Recensement Général de la Population de 2013, ANSD

2.1.3 Économie et Industrie

(1) Économie

Le Sénégal aspire à devenir un pays émergent à l'horizon 2035. Le Produit Intérieur Brut (PIB) du pays a augmenté de façon constante de 2000 à 2013 et en particulier le taux de croissance annuel du PIB réel qui était respectivement de 5,5% en 2005 et 4,3% en 2010. Cependant, le taux de croissance du PIB réel en 2013 s'élevait à 2,8% seulement notamment en raison de mauvaises performances des secteurs de l'agriculture céréalière, des mines et de l'industrie. Présentement, les activités du secteur

tertiaire telles que la construction et les secteurs de services demeurent les principaux moteurs de la croissance économique. Une croissance de 4,5% est anticipée en 2014, grâce à la relance du secteur secondaire et une amélioration du secteur des affaires. Ces perspectives économiques reposent sur la mise en œuvre du Plan Sénégal Emergent (PSE), la nouvelle stratégie de développement du Gouvernement du Sénégal à l'Horizon 2035. Toutefois, la réussite du PSE dépendra aussi de la croissance et de l'implication du secteur privé au Sénégal. Un programme rigoureux de réforme du climat des affaires du pays est déjà en cours.

Tableau 2.1.4 Taux de Croissance Annuel et PIB par Habitant au Sénégal

Description	Unité	2000	2005	2010	2013
PIB Réel	million de USD	4 679	8 707	12 932	14 791
Taux de Croissance Annuel	%	3,2	5,6	4,3	2,8
PIB Nominal par habitant	USD	474,5	772,5	998,6	1046,6
Taux de Croissance Annuel	%	0,6	2,8	1,3	-0,2

Source: Banque Mondiale

(2) Industries

Concernant le nombre d'entreprises s'activant dans les domaines de la boulangerie, pâtisserie et production de pâte, elles constituent le plus grand sous-secteur avec un nombre de 203, suivies de l'industrie du papier et édition avec 98 et des industries métallurgiques et de transformation des métaux avec 73 en 2012. Quant au montant de la production, comme présenté dans le Tableau 2.1.5, la production chimique occupe la plus grande partie avec 26,5%, suivie par l'énergie 20,3%, les tissus, les minéraux, les produits non-métalliques et les matériaux de construction avec 10,8%, et la transformation des fruits et légumes avec 10%.

Tableau 2.1.5 Montant de la Production par Sous-secteur (Milliard de FCFA)

Sous-secteur	2008	2009	2010	2011	2012	%
Production de Viande et de Poisson	56,7	38,6	42,2	53,8	50,7	2,0
Travaux et Fabrication de Produits Céréaliers et Féculents	137,0	117,0	116,4	142,7	151,9	6,1
Industries de gateaux	98,8	97,1	118,2	126,1	76,2	3,0
Boulangerie, Pâtisserie et Pâte	34,4	34,8	38,7	41,0	44,7	1,8
Industries Laitières	52,8	22,7	46,1	53,0	58,1	2,3
Transformation de Fruits et Légumes et d'Autres Aliments	158,8	180,7	205,6	228,3	250,6	10,0
Industries des Boissons	52,5	55,1	58,6	58,5	54,3	2,2
Textiles et Habillement	10,1	9,3	9,4	7,2	7,2	0,3
Cuire et Chaussures	7,6	5,3	6,1	7,7	8,0	0,3
Industries du Bois	34,6	32,7	33,8	47,5	46,5	1,9
Industries du Papier, Edition et Impression	52,1	54,3	55,3	57,8	55,8	2,2
Produits chimiques	632,1	445,1	473,6	649,1	663,5	26,5
Industries du Caoutchouc et du Plastique	61,5	62,9	69,4	78,4	77,9	3,1
Tissus, Minéraux, Produits Non-Métalliques et Matériaux de Construction	184,7	206,0	242,5	268,6	269,6	10,8
Industries Métallurgiques et de Transformation des Métaux	63,0	64,2	67,1	71,2	68,1	2,7
Autres Industries	38,9	36,7	38,6	43,7	46,6	1,9
Divers Secteurs Industriels	31,1	34,4	44,6	58,7	65,4	2,6
Secteur Energétique	388,4	373,9	406,2	482,8	508,5	20,3
Total	2 095,1	1 870,5	2 072,3	2 475,9	2 503,7	100,0

Source: Recensement de 2013, Centre Unique de Collecte de l'Information (CUCI) de l'ANSD

2.1.4 Santé Publique

Les indicateurs de santé au Sénégal sont présentés dans le

Table 2.1.6. Comme indiqué dans le Tableau, l'espérance de vie à la naissance pour les deux sexes a augmenté de 57 à 64 ans au cours de la période allant de 2000 à 2012. Ainsi, les taux de mortalité infanto-juvénile, la mortalité maternelle et les décès causés par le paludisme ont considérablement diminué pendant une ou deux décennies, alors que le nombre de décès dus au VIH/SIDA a légèrement augmenté de 11,2 en 2000 à 13,7 en 2012.

Tableau 2.1.6 Indicateurs de Santé au Sénégal

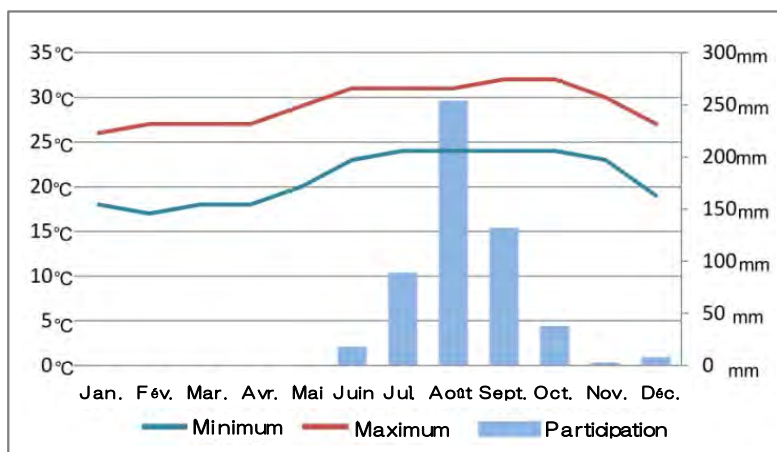
Indicateurs	Indicateurs de Référence		Derniers Indicateurs	
	Année	Nombre	Année	Nombre
Taux de mortalité infant-juvénile (par 1.000 naissances vivantes)	1990	141	2013	55
Taux de mortalité maternelle (par 100.000 naissances vivantes)	1990	530	2013	320
Décès dus au VIH/SIDA (pour 100.000 habitants)	2000	11.2	2012	13.7
Décès dus au paludisme (pour 100.000 habitants)	2000	151.4	2012	57.1
Décès dus à la tuberculose chez les personnes VIH-négatives	2000	30	2013	21

Source: Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

2.2 Conditions Naturelles

2.2.1 Temps, Climat et Changement Climatique

La région de Dakar a un climat assez doux comparé au reste du pays en raison des influences océaniques de vents pour la majeure partie de l'année. Les températures dans la région de Dakar sont douces et modérées par l'influence océanique. La période de juin à novembre est généralement la plus chaude, avec des pointes en août. La période de novembre à mai est caractérisée par des températures relativement basses. Selon une série de collecte de données sur une longue période conduite par l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ci-après dénommée « ANACIM ») au Sénégal, la moyenne annuelle de la pluviométrie de 1898 à 2010 dans la région de Dakar était d'environ 500 mm. La saison des pluies s'étend de juin à octobre et la saison sèche de novembre à mai dans la région de Dakar.



Source: Service Météorologique de la British Broadcasting Corporation (BBC)

Figure 2.2.1 Températures et Précipitations dans la Région de Dakar

L'Afrique de l'Ouest est sérieusement touchée ces dernières années par le changement climatique, perceptible à travers plusieurs indicateurs, les plus visibles étant les sécheresses persistantes et les récurrentes inondations. Les impacts de ces événements récents sur l'économie locale, l'environnement physique (dégradation des sols) et les êtres vivants (pauvreté, famines) sont considérables. La région de Dakar n'est pas épargnée par ce phénomène. Dans les municipalités péri-urbaines de Dakar, presque 40% de la population se sont installées dans des zones à potentiel risque d'inondations intérieures, d'érosion côtière ou de montée du niveau de la mer.

2.2.2 Topographie et Géologie

(1) Topographie

Le relief du Sénégal est relativement plat avec 75% de la terre en dessous de 50 m. Alors que le relief de la région de Dakar est généralement plat dans l'ensemble, la pointe de la presqu'île située dans la Municipalité de Ouakam où l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles sera implantée, est une zone relativement élevée culminant avec les « Mamelles » à 100 m.

D'autre part, il existe une faible zone recouverte par une série de dunes et de dépressions interdunaires (la Zone de Niayes) et qui s'étend de la presqu'île à la côte nord. Des collines relativement grandes et plateaux aux faibles pentes se dressent entre Pikine et Rufisque.

(2) Géologie

Sur le plan géomorphologique, la région de Dakar peut être divisée en trois grandes parties d'Ouest en Est par les caractéristiques géologiques ci-dessous:

1) L'extrémité occidentale qui se divise elle-même en trois zones

La zone sud-est, d'altitude comprise entre 15 et 40 mètres se compose de coulées volcaniques et d'affleurements du substratum (limons, marnes et calcaires) recouverts au centre d'une cuirasse latéritique. Cette zone correspond aux quartiers du Plateau dans le département de Dakar. (2) La zone centrale qui présente une altitude inférieure à 10 m. Elle est constituée de sables reposant sur un substratum argilo-calcaire avec quelques affleurements. Cette zone abrite les quartiers d'habitation de la Médina, du Point E et de la Zone Industrielle. (3) La partie nord-ouest qui correspond au second massif d'origine volcanique dont l'altitude moyenne est la plus élevée de la région (plus de 60 m). Cette zone abrite les villages traditionnels de Ouakam, Ngor et Yoff ainsi que l'Aéroport International de Dakar.

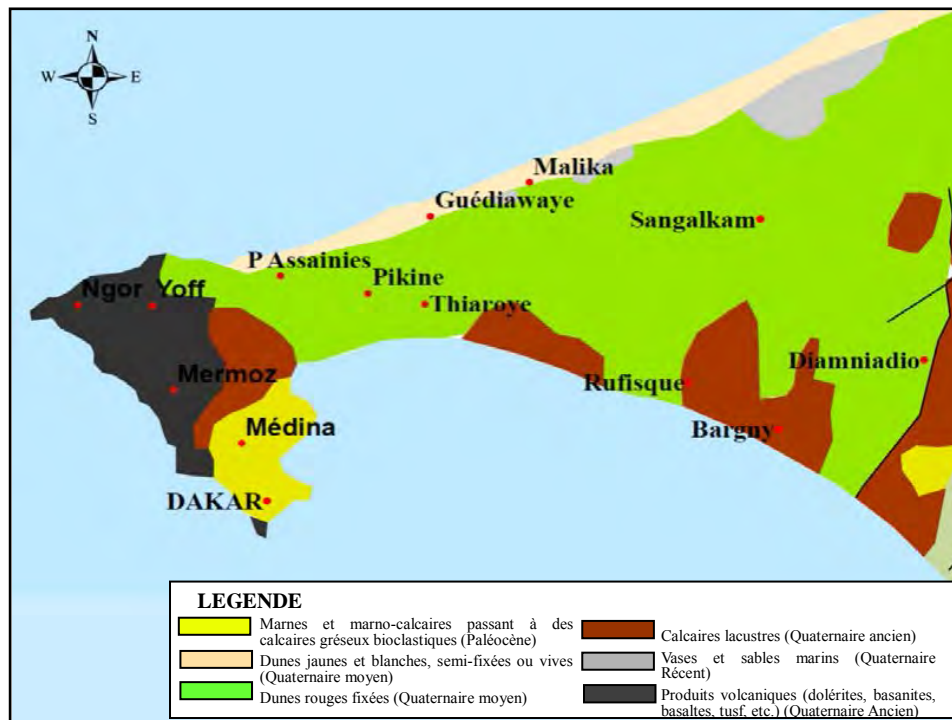
2) La deuxième grande partie de la presqu'île du Cap-Vert

Elle consiste en un ensemble de cordons dunaires reposant sur un substratum marneux et sur lesquels sont bâties les villes de Pikine et Guédiawaye. Entre ces dunes, s'est établie une série de lacs asséchés et de bas-fonds très fertiles appelés « Niayes ». C'est le domaine de cultures maraîchères et de la floriculture. Les sables aquifères qui sont sous les sables abritent la nappe infra basaltique et la nappe de Thiaroye.

3) La partie orientale de la région

Cette partie est composée d'un ensemble de collines et de plateaux inférieurs à 50m. Elle abrite le territoire du département de Rufisque. Sa couverture géologique comprend une alternance de marnes et de calcaires dont les plus perméables, les calcaires paléocènes de Sébikotane, les sables et les grès du maestrichtien, renferment des nappes aquifères importantes. On y observe le prolongement des bas-fonds fertiles et des sols aptes au maraîchage et à l'arboriculture particulièrement dans la zone rurale.

Les caractéristiques géologiques de la région de Dakar sont présentées dans la Figure 2.2.2.



Source: SENELABO.BTP

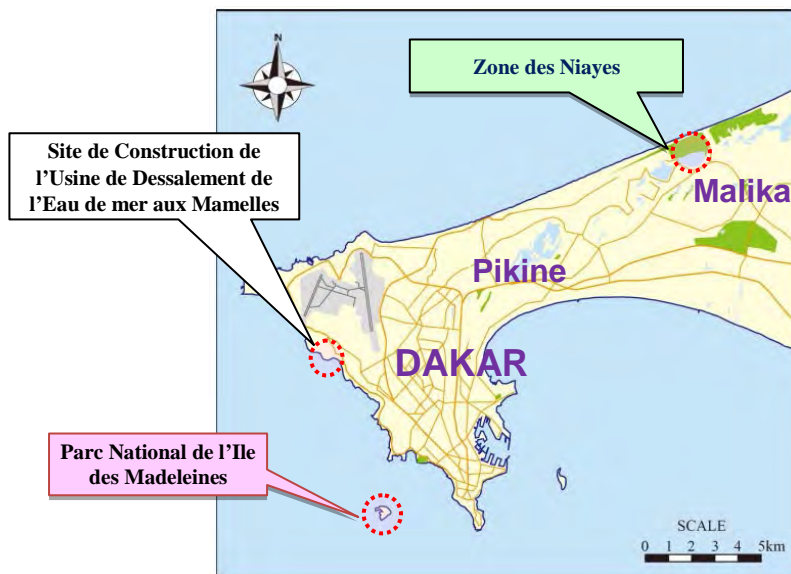
Figure 2.2.2 Carte Géologique de la Presqu'île du Cap Vert

2.2.3 Flore et Faune

La flore du Sénégal se caractérise par une flore sahélo-soudanienne. Selon le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (ci-après dénommé « MEDD »), il a été recensé environ 3.500 espèces de plantes au Sénégal. D'autre part, les zones urbaines de la région de Dakar sont en grande partie des zones résidentielles et industrielles. Ainsi, la végétation est sensiblement altérée. D'après le MEDD, la faune du Sénégal compte environ 4.330 espèces.

Dans la région de Dakar, en plus de la zone côtière, il existe deux principales zones d'importance écologique, à savoir la Zone des Niayes et les Iles des Madeleines. Cependant, il est confirmé qu'il n'existe pas de parcs nationaux ni d'aires protégées dans et à proximité de la zone du Projet proposé (Cf. Figure 2.2.3).

Des études menées par la Direction de la Protection de la Nature (ci-après dénommée « DPN ») font état de la présence de: *Accipiter badius*, *Becorvus lead beater*, *Canus anthus*, *Columba palumbus*, *Genetta maculate*, *Geochelone sulcata*, *Crested porcupine*, *Lièvre variable*, *Necrosyrtes monachus*, *Numida meleagris*, *Rattus rattus*, *Tragelaphus scriptus*, *Varanus griseus*, *Varanus niloticus*, *Vulpes zerda* et *Xerus rutilus*. La Zone des Niayes a une faune très diversifiée. Reynaud (1998), cité par l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (ci-après dénommée « IUCN ») (2002) a identifié 133 espèces d'oiseaux dans le Grand Niayes de Pikine dont 40 sont endémiques et 51 sont des oiseaux migrateurs qui nichent dans cette zone.



Source: Rapport de l'Enquête de Référence Environnementale et Sociale du Projet d'Actualisation du Plan Directeur d'Urbanisation de la Région de Dakar à l'Horizon 2025, Sénégal, Systèmes Terrestres, données compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

Figure 2.2.3 Localisation des Zones d'Importance Écologique et du Site du Projet

2.3 Développement des Infrastructures

2.3.1 Le Transport

(1) Bus

1) Transport urbain en autobus

Le transport urbain dans la région de Dakar se compose de lignes de bus urbains conventionnels exploités par la Société Publique Dakar Dem Dik (DDD), créée en 2001, les Car Rapide (Renault) et Ndiaga Ndiaye (Mercedes) de type informel essentiellement des minibus et les bus AFTU (« Tata » et « King Long »).

2) Transport interurbain en bus

Il existe deux terminaux d'autobus interurbains dans la région de Dakar, à savoir, les Baux Maraîchers et Rufisque. Les Baux Maraîchers constituent le principal terminal de bus interurbain qui a été déménagé du terminal de bus de Pompiers qui était situé dans le Centre-Ville de Dakar. Le terminal de bus de Rufisque est aussi situé près de la station du Petit Train de Banlieue (PTB) des HLM Rufisque. En outre, l'Agence de Promotion des Investissements et des Grands Travaux (ci-après dénommée « APIX ») prévoit la construction d'un troisième terminal interurbain à Tivaouane Peulh, pour lequel certains résidents des taudis de la zone de Pikine Irrégulier Sud ont été relogés en raison du développement de l'autoroute à péage. Le terminal de bus des Baux Maraîchers est exploité par le secteur privé, alors que celui de Rufisque est public (pas bien organisé).

(2) Le Secteur Ferroviaire

Le secteur ferroviaire constitue un moyen essentiel de transport urbain dans la région de Dakar et son développement était l'un des programmes à grande envergure du Programme d'Amélioration de la Mobilité Urbaine (ci-après dénommé « PAMU ») pour l'amélioration de la mobilité avec 20 milliards de F CFA et ciblant 200 000 passagers par jour. Dans le programme, une double voie ferrée de 27 km et une triple voie de 9 km devraient être construites le long des murs pour protéger les droits de passage. Cependant, elles n'ont pas été réalisées en raison des désagréments causés par les travaux et des impacts sur les résidents, ce qui a nécessité des relocalisations qui ont été prévues mais il y eut de longs retards dans l'achèvement des travaux ajoutés aussi au manque de financement. Le Petit Train de Banlieue (PTB), une société appartenant à l'Etat du Sénégal, est un train pour passagers offrant un service régulier de chemin de fer de banlieue entre la gare ferroviaire de Dakar et la région de Thiès via les Villes de Thiaroye et Rufisque.

(3) L'Autoroute

L'Autoroute à péage Dakar-Diamniadio, la première de ce genre dans la sous-région, a réduit le temps de trajet entre le Centre-ville et Diamniadio d'environ 90 à 30 minutes, ainsi que le coût de congestion sur l'économie locale, qui est estimé à 4,6% du PIB. Avec l'avancement du Projet, l'autoroute à péage améliorera l'accès aux grands projets d'infrastructure existants et prévus concernant le Port de Dakar,

le transport régional de marchandises, une zone économique spéciale intégrée, le Nouvel Aéroport International de Diass et le nouveau Centre de Conférence de Diamniadio.

2.3.2 Alimentation en Électricité

La production d'électricité, la transmission et la distribution sont gérées par la Société Nationale d'électricité du Sénégal (ci-après dénommée « SENELEC »), qui s'occupe aussi de la maintenance et de la gestion des ouvrages.

La consommation et l'approvisionnement d'électricité au Sénégal à l'échelle nationale sont indiqués dans le Tableau 2.3.1. De 2004 à 2013, l'alimentation électrique par les Producteurs Indépendants d'Electricité (ci-après dénommés « PIP ») y compris l'énergie importée, avait considérablement augmenté d'environ 75%, comparé à celle de la production de la SENELEC. La perte en électricité a été maintenue à un niveau constant d'environ 20%.

Actuellement, la demande future en électricité de 2017 à 2035 est mise en œuvre par la SENELEC à travers le développement de stratégies d'approvisionnement futur en électricité. Comme contre-mesure pour les coupures d'électricité à venir, le Ministère de l'Energie et du Développement des Énergies Renouvelables (ci-après dénommé « MEDER ») a prévu d'augmenter l'importation de l'électricité venant des pays voisins comme solution à court terme.

En outre, comme contre-mesure à long terme, des schémas de développement pour la construction de centrales électriques pas loin ont été mis en place. Les nouveaux projets officiellement enregistrés par le MEDER seront fournis dans la sous-section 4.4.4. .

Tableau 2.3.1 Demande et Alimentation en Electricité au Sénégal

Description	Unité	2004	2007	2010	2013
Ventes d'électricité	GWh	1 540	1 786	2 063	2 406
Approvisionnement électrique	GWh	1 952	2 305	2 618	3 038
(Production de la SENELEC)	GWh	1 307	1 596	1 800	1 908
(Achat auprès des Producteurs Indépendants d'Electricité incluant les importations)	GWh	645	709	818	1 130
Nombre de Clients	Nombre	551 102	711 578	880 082	991 672

Source: Données de la SENELEC

2.3.3 Eaux usées et Assainissement

Au Sénégal, le service de gestion des eaux usées est confié à l'Office National de l'Assainissement du Sénégal (ci-après dénommé « ONAS ») qui est un établissement public à caractère commercial et industriel. L'ONAS a été créé par la Loi No. 96-02 du 22 février 1996 et s'occupe de la collecte des eaux usées, de la gestion des stations de pompage et des usines de traitement des eaux usées pour le compte de la Direction de l'Assainissement sous la tutelle du Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement (ci-après dénommé « MHA »).

Dans la région de Dakar, quatre stations de traitements d'eaux usées (Cambérène, Niayes, SHS, Rufisque) d'une capacité totale de 23.526 m³/jour sont opérationnelles et un réseau d'égout de 1.030

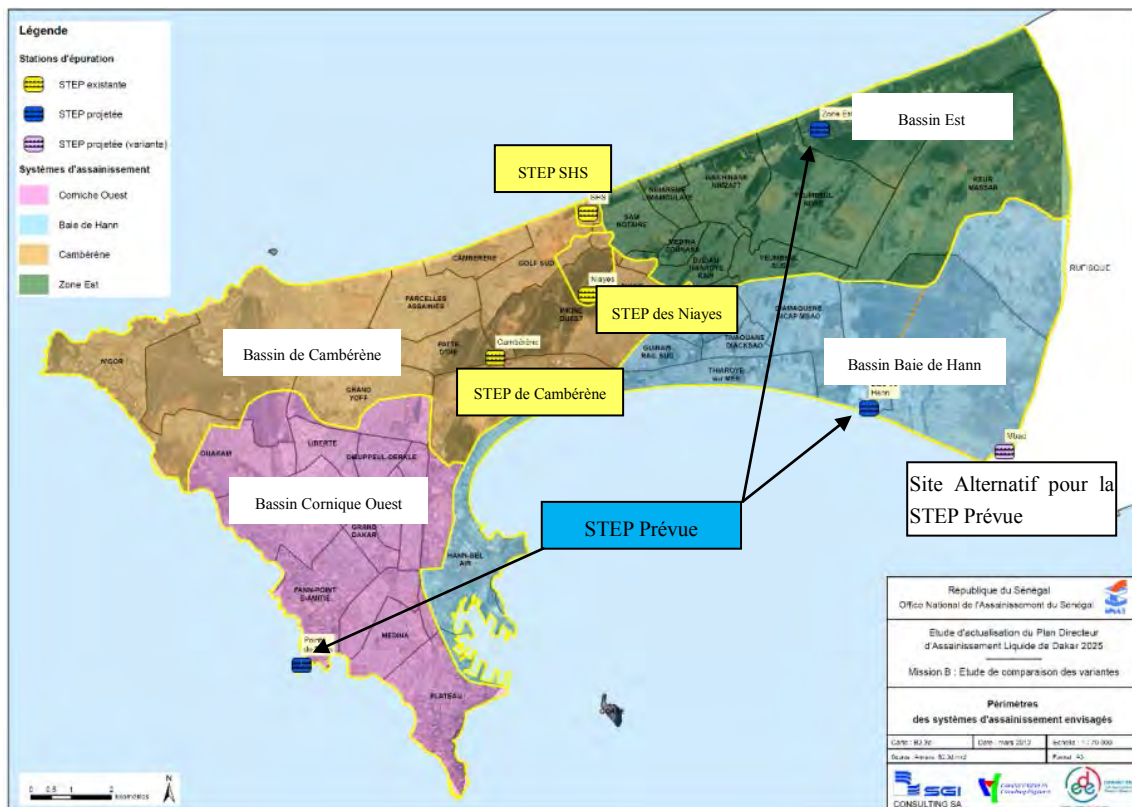
km et 53 stations de pompage sont installés comme indiqué dans le Tableau 2.3.2. Néanmoins, la zone de traitement des eaux usées est limitée au département de Dakar et la couverture reste toujours à 27,7%. De ce fait, les eaux usées produites dans la plupart des zones des régions sont évacuées vers les systèmes hydrographiques sans aucun traitement préalable.

Tableau 2.3.2 La Liste des Usines de Traitement des Eaux Usées dans la région de Dakar

Station de Traitement d'Eaux Usées	Population couverte (Equivalent Habitant)	Capacité de Traitement (m ³ /jour)	Autres Types de Collecte		Réseau semi-collectif		Nombre de Stations de Pompage (No.)
			Longueur (km)	Branchement	Longueur (km)	Branchement (Résidence)	
Cambérène	200 000	19 200	1 030	90 965	212	10 679	53
Niayes	12 500	875					
SHS	8 500	595					
Rufisque	45 403	2 856					

Source: ONAS

Selon le Plan Directeur d'Assainissement des Eaux Usées et Pluviales élaboré par l'ONAS, trois nouveaux systèmes de réseaux d'égouts (Baie de Hann, Corniche Ouest, Est) seront construits comme décrit sur la Figure 2.3.1. En outre, l'amélioration du réseau existant (celui de Cambérène) comprenant l'extension de la capacité de traitement et la réhabilitation du réseau des eaux usées seront réalisées. Ces travaux planifiés résulteront à hauteur de 90% le taux de branchement dans le département de Dakar et de 100 % dans celui de Dakar, Pikine et Guédiawaye à l'horizon 2025.



* STEP: Station d'Épuration des Eaux Usées

Source: ONAS

Figure 2.3.1 Plan du Développement du Système de Traitement des Eaux Usées dans le Pan Directeur de l'ONAS

2.3.4 Gestion des Déchets Solides

La gestion des déchets solides dans le territoire régional a été confié à deux organisations : l'Agence pour la Propreté du Sénégal (ci-après dénommée « APROSEN ») et les communes à travers la structure dénommée CADAQ-CAR (Communauté des Agglomérations de Dakar et Communauté des Agglomérations de Rufisque). Ces structures gouvernementales ont signé des contrats avec des opérateurs privés pour la collecte des déchets ménagers, notamment l'entreprise Véolia Propreté (depuis le 5 octobre 2005).

Pour l'élimination des déchets provenant de la région de Dakar, le Site d'Enfouissement de Mbeubeus ainsi que la station de triage et de transfert de Mbao sont en cours d'utilisation.

Le Site d'Enfouissement de Mbeubeus est situé dans la zone littorale de l'Atlantique à 15 km au nord-est du Centre-ville de Dakar. L'exploitation de l'enfouissement a démarré en 1968 et il a enregistré environ 1 800 à 2 100 tonnes de déchets par jour provenant de la région de Dakar. Néanmoins, en raison de préoccupations liées à la sécurité, il a été décidé d'arrêter l'utilisation de l'Enfouissement de Mbeubeus par le Projet réalisé par l'Agence de Développement Municipal (ci-après dénommée « ADM ») et la Banque Mondiale.

De ce fait, le Site d'Enfouissement de Sindia d'une superficie totale de 61 ha, situé à la lisière entre les communes de Sindia et de Ndiass dans le Département de Mbour à 50 km de la Ville de Dakar, a été exploité comme nouveau site. Néanmoins, son utilisation n'a pas débuté en raison de la forte opposition des résidents vivant à proximité des zones du site, et les déchets sont remis dans le Site d'Enfouissement de Mbeubeus.

2.4 Conditions Naturelles de l'Étude

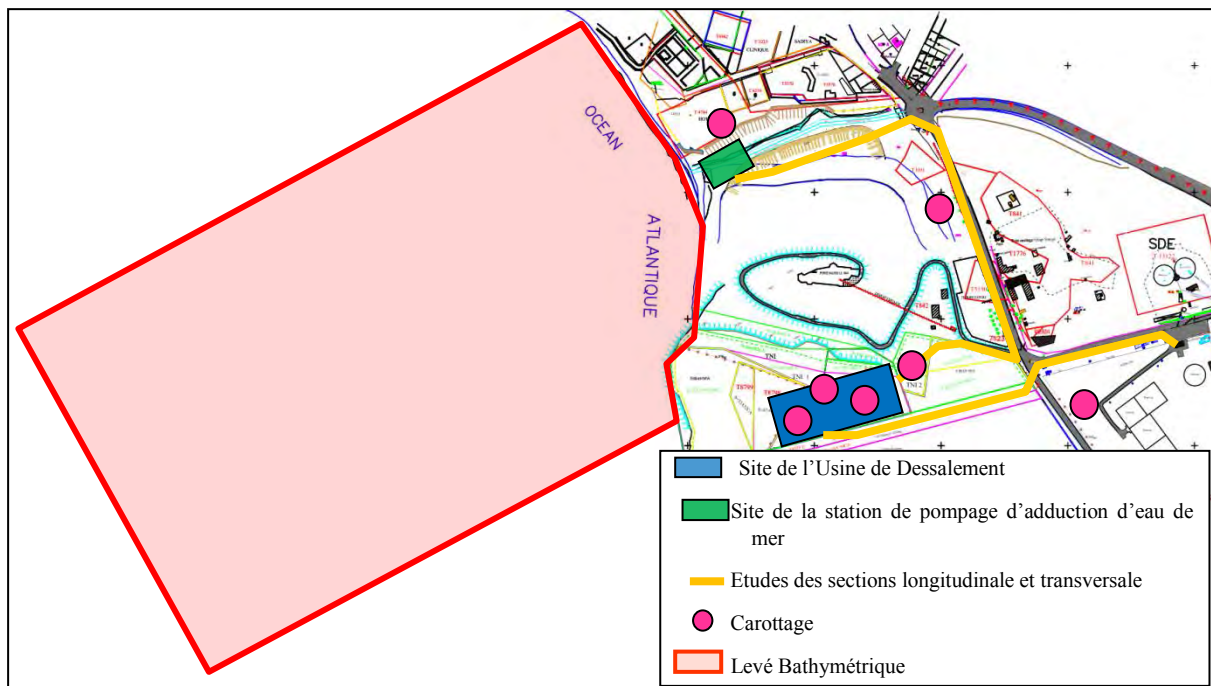
2.4.1 Activités de l'Étude et Localisations

Les conditions naturelles des études dans le cadre de l'Étude se composent de 1) L'Étude Topographique, 2) L'Étude Géotechnique et 3) L'Étude Océanographique. Les descriptions des Études et leurs zones respectives sont présentées dans le Tableau 2.4.1 et à la Figure 2.4.1.

Tableau 2.4.1 Descriptions des Etudes

Description de l'Étude	Activités	Zone d'Étude	Quantité
Étude Topographique	Étude des Sections Longitudinales et Transversales	Le long du tracé de la conduite	1,5 km
	Étude de Cartographie	Zone de l'usine de dessalement d'eau de mer 2. Zone de la station de pompage de transmission d'eau de mer	3,9 ha 1,0 ha
Étude Géotechnique	Carottage et tests de laboratoire	Zone de l'usine de dessalement d'eau de mer Zone de la station de pompage de transmission d'eau de mer 3. Le long du tracé de la conduite	7 forages
Étude Océanographique	Levé Bathymétrique	Zone environnante des ouvrages de prise d'eau de mer et émissaire de rejet de saumure et de la conduite de transmission d'eau de mer	0,5 km ² (1 km × 0,5 km)
	Étude de Séries de Plongée		1 km
	Carottage et Test de Laboratoire		4 points
Étude sur la Qualité de l'Eau de Mer	Analyse de la Qualité de l'Eau de Mer	Zone environnante des ouvrages de prise et de rejet d'eau de mer et la conduite de transmission d'eau de mer	4 points

Source: Équipe d'Étude de la JICA



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 2.4.1 Localisation des Études

2.4.2 Résultats des Etudes

Les résultats des études topographiques, géologiques, océanographiques et des tests de la qualité de l'eau de mer sont présentés dans l'Annexe 2.

CHAPITRE 3 SITUATION ACTUELLE DU SECTEUR DE L'EAU DANS LA ZONE CIBLE

3.1 Politiques Nationales et Systèmes Juridiques dans le Secteur Hydraulique

3.1.1 Politiques Nationales

Au Sénégal, le Gouvernement est représenté dans le secteur de l'eau par le MHA qui est l'autorité habilitée à fixer les politiques et approuver tous les plans et projets. Dans le secteur de l'hydraulique urbaine, les prises de décisions du MHA sont exécutées sur la base des politiques nationales suivantes:

- Assurer une gestion intégrée et efficace de tous les services d'eau afin de satisfaire toutes les demandes du secteur ;
- Assurer un accès universel à l'eau potable à travers le renforcement des installations existantes afin de garantir la continuité de l'approvisionnement en eau ;
- Assurer une bonne gestion de l'approvisionnement en eau.

L'objectif est de veiller à ce que toute la population ait accès à l'eau potable, sans égard à leur situation financière et sociale, et que toutes les activités des services d'approvisionnement en eau puissent être réalisées sans aucune discrimination de la part des sociétés, publiques ou privées.

3.1.2 Loi Fondamentale et Contrats dans le Secteur de l'Hydraulique

La loi fondamentale la plus important du secteur de l'eau au Sénégal est le Code l'eau. Cette loi a proclamé la réforme institutionnelle du secteur de l'hydraulique urbaine de Mars 1995 et a autorisé la création de la SONES. La loi a été suivie par la décision du Gouvernement d'introduire un Partenariat Public Privé (PPP) et, suite à une procédure d'appel d'offres, l'actuelle structure de mise en œuvre des services d'approvisionnement en eau en milieu urbain a finalement été établie à travers la signature de deux contrats qui sont le Contrat de Concession signé entre le MHA et la SONES et le Contrat d'Affermage signé entre le MHA, la SONES et un opérateur privé, en l'occurrence la Sénégalaise des Eaux (SDE).

Le Tableau 3.1.1 résume les principaux contenus du Code de l'Eau, du Contrat de Concession et du Contrat Affermage.

Tableau 3.1.1 Loi Fondamentale et Contrats liés au Secteur de l'Approvisionnement en Eau en Milieu Urbain

Loi / Contrat	Contenu	Observations
Code de l'Eau	En tant que structure d'exécution des services d'approvisionnement en eau à l'échelle nationale, la SONES a été créée et autorisée par l'Etat du Sénégal.	La Loi autorisant la création de la SONES a été élaborée en 1995.
Contrat de Concession	L'Etat du Sénégal est propriétaire de tous les actifs dans le secteur hydraulique et le gère à travers le MHA. SONES reçoit du MHA le droit exclusif de construire, d'acquérir et de gérer tous les actifs du secteur de l'hydraulique en milieu urbain et périurbain.	Le Contrat de Concession a été signé en 1996 entre le MHA, la SONES.
Contrat d'Affermage	En tant qu'opérateur, la SDE est en charge de l'Exploitation et de la Maintenance de tous les actifs mis à sa charge par le MHA et la SONES	Le Contrat d'Affermage a été signé en 1996 entre le MHA, la SONES et la SDE

Source: Contrat de Concession et Contrat d'Affermage, données compilées par l'Equipe d'Etude de la JICA

3.2 Schéma Actuel du PPP dans le Secteur de l'Approvisionnement en Eau en Milieu Urbain

3.2.1 Contexte de l'Introduction du Schéma Partenariat Public-Privé dans le Secteur de l'Approvisionnement en Eau en Milieu Urbain

Pendant les années 1980 et 1990, les secteurs de l'eau dans les pays de l'Afrique de l'Ouest ont renoué avec le secteur privé, de sorte que le PPP puisse permettre de surmonter 1) La pauvre performance opérationnelle conduisant à un mauvais service et 2) Le manque de viabilité financière.

Au Sénégal, y compris la région de Dakar, les services d'approvisionnement en eau étaient sous la responsabilité de la Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (ci-après dénommée « SONEES ») avant 1996. Comme pour le cas dans les autres pays d'Afrique de l'Ouest, les services d'approvisionnement en eau n'avaient pas atteint le niveau de satisfaction prévu en raison d'une gestion inefficace et du manque d'investissement. Dans de telles circonstances, l'introduction du PPP a été discutée au sein de l'Etat avec l'appui de la Banque Mondiale (ci-après désignée « BM ») et d'autres Bailleurs de Fonds. Étant donné que le Gouvernement devrait détenir des actifs pour les services d'approvisionnement en eau dans le secteur public, un schéma d'Affermage a été adopté à la place de la pleine cession ou de la concession. Le schéma d'Affermage est l'un des types PPP, résumés dans le Tableau 3.2.1.

Tableau 3.2.1 Schéma PPP adopté dans les Services d'Approvisionnement en Eau

Schéma PPP	Détenteur d'Actifs	Investissement sur les Installations pendant la phase de l'E&M	Financement	E&M	Revenu du Secteur Privé	Durée du Type de Contrat
(1) Cession	Privé	Privé	Privé	Privé	Le secteur privé recouvre les tarifs chez les usagers.	Pas de limite
(2) Concession	Public*	Privé	Privé	Privé	Le secteur privé recouvre les tarifs chez les usagers et verse de frais de concession au Public.	Autour de 25 - 30 ans
(3) Affermage (Bail)	Public*	Privé	Privé	Privé	Le secteur privé collecte les tarifs chez les usagers et verse des frais d'Affermage au Public.	Autour de 10 - 15 ans
(4) Contrat de Gestion	Public	Privé	Privé	Privé	La rémunération est versée à titre de frais de service par le Public.	Autour de 3 - 5 ans

* Dans les schémas de concession et d'affermage, le patrimoine est essentiellement géré par le secteur public cependant les actifs construits par le secteur privé appartiennent généralement à ce dernier jusqu'à l'expiration du contrat.

Note: Les termes et conditions ci-dessus ne correspondent pas toujours aux cas pratiqués dans le passé.

Source : Équipe d'Étude de la JICA

En vertu du schéma d'affermage, le secteur privé est en charge de l'E&M des installations généralement pour une période allant de 10 à 15 ans. L'opérateur recueille les tarifs payés par les usagers et conserve le montant de leur propre rémunération et le reste des recettes est reversé à l'organisme de réglementation publique comme frais d'Affermage. Le montant de la rémunération pour les travaux de l'E & M est calculé selon la formule stipulée dans le contrat. Le secteur public gère principalement les investissements sur les nouvelles installations et celles déjà existantes et est en charge de la recherche des prêts conventionnels auprès de bailleurs de fonds internationaux et des

institutions financières locales. En comparaison avec les schémas de cession et de concession, le cadre réglementaire strict n'est pas nécessaire dans un régime d'Affermage étant donné que l'investissement sur les installations effectué par l'opérateur privé est limité, et la période du contrat relativement courte.

3.2.2 Structure de Mise en Œuvre dans le Cadre du Schéma d'Affermage au Sénégal

Concernant le schéma PPP au Sénégal, la structure unique de PPP a été mise en place en 1996 selon les procédures suivantes :

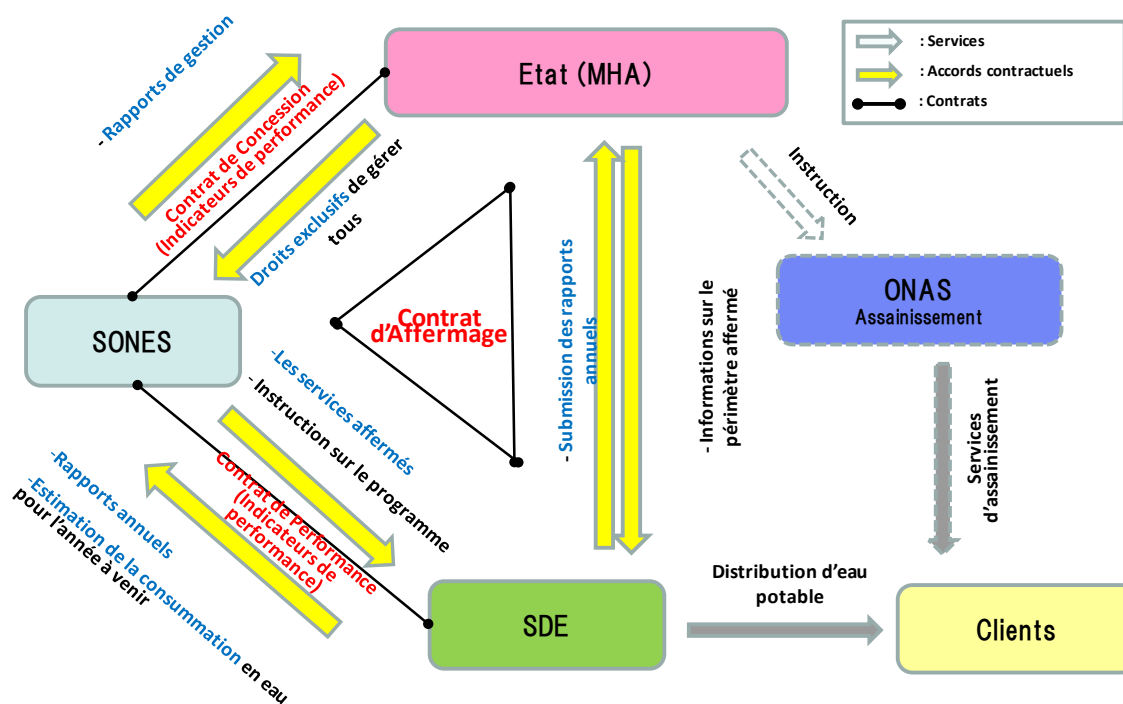
- Premièrement, le Code de l'Eau a été élaboré en Mars 1995, pour scinder la précédente structure SONEES en trois parties 1) société de patrimoine « SONES », 2) l'opérateur (à prioriser par la suite), et 3) Le prestataire du service de l'assainissement « l'Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) ;
- Deuxièmement, la structure réglementaire globale et les objectifs futurs ont été fixés dans ledit « Contrat de Concession » qui a été signé entre le MHA et la SONES accompagnée du contrat Plan. Les périodes du contrat de concession et du contrat de performance ont été fixées respectivement à 30 et 10 ans ;
- Troisièmement, le Contrat d'Affermage a été signé entre les trois entités; la SONES, le MHA et la SDE (Opérateur Privé). La période contractuelle du Contrat d'Affermage a été fixée à dix (10) ans à partir de 1996.

Les Principaux rôles des structures concernées par le Contrat de Concession et Contrat d'Affermage sont résumés à la Figure 3.2.1 et au Tableau 3.2.2. Comme le montre la Figure 3.2.1, le tarif de l'eau et de l'assainissement sont collectées auprès des usagers par la SDE pour le compte de la SONES, et les frais d'Affermage et d'assainissement sont reversés à la SONES et à l'ONAS selon la formule fixée dans le contrat, après que la SDE ait récupéré sa rémunération.

A partir de la comparaison du Tableau 3.2.1 et de la Figure 3.2.1, il apparaît que le schéma de Concession au Sénégal est différent du schéma général de Concession. Dans le schéma général de Concession, le concessionnaire est une société privée, qui mettra en œuvre toutes les activités y compris l'investissement, le financement ainsi que l'E&M. En outre, le concessionnaire se chargera de préparer un programme de charges d'investissement de capital (en anglais CAPEX: charges d'investissement de capital) et de charges d'exploitations à long terme (en anglais OPEX) pour la période de Concession entière, au cours de laquelle le concessionnaire gagne un retour sur investissement.

D'autre part, la SONES est une Société Étatique sous la tutelle du MHA. Elle n'effectue pas les travaux d'E&M, mais les sous-traite à un opérateur privé. Grâce à son statut de société Étatique, la SONES est en réalité exemptée de résiliation ou d'expiration de contrat. En outre, le statut de la SONES lui permet de bénéficier de subventions du Gouvernement ou d'aides financières de divers bailleurs de fonds, à la différence du concessionnaire général privé à qui il est exigé un retour sur investissement avec une totale autonomie financière dans une période de contrat à durée limitée.

Par conséquent, il convient de noter que le Contrat de Concession dans le secteur de l'approvisionnement en eau au Sénégal n'est pas identique au schéma de concession commun afin d'éviter tout équivoque concernant le PPP Sénégalais. Le Contrat de Concession doit être interprété comme une directive ou une exigence du MHA à la SONES et permettant de définir la juridiction et la cible opérationnelle.



Source: Mission de Collecte d'Informations pour l'Approvisionnement en Eau de la Région de Dakar (2014, JICA)

Figure 3.2.1 Schéma de PPP Sénégalais dans le Secteur de l'Eau

Tableau 3.2.2 Responsabilité Fondamentale des Structures d'Approvisionnement en Eau dans le Schéma PPP Sénégalais

Entité	Responsabilité fondamentale
Le Gouvernement (MHA)	Responsable de l'élaboration des politiques et de l'approbation du projet en tant qu'administrateur dans le secteur de l'hydraulique et de la supervision de la société de patrimoine, la SONES
SONES	Responsable de la planification et de l'investissement en tant qu'autorité de gestion du secteur, et est également chargé de superviser les activités de la société d'exploitation (SDE)
SDE	Responsable de la mise en œuvre des travaux d'E&M des installations, en tant que fournisseur de services d'eau. LA SDE doit jouir d'une pleine autonomie et d'une rémunération adéquate, et est indépendante de tout débat politique se déroulant sur la question du tarif.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

3.2.3 Répartition des Travaux d'Investissement entre la SONES et la SDE

La répartition des travaux d'investissement dans le cadre du Contrat d'Affermage au Sénégal est spécifique, comparée à celle du schéma commun d'Affermage. Les détails de la répartition des travaux d'investissement entre la SONES et la SDE sont résumés dans le Tableau 3.2.3. Comme

l'indique le schéma d'Affermage, la SONES détient une part plus élevée des travaux de construction par rapport à la SDE, mais la SDE est tout de même responsable des investissements pour les travaux de renouvellement en plus des travaux de réhabilitation.

La répartition des travaux de renouvellement de chaque élément entre la SONES et la SDE est déterminée dans le contrat d'Affermage.

Tableau 3.2.3 Répartition des Travaux d'Investissement entre la SONES et la SDE

Travaux	Ouvrages	SONES	SDE	Observations
1) Extension	UTE, réseau, branchement, compteur	X	Pas de travaux	La SONES est en charge des travaux d'extension, la SDE fait des suggestions à la SONES.
2)Renou- vellement	UTE	X (Majeur)	X (Mineur)	La responsabilité de la SDE consiste au renouvellement des équipements mécaniques et électriques compris dans le budger annuel de 300 Millions de F CFA.
	Réseau (Diamètre < 300 mm)	X (Mineur)	X (Majeur)	La SDE est en charge du renouvellement de 60 km de conduites. (Diamètre < 300 mm/an en 2015)
	Réseau (Diamètre > 300 mm)	X	Pas de travaux	
	Branchement	X (Majeur)	X (Mineur)	La SDE est en charge du renouvellement de 6 000 branchements par an en 2015.
	Compteurs	X (Mineur Majeur)	X (Majeur)	La SDE est en charge du renouvellement de 20 000 compteurs par an en 2015
3) Réhabilitation	UTE, réseau, branchement, compteur	Pas de travaux	X	La SDE est en charge de la maintenance et des travaux de réhabilitations des infrastructures et matériaux pour l'exploitation, y compris les compteurs d'eau.

Source: SONES

Le bilan antérieur réel des travaux de renouvellement des branchements et du réseau des conduites effectués par la SONES et la SDE est résumé dans les Tableaux 3.2.4 et 3.2.5. Le taux de réalisation de la partie allouée à la SONES varie chaque année étant donné que le capital d'investissement de la mise en œuvre repose sur des projets le plus souvent financés par des bailleurs de fonds internationaux. D'autre part, les travaux de renouvellement effectués par la SDE demeurent plutôt stables vu que les activités de l'opérateur sont contrôlées sur la base de la description du Contrat d'Affermage.

En 2012, la SONES a atteint un taux de satisfaction de 216% de la longueur cible du renouvellement des conduites. Cependant, concernant les autres années, depuis 2009, les objectifs n'ont pas été atteints. La raison de la haute performance de la SONES en 2012 est du fait du renouvellement intensif de conduites au niveau de la Zone de Dakar 2, où les conduites ont été sérieusement endommagées par les inondations. L'Avenant N°. 7 du Contrat d'Affermage stipule que toutes les obligations de la SONES relatives aux travaux de renouvellement ont été transférés à la SDE compte tenu des fréquents retards dans la réalisation de la SONES dans le passé.

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

Tableau 3.2.4 Objectif et Réalisation des Travaux de Renouvellement effectués par la SONES

Ouvrages		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Branchements (Unité)	Objectif ciblé	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	0
	Réalisation	1 851	53	1 316	18 725	0	0
	Taux de Réalisation	31%	1%	22%	312%	0	0%
Réseau de Conduites (km)	Objectif ciblé	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	0,00
	Réalisation	11,44	0,22	17,90	92,75	32,27	0,00
	Taux de Réalisation	27%	1%	42%	216%	75%	0%

Source: SONES

Tableau 3.2.5 Objectif et Réalisation des Travaux de Renouvellement effectués par la SDE

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

3.2.4 Détails des Documents Contractuels

La structure générale du secteur de l'hydraulique urbaine est décrite dans les sous-sections précédentes. Dans cette sous-section, de plus amples détails sont fournis pour une meilleure compréhension du contenu du document contractuel entre le MHA, la SONES et la SDE.

(1) Contrat de Concession

1) Généralités

Le Contrat de Concession (Contrat de Concession de Travaux Publics et de Gestion du Patrimoine de l'Hydraulique Urbaine) a été signé le 26 Avril 1996 entre le ministère de tutelle (MHA) et l'agence en

charge de l'exploitation des services d'approvisionnement en eau (SONES), afin de superviser le service, en créant une nouvelle structure institutionnelle. Le droit de gérer les services d'approvisionnement en eau a été accordé à la SONES pour une durée de 30 ans. En plus, le Contrat Plan a été signé par les deux parties, et a souligné la plupart des obligations de la SONES concernant l'approvisionnement en eau, et les investissements nécessaires. Depuis la signature du Contrat de Concession, deux différents avenants ont apporté quelques modifications au contrat initial.

2) Accord sur les indices de performance entre le MHA et la SONES

Considérant la situation actuelle dans les services d'approvisionnement en eau, le MHA et la SONES se sont accordés sur les indicateurs de performance actualisés (Voir Table 3.2.6) définie dans l'avenant de No.2 du Contrat de Concession (2014 à 2018).

Tableau 3.2.6 Indicateurs de Performance entre le MHA & la SONES

Indicateurs	2014	2015	2016	2017	2018
Production d'eau (cent m ³ /an)	164 037	169 695	174 223	178 366	182 687
Volume facturé (cent m ³ /an)	131 722	137 062	141 469	145 368	148 890
Volume d'eau traitée ne répondant pas aux norms de l'OMS en matière de caractéristiques physico-chimiques (cent m ³ /an)	32	32	32	18	18
Nombre d'UTE fonctionnels et entretenus	76	76	76	76	76
Nombre de raccordements au service	552 359	574 029	595 699	617 369	639 039
Population desservie (No. de personnes)	5 491 592	5 621 529	5 754 552	5 890 736	6 030 155
Accès à l'eau (%)	94,2	99,4	99,4	99,4	99,6
Montant financier de la dette (Million F FCA)	83 614	84 913	97 795	108 439	102 039
Païement de l'intérêt (Million CFCA)	3 332	3 071	3 415	3 130	2 705
Remboursement (Million CFCA)	5 393	7 741	8 079	8 090	8 400
Investissement placé (Million CFCA)	17 627	9 434	27 156	19 968	2 400
Eau consommée par l'administration et les universités (m ³ /an)	11,17	11,39	11,55	11,69	11,79
Eau consommée par les activités agricoles (m ³ /jour)	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000
Moyenne du taux de l'eau incluant l'assainissement et les taxes par mètre cube (F FCA)	613,98	617,67	621,53	621,65	621,21

Source: Avenant No.2 du Contrat de Concession

3) Plan Directeur de l'hydraulique Urbaine et mise en œuvre d'un Programme Quinquennal d'Investissement.

Outre le fait que les programmes tels que « le Projet Eau à Long Terme ou le Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire (ci-après désigné « PEPAM ») » ont fait du Sénégal un des pays d'Afrique de l'Ouest figurant parmi ceux ayant les taux d'accès à l'eau potable les plus élevés, le pays reste toujours confronté à des défis dans les zones urbaines. Le Gouvernement sénégalais a mis en place un plan, appelé Plan Directeur d'Hydraulique Urbaine, dont l'objectif est d'améliorer le secteur de l'approvisionnement en eau dans les zones urbaines pour éradiquer les déficits d'approvisionnement en eau dans ces mêmes zones. Le MHA et la SONES ont mis en œuvre le programme quinquennal d'investissement (2013-2018), qui consiste en une répartition de

l'investissement de tous les projets faisant partie du Plan Directeur d'Hydraulique Urbaine, pendant cinq années, à travers l'utilisation des prêts, des subventions et de leurs fonds propres.

4) Fourniture en eau à des fins agricoles et développement des ressources en eau

L'approvisionnement en eau à des fins agricoles et la sécurisation des ressources en eau sont à la charge de la SONES. Concernant la fourniture d'eau à des fins agricoles, les accords suivants sont décrits dans le Contrat de Concession:

- La consommation agricole sera limitée à 12 000 m³ / jour, après les apports supplémentaires des souterraines de Thiaroye et des eaux recyclées provenant de la de la station de traitement des eaux usées de Cambérène ;
- Des solutions alternatives telles que l'utilisation des eaux usées traitées et souterraines pour l'irrigation sont envisagées, afin de diminuer le volume alloué aux maraichers et provenant du système urbain d'approvisionnement en eau.

(2) Contrat d'Affermage

1) Généralités

Au Sénégal, le Contrat d'Affermage (Contrat d'Affermage du Service Public de la Production et de la Distribution d'eau Potable, ficelé le 9 Janvier 1996 et publié le 23 Avril 1996) a été signé par entre les trois parties à savoir le MHA, la SONES et la SDE et pour une durée de 10 (dix) années d'Exploitation et de Maintenance des installations du système d'approvisionnement en eau. Ce Contrat d'Affermage a été prolongé jusqu'en Décembre 2018 par l'Avenant n°7 qui y a apporté des modifications en Novembre 2013. Le contrat était destiné à motiver l'opérateur privé afin d'améliorer l'efficacité du service en intégrant une compensation et un mécanisme de sanction dans la formule de rémunération.

2) Accord sur les indices de performance entre la SONES et la SDE

La SONES et la SDE se sont accordés sur les indicateurs de performance dans les services d'approvisionnement en eau. Afin de réaliser ces indicateurs de performance, les deux parties ont signé le Contrat de Performance le même jour. Ce Contrat est joint en annexe au Contrat d'Affermage. Pour assurer une bonne gestion du service urbain d'approvisionnement en eau; toutes les parties concernées ont procédé à la signature du Contrat de Performance. Le Contrat fut signé dans les mêmes conditions que le Contrat d'Affermage et suit les mêmes termes prolongés conformément à l'avenant dudit Contrat.

3) Analyse de la qualité de l'eau

En principe, la SDE est en charge d'assurer la qualité de l'eau pour répondre aux normes de l'OMS. En cas de contamination accidentelle, la SDE doit, après concertation avec la SONES, prendre toutes les mesures nécessaires afin de protéger la santé des populations desservies.

4) Détermination du processus de renouvellement des conduites et zones sujettes à des

réparations sous la responsabilité de la SDE

La SONES et la SDE se sont accordées sur les paramètres concernant le renouvellement et la réhabilitation qui incombent à la SDE comme décrit dans le Tableau 3.2.7. Si le nombre réel est en deçà de l'objectif fixé, à la fin de l'année, les km restants à renouveler sont reportés à l'année suivante.

Tableau 3.2.7 Liste des Rôles de la SONES et de la SDE (Détermination des Travaux de Renouvellement et de Réhabilitation)

No	Contenus des Travaux	SONES	SDE
1)	Détermination de 20 000 mètres d'installation aux services d'approvisionnement en eau pour chaque année		x
2)	Installation de système de renouvellement de conduite « inférieur à 60 km de conduites » (D < 300 mm)		x
3)	Détermination de 12 000 branchements aux services d'approvisionnement en eau sur une base annuelle, incluant les branchements aux conduites renouvelées		x
4)	Renouvellement et réhabilitation des travaux mécaniques et électriques compris dans un budget de 30 Millions de FCFA par an sur une durée de 10 ans		x
5)	Autres travaux de renouvellement et de réhabilitation ayant dépassé les conditions mentionnées ci-dessus dans les points 1), 2), 3) et 4)	x	

Source: Équipe d'Étude de la JICA

- 5) Missions assignées à la SDE dans le cadre du Programme d'Urgence de Développement des Forages 2015

En Novembre 2014, la SONES et la SDE ont signé l'avenant n°8 du contrat d'Affermage. L'avenant a attribué à la SDE la construction de nouveaux forages en vertu d'un programme d'urgence pour satisfaire les besoins immédiats en eau dans la région de Dakar. Quatorze (21) puits seront construits dans le cadre de ce programme d'urgence en 2015 avec une capacité totale de 60 720 m³ / jour. Ce nouvel accord élargit le rôle de la SDE dans le domaine de l'investissement

3.2.5 Principaux Résultats Obtenus par le Schéma PPP

L'introduction du schéma PPP ci-dessus décrit les réalisations importantes apportées qui sont résumées ci-après :

- Augmentation significative du volume et des branchements d'eau : Depuis l'introduction des PPP en 1996, la quantité totale de volume d'eau produite et de branchement dans le pays a augmenté de manière constante passant de 67% à 163% de 1996 à 2014. La couverture des services en eau a été améliorée, passant de 70,3% à 98,7% en 2013. (Se référer à la Section 3.3 pour les détails des performances des services d'approvisionnement en eau) ;
- Amélioration de la situation financière : Le service d'approvisionnement en eau est géré dans une totale autonomie financière basée sur la collecte des recettes de la tarification de l'eau et partiellement des subventions allouées. Le bénéfice net de la SONES et la SDE devenu positif pendant les dix dernières années indique une stabilité de la situation financière. Également, la majorité des usagers est satisfaite par le présent tarif de l'eau et de l'assainissement. (Se référer à la Section 3.5 concernant les détails des performances de services

d'approvisionnement en eau).

Cette nette amélioration des indices techniques ainsi que des conditions financières justifie le succès de l'introduction du PPP au Sénégal.

3.2.6 Perspectives de Restructurations du Régime PPP après l'Expiration du Contrat Actuel (2018)

La durée du Contrat d'Affermage en 1996 était de dix ans, mais, depuis lors, elle a été prolongée par des avenants. La durée du contrat actuel a été prolongée jusqu'en fin 2018, comme convenu dans l'avenant n ° 7 signé en 2013. Dans le cadre de la prolongation du contrat et des diverses circonstances dans le service d'approvisionnement en eau, les rôles de la SONES et de la SDE ont été progressivement changé. Par exemple, dans l'avenant No.8 signé en Septembre 2014, il a été confié à la SDE la construction de nouveaux puits afin de satisfaire les besoins immédiats en eau. Cependant, ce nouvel accord a élargi le rôle de la SDE dans le domaine de l'investissement, qui s'étendra au-delà de la portée du schéma d'Affermage habituel. En effet, une partie des travaux de renouvellement de la SONES consistant à renouveler 60 km de conduites (Diamètre < 300 mm) par an, a été confiée à la SDE dans le cadre du nouveau Contrat d'Affermage en raison du fréquent retard dans les travaux, de la capacité insuffisante de la SONES à mettre en œuvre les travaux et particulièrement dans son mécanisme budgétaire.

Dans le cadre de la prolongation du contrat et l'élargissement des tâches de la SDE ci-dessus, les points suivants sont mis en évidence par les bailleurs de fonds pour une exploitation plus rationnelle et équitable des services d'approvisionnement en eau après l'expiration du contrat d'Affermage en 2018:

- De nouveaux appels d'offres seront lancés afin de sélectionner un nouvel opérateur (la SDE est libre de postuler à l'offre) ;
- Le contenu du schéma d'Affermage sera modifié afin de préciser les droits et responsabilités de la SONES et de l'opérateur privé.

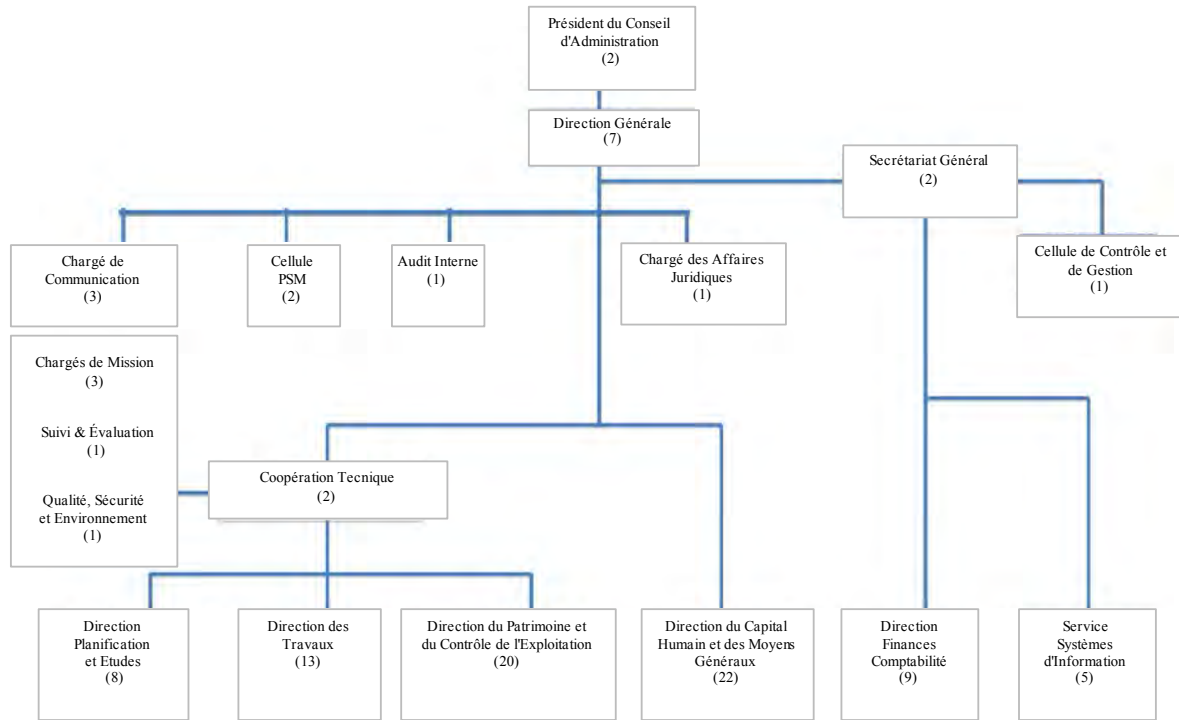
Selon la SONES, le processus de détermination de la structure de mise en œuvre après 2018 est en cours d'étude, et le verdict final émanera d'une décision politique avant l'expiration du contrat.

3.2.7 Organigrammes des Structures Concernées

(1) Organigramme de la SONES

La Figure 3.2.2 illustre la structure organisationnelle de la SONES. Le nombre du personnel de la SONES était de 103 en Février 2015 ce qui est supérieur de 1 personne en 2014. La Direction des Études et de la Planification est en charge des études et de la planification des nouveaux projets, y compris celui du projet de Dessalement. La Direction des Travaux est en charge de la gestion des projets, y compris la supervision de la construction. La Direction du Contrôle et de l'Exploitation est en charge de donner des directives à la SDE concernant les travaux d'Exploitation et de Maintenance (E&M) des usines de traitement des eaux, des conduites de transmission ainsi que d'autres installations d'approvisionnement en eau.

La SONES, qui est une société d'État, est tenue de soumettre chaque année un rapport financier et tous les 3 mois un rapport technique au MHA, qui est l'autorité de tutelle de la SONES. Après revue des rapports, le MHA fournit des instructions ou conseils à la SONES, lorsque cela s'avère nécessaire. Néanmoins, la SONES est habilitée à prendre des décisions de façon indépendante sur des questions internes administratives, y compris celles ayant trait au budget et au personnel.



Source: SONES

Figure 3.2.2 Organigramme de la SONES (en Février 2015)

(2) Organigramme de la SDE

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

Tableau 3.2.8 Composition des Actionnaires de la SDE

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

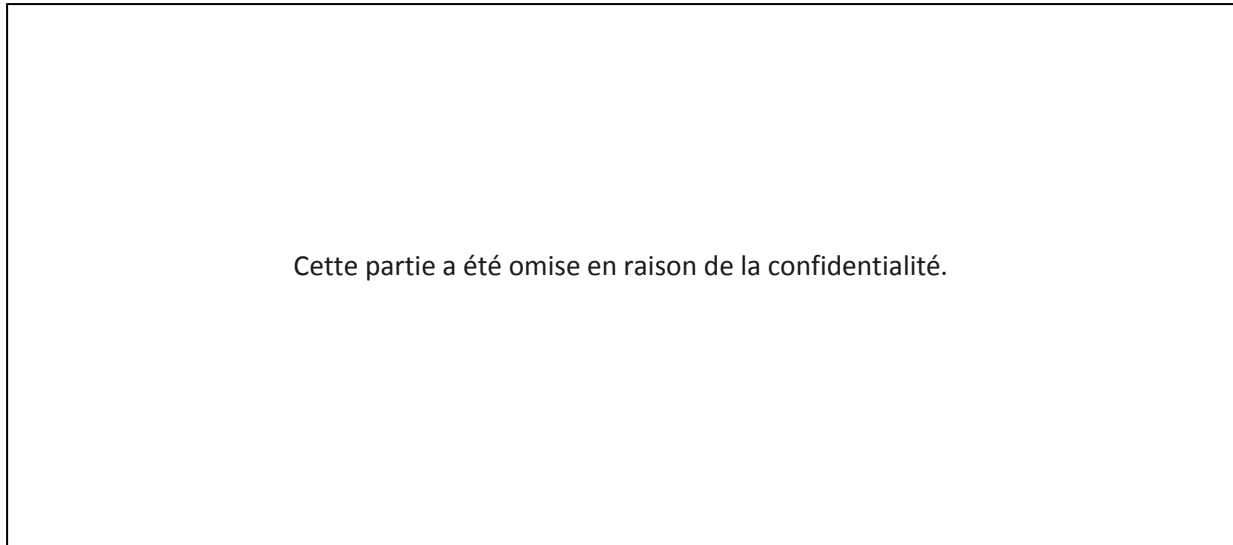


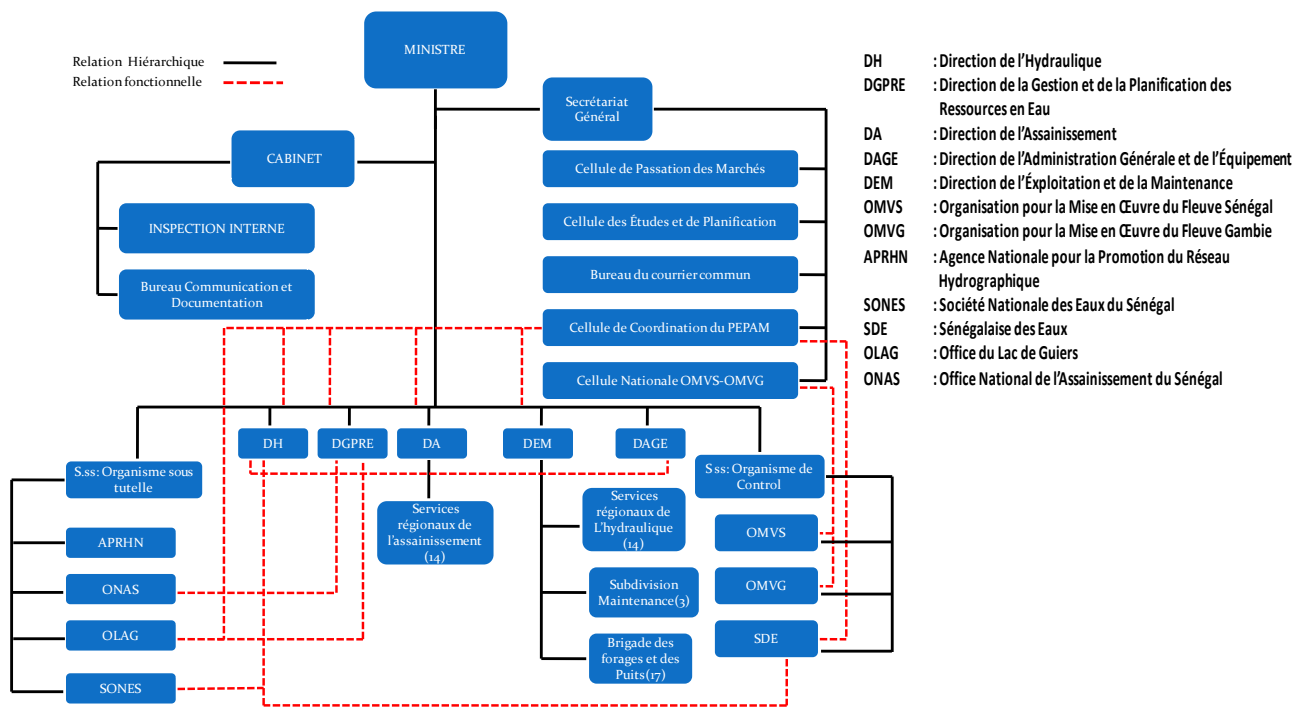
Figure 3.2.3 Organigramme de la SDE (en Février 2015)

(3) Autorités et structures concernées par le secteur de l'eau

Au moment de la réforme institutionnelle en 1995, le gouvernement s'est engagé à garantir un emploi au personnel de la SONEES, c'est dans ce cadre que la SONEES a été scindée en trois nouvelles entités avec un nombre de personnel affecté dans chaque entité, 1) SONES 50 employés, 2) SDE 1 394 employés, et 3) l'ONAS 96. La Figure 3.2.4 présente l'organigramme du MHA.

La gestion des ressources en eau, y compris les usines de traitement de l'eau de KMS et Ngnith, est prise en charge par la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (ci après « DGPRES »), sous la tutelle du MHA.

La SONES exerce un contrôle sur les volumes d'eau utilisés dans les activités agricoles, lesquelles sont sous la supervision du Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural (ci après « MAER »).



Source: MHA

Figure 3.2.4 Organigramme du MHA (Mars 2015)

3.3 Situation Actuelle des Services d'Approvisionnement en Eau

3.3.1 Performances Ultérieures des Services

(1) Réalisations

Les performances ultérieures des services d'approvisionnement en eau au Sénégal sont résumées dans les Tableaux 3.3.1 et 3.3.2. Le Tableau 3.3.1 présente les aspects généraux des services d'approvisionnement en eau au Sénégal et à Dakar, tandis que les tableaux 3.3.2 montrent les résultats des performances sur la base des indicateurs de performance convenus entre la SONES et la SDE dans le Contrat d'Affermage. Les évaluations des résultats sont mentionnées dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 3.3.1 Paramètres Généraux des Services d'Approvisionnement en Eau au Sénégal et à Dakar

Désignation	Unité	Sénégal			Dakar		
		1996	2013	2014	1996	2013	2014
Taux d'accès global au service	%	70,3	98,7	-	-	100	-
Accès à l'eau par branchement privé	%	48,4	88,5	-	-	96	-
Accès à l'eau par borne fontaine	%	21,9	10,2	-	-	4	-
Production	million m ³ /an	98,5	154,8	164,9	75,1	98,6	104,6
Volume facturé	million m ³ /an	69,2	123,9	131,6	-	78,1	82,5
Eau Non-Facturée (ENF)	%	29,2	20,0	20,2	-	20,8	21,1
Conformité de la qualité de l'eau avec les exigences biologiques	%	92	99,1	98,5	-	99,3	98,8
Ratio de recouvrement du tarif	%	91	98,0	-	-	-	-
Nombre de branchements	Nos	204 111	513 357	537 392	-	255 779*	-
Nombre de personnels par 1 000 raccordements	Peronnes/1 000 branchements	6,7	2,1	2,1			

*: Nombre en 2013 inclut 1 284 bornes fontaines

-: Aucune donnée ou données pas encore publiées

Source: SONES, compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

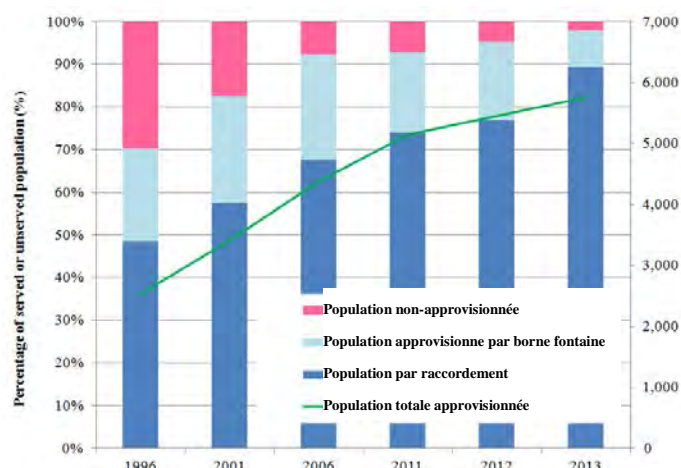
Tableau 3.3.2 Résultats de Performance de la SDE Basés sur les Indicateurs de Performance

N°	Désignation	Unité	Senegal			
			Critère	2012	Critère	2013
A	Aspects techniques					
A.1	Rendement station de traitement : VS/VA	%	95	96,4	95	97,1
A.2	Rendement de réseau (Rendement Facturation)	%	85	80,1	85	80,0
A.3	Indice de pertes linéaires sur réseau	m ³ /km/j	14,3	9,4	14,3	9,3
A.4	Nombre de fuites sur réseau	n/an	4 040	7 160	4 040	7,313
A.5	Nombre de fuites sur branchements	n/an	29 620	29 480	29 620	27,977
	Total nombre de fuites	n/an	33 660	36,640	33 660	35,290
A.6	Nombres de fuites / an pour 100 branchements	n/an	11,88	5,6	11,88	5,1
B	Qualité de l'eau					
B.1	Qualité bactériologique : échantillons conformes	%	96	99,3	96	99,10
B.2	Nombre d'échantillons contrôlés	n/an	8 010	8 899	8 010	8 616
B.3	Qualité physico-chimique : échantillons conformes	%	95	99,98	95	99,60
B.4	Nombre d'échantillons contrôlés	n/an	2 316	2 405	2 316	2 515
C	Qualité du service					
C.1	Réparation des fuites dans les délais	%	100	91,0	100	92
C.2	Remise en service < 08- 12 ou 24 heures (% sur le nombre total)	%	100	93,7	100	94,8
C.3	Factures consommées non estimées	%	98	98,7	98	98,8
C.4	Réactions plaintes < 24 heures	%	100	94,0	100	95,0
D	Renouvellement réseau					
D.1	Km équivalent fte 100 mm diamètre de distribution	m	283 373	280 640	300,373	282,684
D.2	Nombre de branchements	n	100 125	98 393	106,125	102,193
D.3	Nombre de compteurs	n	247 625	242 950	263,625	260,691
E	Aspects financiers					
E.1	Transfert redevance SONES mensuelle	%	100	75,0	100	88,9
	Recouvrement des factures clientèle privée	%	97	98,4	97	98,0
E.2	Recouvrement des factures (Toute clientèle confondue)	%	97	98,5	97	98,0

Source: SONES, compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

1) Paramètres Généraux (voir Tableau 3.3.1)

Depuis l'introduction du schéma PPP (Partenariat Public-Privé) en 1996, comme indiqué dans le Tableau 3.3.1, les services d'eau au Sénégal ainsi que ceux de Dakar ont été améliorés de manière significative, incluant surtout l'accès remarquable aux services d'approvisionnement en eau. En 1996 au Sénégal, 88,5% des personnes n'avaient pas accès aux services, mais en 2013, le pourcentage de la population non desservie a été réduit jusqu'à 1,3%.



Element	Unité	1996	2001	2006	2011	2012	2013
Population par raccordement	1000	1746	2.376	3.207	4.114	4398	5.2
Ratio	%	48,4%	57,6%	67,6%	74,0%	76,9%	89,4
Population approvisionnée par borne fontaine	personne	790	1.031	1.177	1.04	1.052	5
Ratio	%	21,9%	25,0%	24,8%	18,7%	18,4%	8,6
Population totale approvisionnée	personne	2.536	3.407	4.384	5.153	5.45	5,7
Ratio	%	70,3%	82,6%	92,4%	92,7%	95,3%	98,0
Population non-approvisionnée	personne	1072	718	361	406	269	1
Ratio	%	29,7%	17,4%	7,6%	7,3%	4,7	2,0

Source: SONES, compilées par l'Equipe d'Etude de la JICA

Figure 3.3.1 Accès à l'Eau et nombre de raccordements au Sénégal depuis 1996

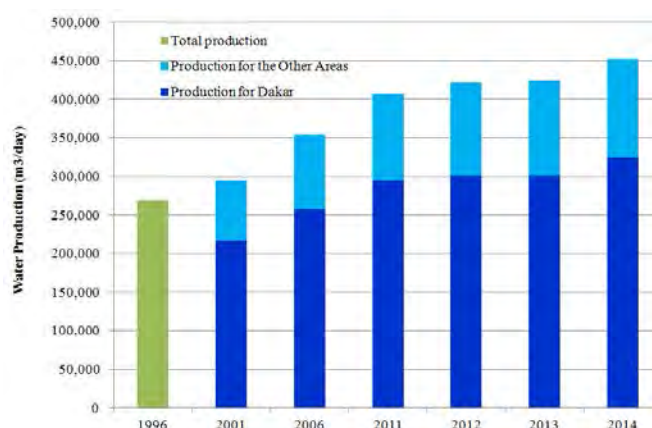
En plus, l'accès à l'eau par le service de raccordement individuel n'était que de 48,4% en 1996, mais, comme présenté dans la Figure 3.3.1, depuis 2013 dans le pays, 88,5% des personnes profitent individuellement du service d'approvisionnement en eau. En raison de l'amélioration de l'accès à l'eau, la population globale desservie dans le pays a été doublée depuis 1996 et l'accès au service de raccordement individuel a été triplé au cours de la même année comme le montre également la figure 3.3.1.

Suite à l'accroissement rapide de la population desservie, la production d'eau dans le pays a été augmentée en conséquence tel que présentée dans la figure 3.3.2. En moyenne 451.805m³ d'eau par jour a été produite pour l'ensemble du pays en 2014, soit 165% environ de la production d'eau en 1996.

En plus de l'accès et la production d'eau, les services d'approvisionnement en eau au Sénégal ont réalisé des progrès en ratio du volume ENF, en conformité avec la qualité de l'eau, le taux de recouvrement tarifaire, ainsi qu'en efficacité d'exploitation présentée par le nombre d'Agents par 1.000 abonnés. Quant à l'efficacité d'exploitation, la valeur obtenue 1.89 pour le nombre d'Agents par 1.000 abonnés est un excellent résultat par rapport à celle de 1,7 enregistré par « Manila Water Company, Inc. » (situé dans la partie orientale de la zone métropolitaine de la capitale de la République des Philippines), qui est souvent cité comme meilleur modèle de privatisation des services d'approvisionnement en eau dans le monde entier.

Les habitants de la Région Dakar, zone cible de l'étude, profitent généralement de meilleurs services d'approvisionnement en eau comparés à ceux des autres zones. L'accès global à l'eau à Dakar a déjà atteint 100%, et 96% des personnes sont desservies à travers le service de raccordement individuel.

Dakar enregistre la plus forte demande en eau. Comme le montre la figure 3.3.2, la région représente 71,9% de la production totale de l'eau du pays, et le pourcentage a été essentiellement constant au cours de ces vingt ans. Cette échelle concentrée des services d'approvisionnement en eau suggère que l'amélioration de l'ensemble du pays présentés dans le tableau 3.3.1 a été principalement provoquée par l'amélioration des services d'approvisionnement en eau à Dakar qui est la cible principale de l'investissement du secteur d'approvisionnement en eau.



Description	Unité	1996	2001	2006	2011	2012	2013	2014
A. Production pour Dakar	m ³ /day	0	217,268	257,184	295,191	301,227	301,562	324,931
B. Production pour les autres zones	m ³ /day	0	77,462	96,839	111,932	120,118	122,591	126,874
C. Production totale de l'eau	m ³ /day	269,835	294,729	354,022	407,123	421,344	424,153	451,805
A/C	-	-	73.7%	72.6%	72.5%	71.5%	71.1%	71.9%

Source: SONES, compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

Figure 3.3.2 Tendence Récente de la Production d'Eau au Sénégal depuis 1996

2) Indicateurs de Performance entre SONES et SDE (voir Tableau 3.3.2)

Concernant les indicateurs de performance entre la SONES et la SDE, comme indiqué dans le tableau 3.3.2, il y a des indicateurs qui ne remplissent pas les critères dans toutes les catégories sauf "qualité de l'eau". Le "Rendement de réseau" a un lien direct avec le ratio du volume ENF (lorsque le rendement est de 80%, le ratio du volume ENF est de 20%). Le ratio d'ENF est le pourcentage d'ENF dont la majeure partie constitue les fuites d'eau dans le réseau de distribution, contre la production totale. C'est un indicateur clé pour mesurer le niveau d'utilisation des ressources en eau existantes.

Les indicateurs non satisfaits dans «service» représentent la rapidité dans les travaux de réparation, les travaux de dépannage ou les correspondances aux plaintes reçues. Cependant, les réalisations dans ces indicateurs sont supérieures à 90%, qui significativement ne sont pas des résultats négligeables.

Les indicateurs dans «Renouvellement des installations existantes» sont également peu satisfaisants pour répondre aux critères. Les différences entre les critères et les performances ne sont pas grandes (seulement un faible pourcentage) ce qui est similaires aux indicateurs dans le «service» mais ces conformités ont peut-être été l'une des raisons du «rendement réseau» insatisfaisant. À cet égard, les performances de la SDE pour les indicateurs de «renouvellement des installations existantes» devront être rigoureusement surveillés par la SONES.

Le « Transfert de paiement mensuel à la SONES » dans la catégorie « aspect financier » est également l'indicateur de performance insatisfaisant. A l'issue des discussions entre la SONES et l'Équipe d'Étude de la JICA, la SONES ne juge pas cette irrégularité comme étant une grave violation de l'accord par la SDE. La raison de cette perception par la SONES est que l'irrégularité dans le paiement a été le résultat d'impayé de l'administration, qui souvent échappe au contrôle de l'opérateur privé.

(2) Les insuffisances

D'autre part, à côté des réalisations mentionnées ci-dessus, plusieurs insuffisances qui ne peuvent être mesurés ou exprimés par les indicateurs de performance montrés dans les Tableaux 3.3.2, restaient toujours à être résolus. Ces insuffisances dans les services d'approvisionnement en eau sont décrites ci-dessous:

1) Fragilité des Services d'Approvisionnement en Eau à Dakar

En Septembre 2013, la capitale a souffert d'une perturbation soudaine et grave de l'eau qui a duré trois semaines. Elle a été causée par un accident à la section initiale de la ligne de transmission de l'eau située dans les locaux de l'usine de traitement d'eau de KMS. Cet événement catastrophique a révélé la fragilité des services d'approvisionnement en eau de la capitale. La réalisation de services d'eau plus stables et fiables est nécessaire.

2) Continuité du Service de l'Eau Incomplète

La continuité du service de l'eau qui est habituellement présenté par heure par jour, n'est pas incluse dans les indicateurs de performance convenus dans les contrats. Cependant, c'est l'un des paramètres

les plus importants et courants pour mesurer le niveau du service de l'eau. Sa valeur exacte dans le pays n'est pas publiée car ne figurant pas dans les indicateurs de performance, mais, selon une fiche technique recueillie auprès de la SONES, la continuité du service de l'eau à Dakar en 2014 était de 22,5 heures/jour. Les 22,5 heures/jour de disponibilité en eau signifie qu'il y aura des ménages desservies 24 heures, alors que d'autres auront beaucoup moins d'heures d'approvisionnement en eau. La réalisation d'un service de 24 heures dans toutes les zones du pays est nécessaire pour améliorer le niveau de vie de la population.

3) Pression d'eau insuffisante

La garantie d'une pression d'eau suffisante est également un aspect important des services d'approvisionnement en eau, mais elle n'est pas incluse dans les indicateurs de performance convenus dans les contrats. Bien qu'il n'y ait aucune preuve technique qui explique la pression d'eau insuffisante des robinets, un bon nombre de ménages a exprimé son mécontentement de la pression de l'eau dans la dernière enquête de satisfaction clientèle menée par la SONES et l'enquête de référence sociale réalisée dans le cadre de l'Étude (Voir Sous-section 3.3.2). La pression d'eau insuffisante sera la principale cause de l'interruption de l'eau qui arrive souvent à des heures de pointe ou la consommation d'eau est très sollicitée.

3.3.2 Appréciation des Services par le Public

(1) Enquête de Satisfaction Clientèle par la SONES

En Mars 2012, la SONES a réalisé une enquête de satisfaction clientèle appelée «Mission d'Enquêtes de satisfaction des clients de la SONES dans le cadre de la Démarche Qualité" (ci-après dénommée l'enquête auprès des clients). L'étude de la clientèle couvre toutes les zones de Dakar 1, Dakar 2 et Rufisque par le biais d'une enquête par questionnaire de 1.361 clients, dont 1.281 clients soit 94,1% des ménages privés disposaient de raccordement individuel au service.

Comme montré dans le tableau 3.3.3, les questions ont été classées en sept catégories d'ensemble dont 83,4% des personnes interrogées ont exprimé leur satisfaction par rapport aux services d'approvisionnement en eau exploités par la SONES et la SDE. Le niveau global de satisfaction diffère par zone, comme indiqué dans le tableau 3.3.4, mais Dakar 1 qui abritera l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles (Mamelles SWRO : Seawater Reverse Osmosis), présente relativement de meilleures conditions que les autres zones.

La révision de chaque catégorie des questions, à savoir la qualité eau, le service clientèle, et le système de facturation a enregistré plus de 80% de satisfaction, tandis que la satisfaction des services de réparation, la correspondance des plaintes et tarif étaient bas. 78,4% concernait le niveau de satisfaction du service d'approvisionnement en eau qui comprend la continuité du service, la couverture des services, la quantité d'eau, etc. En ce qui concerne la continuité du service de l'eau, qui est l'une des questions posées dans la catégorie de niveau de service d'alimentation en eau, 64,3% des répondants ont avancé avoir subi une interruption du service de l'eau. Le rapport de l'enquête de

satisfaction clientèle explique que de telles coupures d'eau sont fréquentes même à Dakar. En outre, ils expliquent que 35,7% des répondants qui ne souffrent pas de la rupture sont pour la plupart des gens de classe riche.

Le Tableau 3.3.5 présente les raisons de mécontentement des répondants qui se plaignent du niveau du service d'alimentation en eau. «La production d'eau insuffisante», qui peut être interprétée comme une interruption de service d'eau fréquente, est la raison la plus récurrente du mécontentement et la deuxième raison demeurait la faible pression de l'eau.

Tableau 3.3.3 Taux de Satisfaction aux Services d'Approvisionnement en Eau par Catégorie de Question de l'Enquête de Satisfaction Clientèle par SONES en 2012

Catégorie Question ou Theme	Taux de Satisfaction
Niveau service approvisionnement eau (continuité service, couverture, quantité eau, etc.)	78,4%
Qualité eau	82,4%
Service Clientele	84,9%
Service entretien	57,5%
Correspondance reclamation	37,4%
Tarif	58,7%
Système de facturation	84,4%
Satisfaction totale	83,4%

Source: SONES, compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

Tableau 3.3.4 Taux de Satisfaction Générale aux Services d'Approvisionnement en Eau par Zone dans l'Enquête de Satisfaction Clientèle par la SONES en 2012

Zone	Niveau de Satisfaction				Taux de Satisfaction
	Très Satisfait	Tout a fait Satisfait	Un peu Satisfait	Pas du tout Satisfait	
Dakar 1					
Grand Dakar	3,9%	78,4%	17,6%	0,0%	82,3%
Liberté	6,8%	72,8%	20,4%	0,0%	79,6%
Front de Terre	24,6%	59,6%	14,9%	0,9%	84,2%
Yoff	15,4%	75,4%	8,6%	0,6%	90,8%
Plateau	28,6%	61,9%	7,1%	2,4%	90,5%
Dakar 2					
Guédiawaye 2	28,7%	69,0%	1,1%	1,1%	97,7%
Pikine	18,2%	62,1%	18,2%	1,5%	80,3%
Guédiawaye 1	0,0%	95,2%	4,8%	0,0%	95,2%
Parcelles Assainies	7,2%	67,8%	23,7%	1,3%	75,0%
Thiaroye	7,5%	70,5%	15,6%	6,4%	78,0%
Rufisque					
Sangalkam	48,8%	34,9%	16,3%	0,0%	83,7%
Bargny	47,2%	44,4%	8,3%	0,0%	91,6%
Rufisque	24,7%	50,7%	19,3%	5,3%	75,4%
Sébikotane	18,6%	55,8%	25,6%	0,0%	74,4%
Total	17,0%	66,4%	14,5%	2,0%	83,4%

Source: SONES, compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

Concernant la Zone de Dakar 1, qui sera la zone devant bénéficier du Projet, elle est composée de quatre secteurs comme présenté dans la Figure 3.3.3. L'ensemble des zones de Sicap Liberté et Grand Dakar et la majeure partie de la zone de Yoff sont les zones actuelles de distribution des Réservoirs des Mamelles. Ces Réservoirs se chargeront de la distribution de l'eau traitée de l'Usine de Mamelles SWRO. Après le Projet, la zone de distribution des Réservoirs des Mamelles élargie pour desservir l'ensemble de la Commune de Yoff.

Tableau 3.3.6 Répartition des Échantillons de l'Enquête de Référence Sociale

Zone	Secteur	Taille des échantillons			
		Ayant des branchements privés		Utilisant les bornes fontaines	
		No. d'échantillons	Part (%)	No. d'échantillons	Part (%)
Dakar 1	Grand Dakar	24	4,8%	5	5,1%
	Sicap Liberté	35	6,9%	5	5,1%
	Front de Terre	77	15,3%	7	7,1%
	Yoff	22	4,4%	0	0,0%
	Dakar - Plateau	25	5,0%	5	5,1%
	Sous-total	183	36,3%	22	22,4%
Dakar 2	Guédiawaye 1	26	5,2%	5	5,1%
	Guédiawaye 2	29	5,8%	5	5,1%
	Pikine	25	5,0%	5	5,1%
	Parcelles	60	11,9%	5	5,1%
	Thiaroye	81	16,1%	20	20,4%
	Sous-total	221	43,8%	40	40,8%
Rufisque	Sangalkam	10	2,0%	7	7,1%
	Bargny	10	2,0%	6	6,1%
	Rufisque	70	13,9%	20	20,4%
	Sébikotane	10	2,0%	3	3,1%
	Sous-total	100	19,8%	36	36,7%
Total		500	100,0%	100	100,0%

Source: Équipe d'Étude de la JICA

3) Satisfaction des ménages

Comme décrit dans le Tableau 3.3.7, la satisfaction générale des clients est élevée dans la Région de Dakar où seulement 6,3% des ménages ont répondu par « Plutôt pas satisfait » ou « Insatisfait ».

Le niveau de satisfaction dans la zone de distribution de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles, qui sont les secteurs de Grand Dakar, Sicap Liberté et Yoff, également une tendance élevée. Cependant la satisfaction des clients dans la Commune de Yoff est plus faible que celle des autres secteurs de la Zone de Dakar 1. Un pourcentage de 9,1% des ménages a répondu par « Plutôt pas satisfait » ou « Insatisfait » dans la Commune de Yoff alors que le pourcentage total dans la Zone de Dakar 1 est aussi faible que 4,9%. En outre, le pourcentage des ménages à avoir répondu « Satisfait » ou « Plutôt pas satisfait » dans la Commune de Yoff est de 45,5%, ce qui est de toute évidence inférieur au pourcentage de 62,9% observé dans l'ensemble de la Zone de Dakar 1.

Tableau 3.3.7 Satisfaction des Ménages

Zone	Secteur	Satisfait	Plutôt satisfait	Moyennement satisfait	Plutôt pas satisfait	Insatisfait	Pas de réponses	Total
Dakar 1	Grand Dakar	45,8%	29,2%	20,8%	0,0%	4,2%	0,0%	100,0%
	Sicap Liberté	31,4%	51,4%	17,1%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	Front de Terre	23,4%	35,1%	33,8%	2,6%	5,2%	0,0%	100,0%
	Yoff	18,2%	27,3%	45,5%	9,1%	0,0%	0,0%	100,0%
	Dakar - Plateau	36,0%	16,0%	48,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	Sous-total	29,0%	33,9%	32,2%	2,2%	2,7%	0,0%	100,0%
Dakar 2		15,9%	37,6%	38,9%	4,4%	1,8%	0,0%	100,0%
Rufisque		7,0%	26,0%	58,0%	5,0%	4,0%	0,0%	100,0%
Total		18,9%	33,9%	40,3%	3,7%	2,6%	0,0%	100,0%

Source: Équipe d'Étude de la JICA

4) Durée de la disponibilité de l'eau

Comme décrit dans le Tableau 3.3.8, 68,3% des ménages dans la Zone de Dakar 1 ont répondu qu'ils reçoivent en les services d'approvisionnement en eau en continu pendant 24 heures. D'autre part, 15,3% des ménages ont déclaré que la disponibilité au service est est moins de 18 heures. Particulièrement, la disponibilité de l'eau au niveau de Front de Terre est supposée d'être très faible, où les disponibilités en eau de 15,6% des répondants sont inférieures à 6 heures.

Dans la zone de distribution de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles, les usagers des Communes de Grand Dakar et Sicap Liberté ont tendance à bénéficier d'une plus longue disponibilité en eau que tout l'ensemble des usagers de la Zone de Dakar 1. À Yoff, cependant, 18,1% des ménages ont répondu que leur disponibilité en eau est inférieure à 18 heures, ce qui est bien pire que la moyenne dans la même zone.

Tableau 3.3.8 Disponibilité de l'Eau de la SONES

Zone	Secteur	24 heures	23-18 heures	17-12 heures	11-6 heures	< 6 heures	Pas de réponses	Total
Dakar 1	Grand Dakar	75,0%	16,7%	4,2%	4,2%	0,0%	0,0%	100,0%
	Sicap Liberté	82,9%	14,3%	2,9%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	Front de Terre	62,3%	16,9%	2,6%	2,6%	15,6%	0,0%	100,0%
	Yoff	68,2%	13,6%	13,6%	4,5%	0,0%	0,0%	100,0%
	Dakar - Plateau	60,0%	20,0%	16,0%	0,0%	4,0%	0,0%	100,0%
	Sous-total	68,3%	16,4%	6,0%	2,2%	7,1%	0,0%	100,0%
Dakar 2		67,9%	19,0%	5,0%	1,8%	6,3%	0,0%	100,0%
Rufisque		41,0%	24,0%	19,0%	7,0%	9,0%	0,0%	100,0%
Total		62,7%	19,0%	8,1%	3,0%	7,1%	0,0%	100,0%

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5) Pression de l'eau

Dans la Zone de Dakar 1 comme présenté dans le Tableau 3.3.9, 80,3% des ménages ont répondu que la pression de l'eau est « forte » ou « varie mais régulièrement forte ». Cependant, 60,6% des ménages ont répondu que la pression de l'eau n'est pas stable et la pression de l'eau pour 19,6% des ménages est « varie régulièrement mais faible » ou « faible ». Particulièrement, les résultats de l'enquête font ressortir que la pression de l'eau dans le secteur de Yoff, qui fait partie de la zone de distribution de

l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles. Dans le secteur de Front de Terre, la pression de l'eau a tendance à être plus faible que celle des autres secteurs de la Zone de Dakar 1.

Dans les autres zones de distribution de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles, les usagers de Grand Dakar et Sicap Liberté bénéficient d'une meilleure pression d'eau que les autres secteurs dans la Zone de Dakar 1 et les autres zones.

Tableau 3.3.9 Pression de l'Eau de la SONES

Zone	Secteur	Forte	Varie mais régulièrement forte	Varie mais régulièrement faible	Faible	Pas de réponses	Total
Dakar 1	Grand Dakar	41,7%	54,2%	4,2%	0,0%	0,0%	100,0%
	Sicap Liberté	51,4%	40,0%	8,6%	0,0%	0,0%	100,0%
	Front de Terre	28,6%	41,6%	23,4%	6,5%	0,0%	100,0%
	Yoff	36,4%	40,9%	22,7%	0,0%	0,0%	100,0%
	Dakar - Plateau	36,0%	48,0%	16,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	Sous-total	36,6%	43,7%	16,9%	2,7%	0,0%	100,0%
Dakar 2		39,8%	46,2%	12,7%	1,4%	0,0%	100,0%
Rufisque		31,0%	43,0%	26,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Total		36,9%	44,6%	16,9%	1,6%	0,0%	100,0%

Source: Équipe d'Étude de la JICA

6) Qualité du goût, de la couleur et de l'odeur de l'eau

En terme de la qualité du goût, de la couleur et de l'odeur; comme décrit dans les Tableaux 3.3.10 à 3.3.12, les usagers de la Zone de Dakar 1 ont tendance à bénéficier d'une qualité de l'eau plus favorable que celle des Zones de Dakar 2 et Rufisque. Dans la Zone de Dakar 1, plus de 80% des ménages ont répondu qu'ils ont eu à expérimenter « rarement » ou « jamais » la mauvaise odeur ou mauvais goût. Quant à la couleur, les résultats de l'enquête dans la Zone de Dakar 1 sont meilleurs que ceux des autres zones. Cependant, il convient de noter que 28,9% des usagers ont eu à expérimenter « souvent » ou « parfois » la mauvaise couleur et ce même dans la Zone de Dakar 1.

Dans la zone de distribution de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles, les résultats de l'enquête indiquent la qualité de l'eau dans le secteur de Sicap Liberté est nettement meilleure que celle des autres secteurs de la Zone de Dakar 1 en termes de la qualité du goût de l'eau. Le secteur de Yoff présente un pourcentage inférieur en termes de la couleur de l'eau.

Tableau 3.3.10 Qualité du Goût de l'Eau de la SONES

Zone	Secteur	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais	Pas de réponse	Total
Dakar 1	Grand Dakar	4,2%	20,8%	70,8%	4,2%	0,0%	100,0%
	Sicap Liberté	0,0%	5,7%	11,4%	82,9%	0,0%	100,0%
	Front de Terre	0,0%	10,4%	29,9%	59,7%	0,0%	100,0%
	Yoff	4,5%	18,2%	22,7%	54,5%	0,0%	100,0%
	Dakar - Plateau	0,0%	40,0%	0,0%	60,0%	0,0%	100,0%
	Sous-total	1,1%	15,8%	26,8%	56,3%	0,0%	100,0%
Dakar 2		6,3%	31,7%	23,5%	38,5%	0,0%	100,0%
Rufisque		0,0%	25,0%	43,0%	32,0%	0,0%	100,0%
Total		3,2%	24,6%	28,6%	43,7%	0,0%	100,0%

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Tableau 3.3.11 Qualité de la Couleur de l'Eau de la SONES

Zone	Secteur	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais	Pas de réponse	Total
Dakar 1	<u>Grand Dakar</u>	4,2%	20,8%	70,8%	4,2%	0,0%	100,0%
	<u>Sicap Liberté</u>	0,0%	17,1%	71,4%	11,4%	0,0%	100,0%
	Front de Terre	1,3%	29,9%	54,5%	13,0%	1,3%	100,0%
	<u>Yoff</u>	13,6%	27,3%	27,3%	27,3%	4,5%	100,0%
	Dakar - Plateau	8,0%	24,0%	64,0%	4,0%	0,0%	100,0%
	Sous-total	3,8%	25,1%	57,9%	12,0%	1,1%	100,0%
Dakar 2		20,4%	35,7%	38,5%	5,4%	0,0%	100,0%
Rufisque		1,0%	47,0%	51,0%	1,0%	0,0%	100,0%
Total		10,5%	34,1%	48,0%	6,9%	0,4%	100,0%

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Tableau 3.3.12 Qualité de l'Odeur de l'Eau de la SONES

Zone	Secteur	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais	Pas de réponse	Total
Dakar 1	<u>Grand Dakar</u>	4,2%	4,2%	12,5%	79,2%	0,0%	100,0%
	<u>Sicap Liberté</u>	0,0%	0,0%	5,7%	94,3%	0,0%	100,0%
	Front de Terre	0,0%	14,3%	15,6%	70,1%	0,0%	100,0%
	<u>Yoff</u>	0,0%	9,1%	13,6%	77,3%	0,0%	100,0%
	Dakar - Plateau	0,0%	12,0%	36,0%	52,0%	0,0%	100,0%
	Sous-total	0,5%	9,3%	15,8%	74,3%	0,0%	100,0%
Dakar 2		2,3%	18,1%	22,6%	56,1%	0,9%	100,0%
Rufisque		0,0%	21,0%	23,0%	56,0%	0,0%	100,0%
Total		1,2%	15,5%	20,2%	62,7%	0,4%	100,0%

Source: Équipe d'Étude de la JICA

7) Évaluation totale des résultats de l'Enquête

Comme expliqué ci-dessus, plus de 90% des répondants au questionnaire ont déclaré qu'ils étaient satisfaits des services d'approvisionnement en eau de la SONES. En outre, les usagers de la Zone de Dakar 1 ont présenté une sensibilisation plus favorable aux services d'approvisionnement en eau que ceux des Zones de Dakar 2 ou Rufisque.

Cependant, la disponibilité de l'eau de plus de 15,3% des ménages dans la Zone de Dakar 1 est inférieure à 18 heures. En plus, 36,6% seulement des ménages dans la zone bénéficient d'une pression d'eau stable et élevée et 19,6% de ces ménages ont répondu que la pression est habituellement ou toujours faible. La qualité de l'eau est assez bonne en terme de goût et d'odeur mais 28,9% des répondants dans la zone ont souvent ou parfois observé la couleur inhabituelle de l'eau desservie.

Dans l'ensemble, les services d'approvisionnement en eau dans la secteur de Front de Terre sont inférieures aux autres secteurs de la Zone de Dakar 1 en termes de disponibilité et de la pression de l'eau. Dans les zones de distribution prévues d'être couvertes par l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles, qui sont les secteurs de Grand Dakar, Sicap Liberté et Yoff, les services d'approvisionnement en eau dans le secteur de Yoff sont les pires et où la sensibilisation des usagers en terme de disponibilité et de pression de l'eau est plus défavorable que celle des autres secteurs de la zone. Finalement, la volonté de payer et les autres aspects économiques des usagers sont expliqués dans la Sous-section 3.5.6.

3.4 Situation Actuelle du Réseau d'Approvisionnement en Eau et des Ouvrages

3.4.1 Aperçu du Réseau d'Approvisionnement en Eau

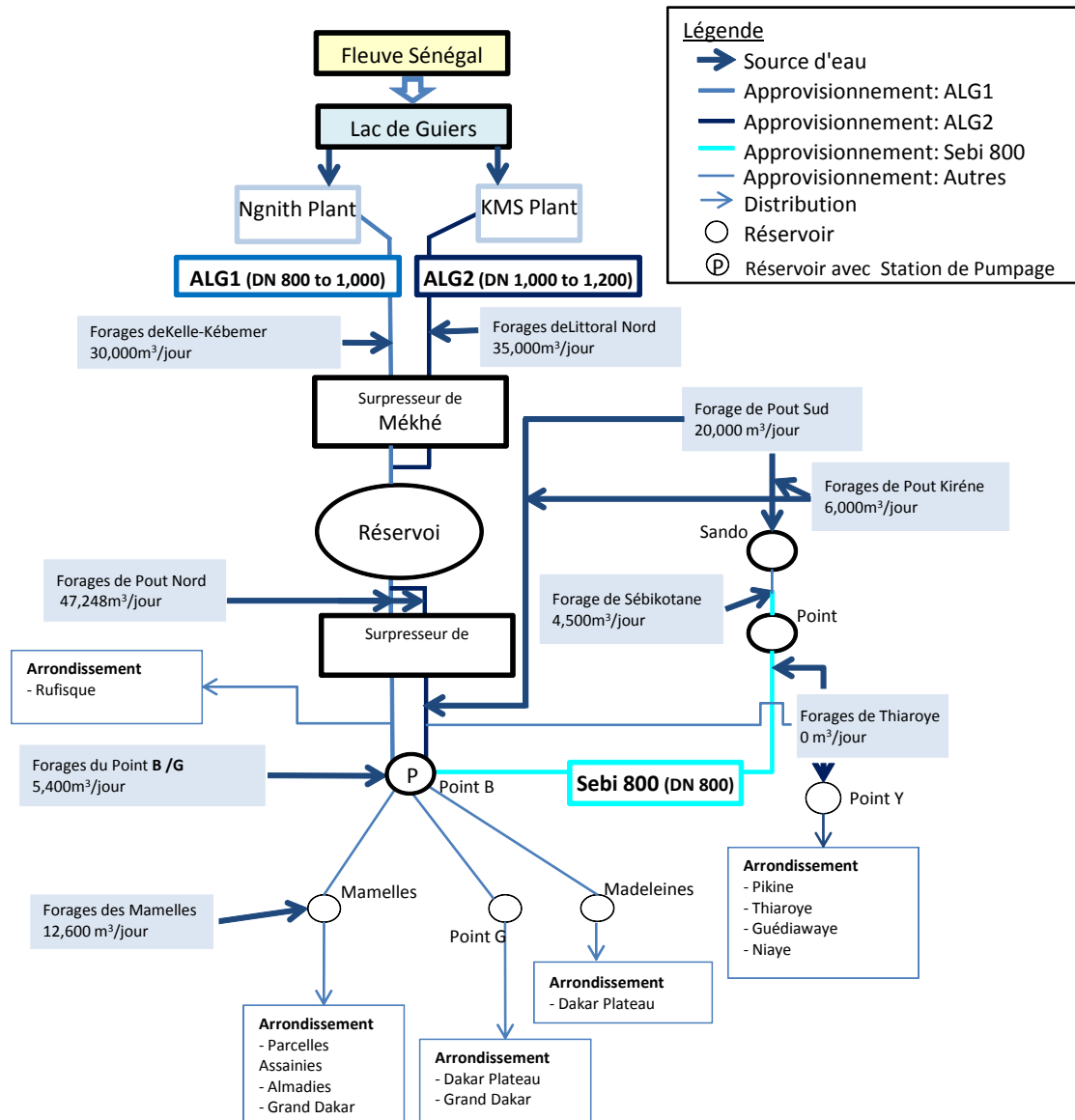
La Figure 3.4.1 illustre l'aperçu Général du système d'approvisionnement en eau pour la région de Dakar. Le Tableau 3.4.1 présente les principaux ouvrages de production, d'adduction et de distribution d'eau. Les ressources en eau pour la région de Dakar proviennent de l'Usine de Traitement d'Eau de Keur Momar Sarr (KMS), de Ngnith et des forages se trouvant le long des conduites d'adduction. Les Usines de Traitement d'Eau Potable sont localisées environ à 250 km de la région de Dakar et partagent tous la même ressource en eau qui est le Lac de Guiers.

Toute l'eau potable produite au niveau des usines de traitement d'eau (UTE) et des forages est transférée à la région de Dakar par le biais de deux conduites d'adduction d'eau appelées ALG1, provenant de l'UTE de Ngnith, et ALG2, provenant de l'UTE de KMS. Ces deux (2) conduites sont maillées à Cinq (5) points (Louga, Geuoul, Ndeukou, Kelles et Tivaoune). Il existe deux Surpresseurs à Mékhé et Carmel pour fournir une pression d'eau suffisante afin d'atteindre la région de Dakar.

En plus des principales conduites d'adduction ALG1 & 2, il y a une autre ligne d'adduction d'eau dénommée « Sebi 800 ». Cette ligne d'adduction de 34,5 km de long reçoit les eaux souterraines des forages comme décrit dans la Figure 3.4.1. Elle alimente en eau au Point B.

La Station de Pompage du Point B est la principale station de distribution d'eau dans la région de Dakar. La station de pompage refoule au niveau des réservoirs installés dans la Région et qui par la suite distribuent l'eau aux consommateurs à travers le réseau de distribution.

Au total, 9 % de l'eau produite au niveau des usines de traitement d'eau potable (KMS et Ngnith) et des forages, et transitant dans les conduites ALG 1 & 2 et Sebi 800 constitue une desserte en route, qui est consommée par les villes et villages (des régions de Thiés et Louga, ci-après « Zones du Bord de la Route de l'ALG»). La localisation des régions de Thiés et Louga est présentée sur la carte de la Zone Cible de l'Etude dans l'Introduction du Rapport). Par conséquent, plus de 90 % de la production d'eau arrive dans la Région de Dakar. Le volume d'eau potable desservie en route est principalement destiné à l'usage domestique, tandis que l'autre partie restant est utilisé à des fins agricoles.



Source: Équipe d'Étude de la JICA sur la base d'informations fournies par la SONES

Figure 3.4.1 Schéma du Réseau d'Approvisionnement en Eau pour la Région de Dakar et les Zones du Bord de la Route de l'ALG

Tableau 3.4.1 Grandes Lignes des Principaux Ouvrages dans le Réseau d'Approvisionnement en Eau pour la Région de Dakar et des Zones du Bord de la Route de l'ALG

Usine de Traitement d'Eau	Année mise en service	Extension	Capacité nominale (m ³ /j)	Volume horaire (m ³ /h)
Usine de Ngnith	1971	2000 (passage à une capacité théorique de 60 000 m ³ /j)	40,000	1,667
Usine de Keur Momar Sarr	2004	2008 (passage de 65000 à 95000 m ³ /j) 2011 (passage de 95000 à 130000 m ³ /j)	130,000	5,417

Forages	Nbre de forages	Année mise en service	Extension	Capacité nominale (m ³ /j)	Volume horaire (m ³ /h)
Forages du Littoral Nord (axe Gueoul à Ndande)	9	1999	-	35,000	1,591
Forages Kelle/Keberner	7	à partir des années 1970	-	30,000	1,364
Forages Pout Nord	13	à partir 1978 (PN6 et PN10)	-	47,248	2,148
Forages Pout Sud	7	à partir 1979 (PS5)	-	20,000	909
F. Pout Kirene (y compris KSW)	4	1993 (PK3, PK5)	-	6,000	273
Forages de Sebikotane	1	1957	-	4,500	205
Forages de Thiaroye	2	1951	Non utilisés en raison de la détérioration de la qualité de l'eau	0	0
Forages de Point B/Mamelles/Point G	8	1966	-	18,000	818

Surpresseur	Année mise en service	Extension	Capacité nominale (m ³ /j)	Volume horaire (m ³ /h)
Surpresseur de Mekhe	2006	-	233,557	10,155
Surpresseur de Carmel	2013	-	241,708	10,509

Station de pompage	Année mise en service	Extension	Capacité nominale (m ³ /j)	Volume horaire (m ³ /h)
Usine de Thiaroye	1951	-	29,900	1,300
Usine Point B - Pompage Madeleine	1966	-	20,700	900
Usine Point B - Pompage Mamelles	2006	-	64,400	2,800
Usine Point B - Pompage Point G	1966	-	7,000	700

Conduite de transmission	Année	Caractéristiques
ALG1 (Conduite de Ngnith)	1971	DN 1000 PN 25 Acier
ALG2 (Conduite de KMS)	2004	DN 1200 PN 25 Fonte
800 Sebi	2008	DN 800 Fonte
600 refoulement Thiaroye	1951 - 1994	DN 600 Fonte
700 sortie réservoirs PTY	1951	DN 700
800 refoulement Mamelles	1993	-
600 refoulement Pout sud	-	DN 600 PN 16 Acier

Réservoirs	Année	Caractéristiques
Réservoirs de Thies	1971 (R1,R2); 2005 (R3,R4)	25000 m ³
Réservoirs Point Y	1951	10000 m ³
Réservoirs des Madeleines haut Service	1966	1200 m ³
Réservoirs des Madeleines bas Service	1966	6000 m ³
Réservoirs des Mamelles	2003	35000 m ³
Réservoirs de Point G	1966	5000 m ³

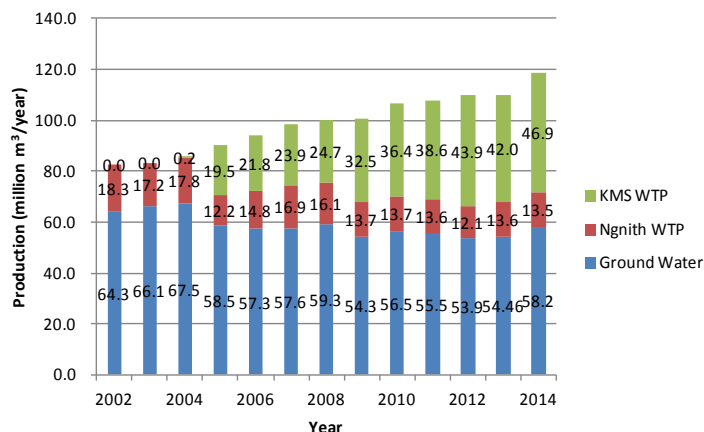
*En outre des ouvrages mentionnés dans le Tableau, il existe des systèmes d'approvisionnement en eau isolés à Thiés (16 000 m³/jour) et Louga (7 000 m³/jour). Les ressources en eau de ces systèmes sont les nappes souterraines.

Source: Equipe d'Etude de la JICA

3.4.2 Ressources en Eau

(1) Volume d'Eau par Ressource en Eau

Le Tableau 3.4.2 présente les productions d'eau de 2014 en fonction des différents sources d'eau. Quant à la Figure 3.4.2, elle indique aussi les tendances récentes de la production d'eau en fonction des ressources en eau. Avant la construction de l'UTE de KMS en 2004, la région de Dakar dépendait fortement des eaux souterraines des



Source: Données de la SONES compilées par l'Equipe d'Etude de la JICA

Figure 3.4.2 Production d'Eau pour la région de Dakar par Ressources en Eau et les Zones du Bord de la Route de l'ALG

forages à plus de 80%. Depuis lors et à travers l'expansion de la capacité de l'UTE de KMS, la production d'eau de l'UTE qui provient des eaux de surface du Lac de Guiers a progressivement augmenté. Par la suite, la production d'eau de l'UTE s'élevait à 50% du total de la production en 2014.

La production des eaux de surface a atteint la plupart de la capacité maximale des UTE existants, comme présenté dans le Tableau 3.4.2. Certains forages ne sont pas exploités à leur capacité maximale. Cependant, l'exploitation de tels forages est limitée ou suspendue à cause des détériorations de la qualité de l'eau ou de l'intrusion de sables dans les forages.

Tableau 3.4.2 Ressources en Eau Actuelles pour la Région de Dakar et les Zones du Bord de la Route de l'ALG

Catégorie	Nom	Sources d'eau	Volume d'eau extrait en 2014		Capacité Nominale
			MCM/année	m³/jour	m³/jour
Eaux de surface	UTE de Ngnith	Lac de Guiers	13,5	37 000	40 000 ^{*1}
	UTE KMS		46,9	128 500	130 000
Groundwater	Littoral Nord	Lutetiens (Eocène	9,0	24 700	35 000
	Kelle-Kébemer	Moyen) (Tertiaire)	13,1	35 900	30 000
	Pout Nord	Maestrichtien /	15,6	42 700	47 248
	Pout Sud	Paléocène (Tertiaire)	9,6	26 300	20 000
	Pout Kirène	Maestrichtien	3,6	9 900	6 000
	Sébikotane	Paléocène (Tertiaire)	2,7	7 400	7 000
	Thiaroye	Quaternaire ^{*2}	0	0	0
	Point B/Point G	Infrabasaltique	1,5	4 100	18 000
Mamelles	(Quaternaire) ^{*3}	3,7	10 100		
Total			122,6	326 600	330 748

*1: La capacité de la conception de l'usine était de 60 000 m³/jour tandis que celle actuelle est de 40 000 m³/jour due à certains problèmes d'exploitation (Ces problèmes sont décrits dans la Sous-section 3.4.3)

*2: L'exploitation a été arrêtée à cause de la détérioration de la qualité de l'eau. (A l'origine, sa capacité était de 1.800 m³/jour).

*3: L'exploitation est limitée à cause de l'intrusion observée du biseau salée et de l'arrivée de sables.

Source: Données de la SONES et SDE, compilées par l'Equipe d'Etude de la JICA

(2) Gestion du Lac de Guiers

Le Lac de Guiers situé à environ 23 km en amont de Saint Louis est utilisé comme ressource en eau de la capitale. Ceci a été rendu possible grâce à la construction du Barrage de Diama au niveau du Fleuve Sénégal en 1996.

La Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (ci-après dénommée DGPRE) sous la tutelle du Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement est en charge du suivi et de la régulation de l'utilisation de l'eau du lac. Grâce à l'appui multilatéral, la DGPRE est en train d'exécuter un programme d'action prioritaire pour établir une gestion intégrée des ressources en eau qui permettra une utilisation maximale et durable des ressources



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Image 3.4.1 Lac de Guiers (Vue prise à partir de la prise d'eau de l'UTE de KMS)

en eau. Cependant, le plan de gestion intégrée des ressources en eau n'a pas encore été préparé. Une répartition adéquate de l'eau aux usagers devrait être mise en place à travers le plan de gestion intégrée des ressources en eau mais le processus d'une telle répartition ne sera pas réalisé à court terme en raison des intérêts opposés des usagers.

Concernant la qualité de l'eau, le Lac de Guiers est exposé aux risques de pollution qui peuvent être causés par l'entrée des eaux usées provenant des zones environnantes. Il a été rapporté que l'augmentation de l'utilisation de produits chimiques à l'UTE de Ngnith causée par la détérioration de la qualité de l'eau brute a augmenté le coût de production de l'eau. En outre la SONES et la SDE ont des inquiétudes sur une possible pollution par l'utilisation de pesticides incluses dans les eaux pluviales drainées dans le Lac. Selon la SONES, la poudre de charbon actif stockée au niveau de l'UTE sera utilisée au cas où l'eau brute s'avère polluée par les pesticides.

Cependant, la détérioration de la qualité de l'eau du Lac n'a pas encore affecté la qualité de l'eau produite. Actuellement, l'eau produite à l'UTE satisfait habituellement les lignes directrices de l'OMS en matière d'eau potable.

(3) Gestion de l'Utilisation des Eaux Souterraines

La DGPRE est aussi en charge du suivi et de la régulation de l'utilisation des eaux souterraines. Depuis 1968, cette structure a effectué le suivi du niveau des eaux souterraines afin d'observer des changements sur le niveau de la nappe.

Des études sur l'équilibre hydraulique dans les aquifères ont été réalisées en utilisant des données cumulées relatives aux eaux souterraines. Ces études ont révélé un équilibre négatif dans les aquifères et indiqué que les eaux souterraines dans et près de la région de Dakar sont surexploitées. L'intrusion de l'eau de mer observée au niveau des Forages du Point B, Point G et des Mamelles est la résultante de cette surexploitation.

Dans ces circonstances, la SONES et la SDE ont une exploitation limitée des forages existants. De ce fait, pour répondre à la demande croissante en eau, de nouveaux forages sont en cours de construction par les deux structures aux emplacements où des impacts négatifs dus à la surexploitation n'ont pas encore été observés. La SONES a besoin d'exploiter ces forages pour répondre à la demande en eau urgente dans le court terme mais a aussi des projets pour la réduction graduelle de l'exploitation dans le moyen et le court terme dans le but d'une utilisation durable des eaux souterraines.

3.4.3 Usines de Traitement d'Eau Potable

(1) UTE de Ngnith

UTE de Ngnith est une usine de traitement d'eau potable conventionnelle avec un processus de filtre à sable rapide. Elle a été construite en 1971 et étendue en 2000 pour atteindre une capacité de production de 60 000 m³/jour ce qui est équivalent à une production annuelle de 22 millions de m³. Dans le passé, l'unité était exploitée à 80% du taux maximum jusqu'en 2004, mais la production a diminué après la construction de l'UTE de KMS. La production réelle en 2014 était seulement de 37 000 m³/jour ou 13,5 millions m³/année indépendamment des pénuries d'eau dont fait face la capitale.

D'après la SONES, il existe plusieurs raisons de la production inférieure par rapport à la capacité originale. Les raisons principales sont la détérioration de la performance des pompes d'eau traitée et la problématique du contrôle de la pression au niveau de l'ALG 1. Lorsque les pompes d'eau traitée sont exploitées à un taux plus élevé, les forages le long des conduites d'adduction ne pourront pas injecter les eaux souterraines dans l'ALG 1 en raison des refoulements venant de l'ALG 1 vers les forages. Ces problèmes ont été signalés comme limitant la capacité de production de l'UTE à 40 000 m³/jour. Une étude de faisabilité sur un projet afin de récupérer la capacité de production est en cours d'exécution à travers l'assistance financière de l'AFD. La SONES prévoit de réaliser ce projet en 2018.

Comme expliqué ci-dessus, l'UTE de Ngnith fait face à des difficultés au niveau de la capacité de production. Cependant, la qualité de l'eau produite au niveau de l'usine n'a pas été affectée sérieusement par la détérioration des structures et équipements. Elle répond habituellement aux lignes directrices de l'OMS en matière d'eau potable.

(2) UTE de KMS

Comme à Ngnith, le processus de traitement de l'UTE de KMS est le filtre à sable rapide. L'UTE de KMS a été construite en 2004 avec une capacité de 65.000 m³/jour. Elle a subi par la suite une extension entre 2008 et 2011 ; et actuellement elle a une capacité totale de production de 130.000 m³/jour, ce qui équivaut à une production annuelle de 47,5 millions m³. La première unité construite en 2004 est dénommée KMS 1 tandis que l'autre unité est nommée KMS 2. Depuis le début de l'exploitation en 2005, la



Source: Équipe d'Étude de la JICA

**Image 3.4.2 Unités de Traitement
d'Eau potable de KMS**

production au niveau de l'UTE de KMS a été progressivement augmentée. La production d'eau en 2014 était de 128.493 m³/jour ou 46,9 millions m³/jour ce qui signifie que l'UTE est continuellement exploité à son taux maximal. La réduction de la production de l'eau en 2013 comme présenté sur la Figure 3.4.1 est le résultat de l'arrêt durant trois semaines, causé par un accident au niveau de la conduite d'adduction de l'ALG2.

Dans l'ensemble, les unités de traitement d'eau potable de l'UTE de KMS sont exploitées sans détérioration sérieuse ou suspension. Ainsi, la qualité de l'eau produite au niveau de l'UTE de KMS satisfait les normes de référence de l'OMS en matière de la qualité de l'eau potable. La turbidité de l'eau brute provenant du Lac de Guiers varie de 7 à 30 NTU, alors que l'eau traitée est de 1 à 2 NTU sachant 5 NTU est la ligne directrice de l'OMS.

La tension électrique provenant du réseau de la SENELEC est de 30 kV. La capacité de l'électricité de l'ouvrage de réception d'énergie de l'usine est de 5800 KVA. L'usine est reliée à la grille de puissance externe par deux lignes, mais une seule d'entre elles est la ligne principale. L'autre ligne peut recevoir une puissance électrique pour ne couvrir que 25% de la charge totale dans l'UTE.

Le terrain de l'UTE dispose d'une large superficie de 24 ha. Elle permettra davantage l'extension des unités de traitement d'eau potable jusqu'à une capacité totale de 300 000 ou 500 000m³/jour. L'UTE est exploitée et maintenue par trois équipes de rotation composées au total de 18 employés de la SDE.

3.4.4 Forages

(1) Généralités

Les eaux souterraines sont une importante ressource en eau pour la région de Dakar, qui fournissent environ la moitié de la production totale pour la région. Les eaux souterraines sont pompées à partir de neuf champs de captage et injectées dans les conduites d'adduction principales à savoir l'ALG 1, ALG 2 et Sebi 800 ou directement dans les réservoirs. Les eaux souterraines injectées sont mélangées aux eaux de surface provenant du Lac de Guiers et envoyées dans le réseau de distribution dans la région.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Image 3.4.3 Forages existants dans les Champs de Captage des Mamelles

Les champs de captage peuvent être regroupés en trois groupes selon leurs localisations, qui sont la Ville de Dakar, la Banlieue de Dakar et la Périphérie. Les forages situés dans la Ville de Dakar dont les plus anciens ont été forés en 1950, tendent à vieillir. D'autre part, les champs de captage situés dans la périphérie de Dakar sont nouveaux; le plus récent a été exploité en 1998. En novembre 2014, 46 forages sur 63 enregistrés étaient fonctionnels comme présenté dans le Tableau 3.4.3. Le débit actuel moyen total est de 6.861m³/h ce qui est environ 65 % de la quantité totale pompée au moment de l'achèvement du forage.

Tableau 3.4.3 Situation du Fonctionnement des Forages Existants

Zone	Forages opérationnels	Forages non opérationnels	Débit total au moment de la construction (m ³ /h)	Débit total des forages opérationnels en novembre 20014 (m ³ /h)
Ville de Dakar	8	9	1,606	773
Banlieue de Dakar (entre Dakar et le réservoir de Thiès)	22	7	5,653	3,228
Périphérie de Dakar (entre la Station de Pompage Mékhé et Louga)	16	1	3,323	2,860
Total	46	17	10,582	6,861

Source: SONES

(2) Ville de Dakar

Présentement, huit (8) forages au total sont opérationnels au niveau de trois champs de captage : Point B, Mamelles et Thiaroye. Ces forages, âgés pour la plupart ont été forés entre les années 1950 à 1970. Les aquifères de ces forages sont de la couche de sable marin du Quaternaire (aquifère infrabasaltique) qui sont confinés dans la plus faible couche basaltique et des couches de sable non confinées (aquifère Quaternaire) qui sont appelés Aquifère de Thiaroye. L'intrusion de l'eau de mer dans les deux aquifères s'est propagée en raison d'une surexploitation de la nappe d'eau et de la diminution de la pluviométrie. La moyenne actuelle des débits des forages varie entre 60 à 153m³/h.

(3) Banlieue de Dakar (entre la Ville de Dakar et le réservoir de Thiès)

Au total 22 forages sont opérationnels dans quatre champs de captage de Sébikotane, Pout Sud, Pout Kirène et Pout Nord. L'aquifère de ces forages est une couche de grès de la zone du Crétacé Mésozonique de la période du Maastrichtien (Aquifère Maastrichtien) et une couche de calcirudite du Cénozoïque Paléogène (Paléocène aquifère). La moyenne des débits actuels des forages varie entre 84 à 230m³/h.

(4) Périphérie de Dakar (entre la Station de Pompage de Mékhé et Louga)

Au total, 16 forages sont opérationnels le long de la conduite d'adduction du Lac de Guiers (ALG) dans deux champs de captage de Kelle-Kébémér, du Littoral Nord et Guéoul. L'eau souterraine de ces forages est injectée directement dans l'ALG1. L'aquifère de ces forages a une excellente perméabilité et la qualité de l'eau qui consiste en une couche de calcaire de l'éocène Lutétiens (aquifère des calcaires du Lutétiens). La moyenne des débits d'exploitation varie de 35 à 378 m³/h.

(5) Programme d'Urgence de Développement des Forages

Afin d'atténuer la pénurie d'eau dans la région de Dakar, la SONES s'est déterminée à commencer le projet de développement des forages d'urgence concernant la construction de 21 nouveaux forages. La première phase du projet a débuté en février 2015. La deuxième phase est prévue pour être réalisée de juillet à décembre 2015. La capacité de production totale des forages d'urgence sera de 60 720 m³/ jour. Sur les 21 nouveaux forages prévus, neuf (9) ont été réalisés en fin Juin 2015. La capacité totale de production de ces forages est estimée à 38 328 m³/jour.

3.4.5 Systèmes d'Adduction d'Eau

Comme principales conduites d'adduction d'eau alimentant la région de Dakar, il y a trois (3) réseaux appelés respectivement ALG 1, ALG 2 et Sébi 800. ALG 1 et ALG 2 proviennent respectivement des UTE de Ngnith et de KMS. La conduite de Sébi 800 provient des champs de captage de Sébikotane situés dans la Zone de Rufisque, environ 30 km à l'Est de Dakar. Les tracés des conduites ALG 1, ALG 2 et Sébi 800 sont présentés dans la Figure 3.4.3 et les caractéristiques des conduites situées au niveau des principales lignes d'adduction sont présentées dans au niveau des Figures 3.4.4 à 3.4.6.

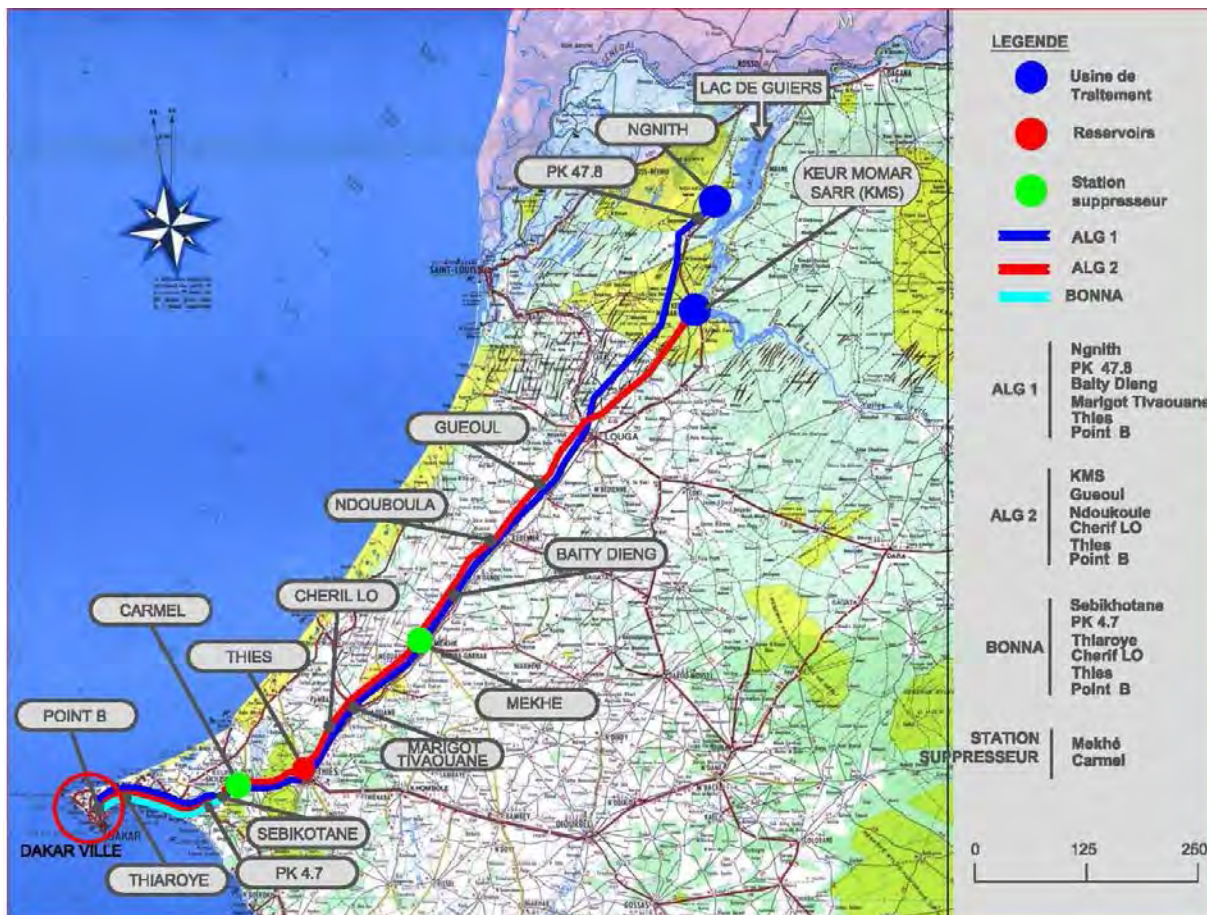


Source: Équipe d'Étude de la JICA

Image 3.4.4 Lignes de Transmission de l'ALG1 et ALG2 (vanne des fosses)

En septembre 2013, un accident causé par l'éclatement de l'ALG2 s'est produit à 50 m hors de la station de pompage de transmission d'eau de l'UTE de KMS. En raison de cet accident au niveau de l'ALG 2, le fonctionnement de l'UTE de KMS a été arrêté pendant trois semaines et la région de Dakar a continuellement souffert de graves pénuries et de limitation dans l'approvisionnement en eau. Selon la SONES, les raisons de cet accident ont été l'effet combiné de la montée de la pression générée par un arrêt soudain des pompes dû à une coupure d'électricité et de la corrosion des tuyaux en acier causée par le chlore. La section qui a éclaté a été remplacée par un nouveau tuyau. Depuis lors il n'y a pas eu de défaillance dans le système d'adduction d'eau. Comme décrit dans la Figure 3.4.5, la plupart du matériau de l'ALG 2 est en fonte ductile. Cependant, cela ne signifie pas qu'il existe les mêmes risques dans l'ensemble de l'ALG 2.

Dans l'ensemble, à l'exception de cet accident mentionné ci-dessus, l'ALG 1, l'ALG2 et la conduite Sébi 800 sont régulièrement maintenus et n'ont aucun problème de fonctionnement.



Source: Équipe d'Étude de la JICA, données basées sur une échelle 1:500,000 de la carte de la Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques

Figure 3.4.3 Tracés des Principales Conduites d'Adduction ALG 1, ALG 2 et Sébi 800

Emplacement	Ngnith (Lac de Guiers)					Dakar (Point B)	
	PK47.8	Baity Dieng	Marigot Tivaouane	Thiès			
Diamètre de la conduite (mm)	φ1,000	φ900	φ800	φ900	φ900	φ1,000	
Longueur (1)	48km	116.7km	0.5km	29.8km	6km	49km	
Longueur (2)	195km				55km		
Matériau	Conduite en acier				Conduite en fonte ductile		
Longueur totale	250km						
Année de mise en service	1971						
Etat	Bien maintenues et opérationnelles						

Note: KP: Kilomètre Point

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 3.4.4 Caractéristiques des Conduites au niveau de l'ALG 1

Emplacement	KMS (Lac de Guiers)				Dakar (Point B)	
	Guéoul	Ndoukoula	Chérif Lo	Thiès		
Diamètre de la conduite (mm)	φ1,200	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,200	
Longueur (1)	72km	52km	32km	17km	55km	
Longueur (2)	124km		32km	72km		
Matériau	Conduite en fonte ductile		Conduite en acier	Conduite en fonte ductile		
Longueur totale	228km					
Année de mise en service	2004	1999				
Etat	Bien maintenues et opérationnelles					

Note: KP: Kilomètre Point

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 3.4.5 Caractéristiques des Conduites au niveau de l'ALG 2

Emplacement	Forage 3 (Sé bikotane)			Connecté au Point B (PK 34.5)	
	PK4.7	Tharoye (PK 23.4)			
Pipe diameter (mm)	φ800				
Longueur	4.7km	18.7km	11.1km		
Matériau	Conduite en fonte ductile				
Longueur totale	34.5km				
Année de mise en service	2008				
Etat	Bien maintenues et opérationnelles				

Note: KP: Kilomètre Point

Source: Equipe d'Etude de la JICA

Figure 3.4.6 Caractéristiques des Conduites au niveau de Sébi 800

3.4.6 Réseau de Distribution d'Eau

(1) Réservoirs de distribution et zone de couverture

La région de Dakar, zone cible de cette présente étude, comprend Dakar, Guédiawaye, Pikine et les Préfectures de Rufisque. La SONES a divisé la région en zones: la Zone de Dakar 1, Dakar 2 et Rufisque pour des raisons administratives. Comme le décrit la Carte de la Zone Cible de l'Etude au début de ce Rapport, la Zone de Dakar 1 couvre la Préfecture excluant les Communes de Cambéréne et les Parcelles Assainies et Dakar 2 couvre les Communes de Cambéréne et les Parcelles Assainies dans les Préfectures de Dakar, Guédiawaye et Pikine. La zone de Rufisque couvre la Préfecture de Rufisque.

La Figure 3.4.7 et le Tableau 3.4.5 montrent les quatre (4) groupes exclusifs de réservoirs de distribution de la Région de Dakar à savoir Mamelles, Point G, Madeleines et Point Y (Lorsque plusieurs réservoirs sont localisés dans un endroit, ils sont appelés: groupe de réservoirs. Au niveau des réservoirs/groupe de réservoirs, les Réservoirs des Mamelles, Point G et Madeleines sont situés dans la Zone de Dakar 1 et le Point Y dans la Zone de Dakar 2. La Zone de Rufisque ne dispose d'aucun réservoir.

Comme présenté dans le Tableau 3.4.4, tous les réservoirs sont âgés de plus de 40 ans à l'exception des nouveaux Réservoirs des Mamelles. La SDE effectue des rapports périodiques des conditions des réservoirs existants à la SONES dans ses rapports techniques. Alors que des détériorations telles que des fuites ont été notées, les rapports techniques ne font pas état de tels problèmes au niveau des Réservoirs des Mamelles.

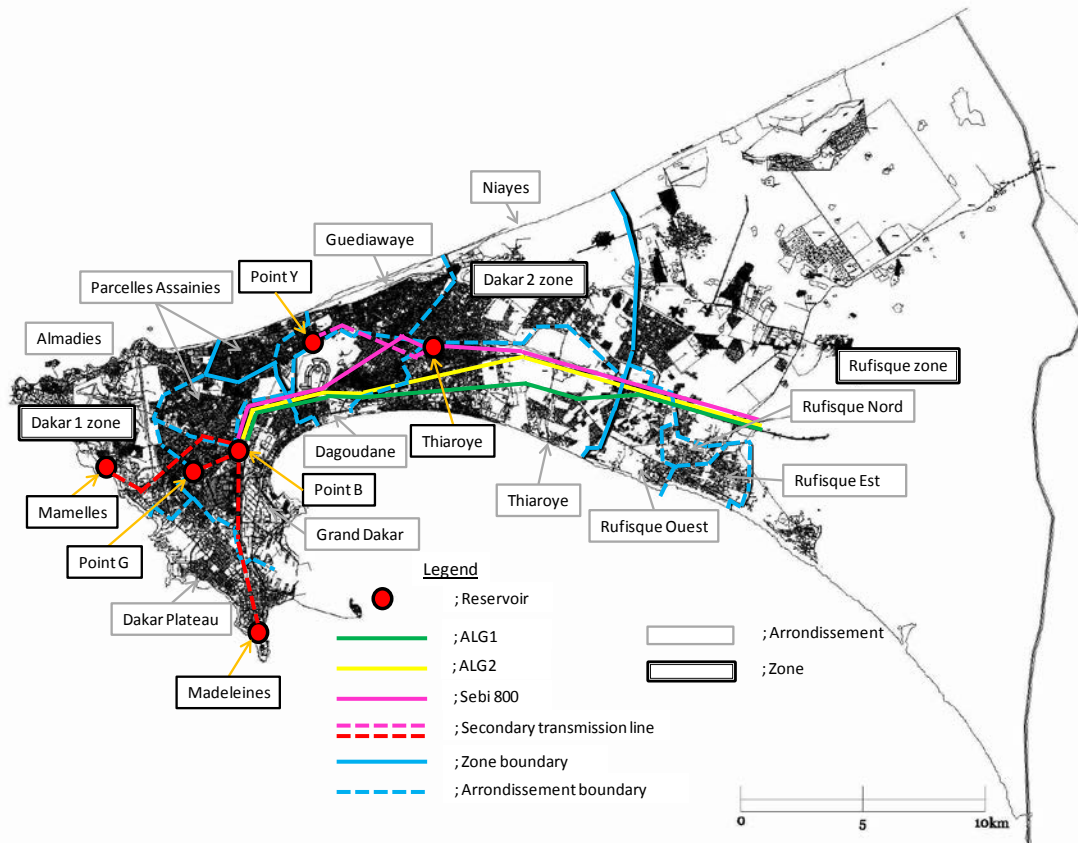


Source: Équipe d'Étude de la JICA

Image 3.4.5 Un des « Nouveaux Réservoirs » aux Mamelles

Le Groupe de Réservoirs des Mamelles couvre toute la Zone de Dakar 1 et une partie de la Zone de Dakar 2, à l'échelle de la commune d'arrondissement. Leur capacité totale de stockage est la plus grande de la région de Dakar. Le Point Y et la conduite d'adduction entre le Réservoir du Point Y et l'usine de Thiaroye couvre la Zone de Dakar 2. Dans la Zone de Rufisque, toute l'eau distribuée provient directement des conduites d'adduction ALG1 et ALG2.

La distribution d'eau vers la Zone de Dakar 1 en 2014 était de 154 000 m³/an (soit 56,28 millions de m³/jour) alors que la capacité de stockage des réservoirs est de 57 200 m³. Ainsi, la capacité totale de stockage est égale au volume de distribution pour une durée 8,9 heures.



Source: Équipe d'Étude de la JICA sur la base des informations de la SONES

Figure 3.4.7 Localisation des Réservoirs de Distribution d'Eau Existants/Groupes de Réservoirs dans la Région de Dakar

Tableau 3.4.4 Réservoirs de Distribution d'Eau dans la Région de Dakar

Zone	Désignation	Réservoir	Capacité (m ³)	Année de construction	Zone de desserte (Commune d'Arrondissement)	
Dakar 1	Groupe de Réservoirs des Mamelles	Groupe des Vieux Réservoirs	2 500 x 2	5 000	1925	Dakar 1 : Almadies, Dakar Plateau, Grand Dakar, Dakar 2: Parcelles Assainies
		Groupe des Nouveaux Réservoirs	5 000 x 1	5 000	1980	
			10 000 x 1	10 000	2003	
			15 000 x 1	15 000	2003	
		Sous-total	-	35 000	-	
	Réservoir du Point G	5 000 x 1	5 000	1952	Dakar 1 : Dakar Plateau, Grand Dakar	
	Réservoir du Point B	5 000 x 2	10 000	1966, 1971	Transmission vers le Groupe de Réservoirs des Mamelles, Réservoir du Point G, Groupe de Réservoirs des Madeleines	
	Groupe de Réservoirs des Madeleines	1 000 x 6	6 000	1930	Dakar 1: Dakar Plateau	
		600 x 2	1 200	1925		
		Sous-total	7 200	-		
	Total Dakar 1		57 200	-	-	
Dakar 2	Réservoir du Point Y	5 000 x 2	10 000	1950	Dakar 2: Guediawaye, Pikine, Niayes, Thiaroye	

* Il n'existe aucun réservoir de distribution dans la Zone de Rufisque.

Source: Équipe d'Étude de la JICA, données basées sur des informations de la SONES

(2) Âge des conduites de distribution d'eau

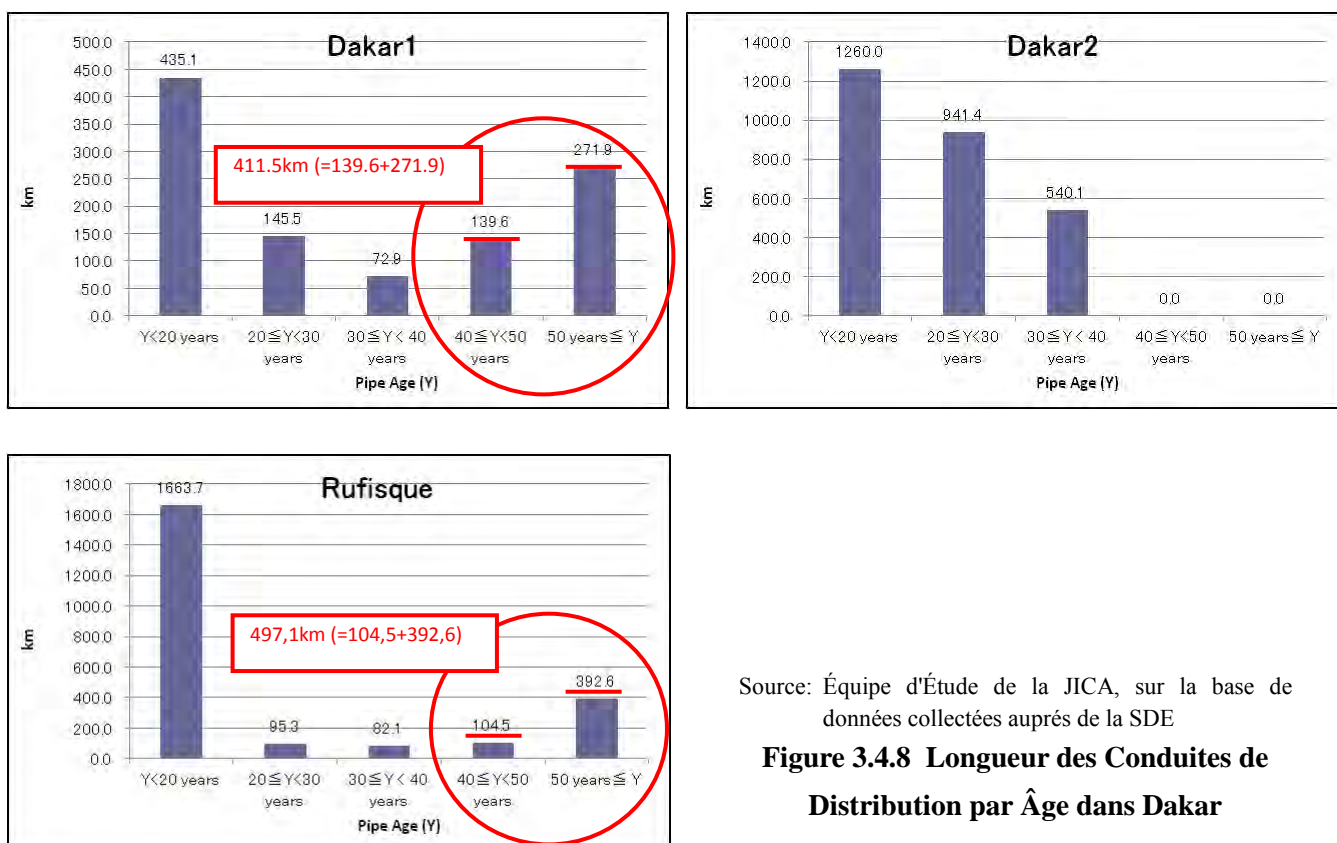
De manière générale, il est considéré que la durée de vie d'une conduite est de 40 ans. Les années de service des conduites de distribution après leur installation dans le réseau de distribution de la région de Dakar sont résumées dans le Tableau 3.4.5 et la Figure 3.4.8.

Dans les Zones de Dakar 1 et Rufisque 2, 38,6% et 21,3 % des conduites de distribution ont été installées il y a 40 ans ou plus respectivement. Dans la Zone de Dakar 2, il n'y a pas d'aussi vieilles conduites parce qu'elles ont été intensivement renouvelées en 2012 par la SONES et la SDE.

Tableau 3.4.5 Longueur des Conduites de Distribution par Zone et Âge dans la région de Dakar (En 2013)

Zone	Années < 40 ans		Années ≥ 40 ans		Total	
	Longueur	%	Longueur	%	Longueur	%
Dakar 1	653,5 km	61,4	411,5 km	38,6	1 065,0 km	100,0
Dakar 2	2,741.4 km	100,0	0,0 km	0,0	2 741,4 km	100,0
Rufisque	1,841.2 km	78,7	497,1 km	21,3	2 338,3 km	100,0
Total	5,236.1 km		908,6 km		6 144,7 km	

Source: Équipe d'Étude de la JICA, sur la base de données collectée auprès de la SDE



Source: Équipe d'Étude de la JICA, sur la base de données collectées auprès de la SDE

Figure 3.4.8 Longueurs des Conduites de Distribution par Âge dans Dakar

(3) Matériaux des conduites de distribution d'eau

D'après l'inventaire des conduites de distribution mené par la SDE, parmi 6 100 km de longueur totale de conduites de distribution d'eau, 5 500 km sont en Chlorure de Polyvynyle (PVC), et la majeure partie restante est en fonte comme présenté dans le Tableau 3.4.6. Il est noté que la "fonte" est un type

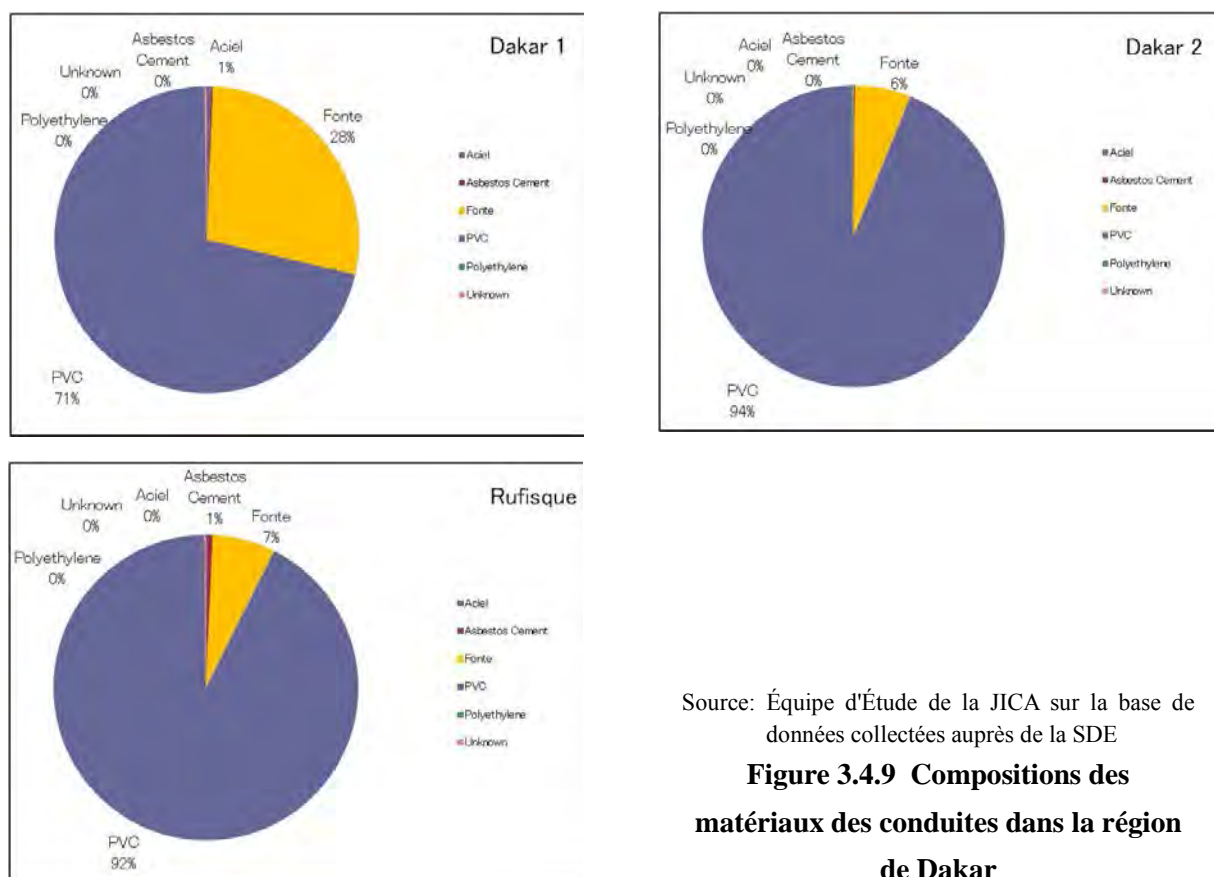
de matériau incluant les anciens et nouveaux types de fonte. L'inventaire inclut une plus grande catégorisation de ces divers genres de fonte néanmoins il y a un grand nombre de catégories douteuses. Par exemple, dans l'inventaire des listes de données, il y a beaucoup de conduites en fonte ductile de petits diamètres tels que 63 mm mais il n'y a aucun produit en fonte ductile avec ce petit diamètre. Par conséquent, ce présent Rapport n'indique pas une catégorisation supplémentaire des conduites en fonte ductile pour éviter de fournir des informations incorrectes. .

Tableau 3.4.6 Matériaux des Conduites par (Unité: km)

Zone	Acier)	Ciment Asbestos	Fonte	PVC	Polyéthylène	Inconnu	Total
Dakar 1	4,2	2,7	298	757	0,6	2,4	1 064,9
Dakar 2	0,1	4,5	164,4	2,565,8	5,6	1,1	2 741,5
Rufisque	1,1	16,2	155,8	2 160,3	1,7	3,1	2 338,2
Total	5,4	23,4	618,2	5 483,1	7,9	6,6	6 144,6

Source : Équipe d'Étude de la JICA , sur la base de données collectées auprès de la SDE

La composition du matériau par zone est décrite dans la Figure 3.4.9. Le PVC est le principal matériau utilisé dans toutes les zones, comptabilisant respectivement: 71% pour la Zone de Dakar 1, 94% pour la Zone de Dakar 2 et 92% dans la Zone de Rufisque. La Fonte est le deuxième principal matériau, qui occupe respectivement 28 % dans la Zone de Dakar 1, 6 % dans la Zone de Dakar 2 et 7 % dans la Zone de Rufisque.



Source: Équipe d'Étude de la JICA sur la base de données collectées auprès de la SDE

Figure 3.4.9 Compositions des matériaux des conduites dans la région de Dakar

3.4.7 Stations de Pompage

Les systèmes d'approvisionnement en eau existants provenant des UTE de KMS et de Ngnith à la station de pompage du Point B dans la Ville de Dakar et les ouvrages des stations de pompage sont décrits dans le Tableau 3.4.7. Pour satisfaire la demande en eau fluctuante, le débit de pompage est contrôlé par le système de contrôle de vitesse. Le système de ballons d'air dénommé "ballon anti-bélier" permet de protéger les conduites contre les coups de bélier, est situé au niveau de la station de pompage de KMS et des surpresseurs des ALG 1& 2. Les pressions et niveaux d'eau dans les ballons anti-béliers pour la protection contre les coups de bélier sont supervisés de manière appropriée et leurs fonctions sont maintenues.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Image 3.4.6 Pompes Existantes dans la Station de Pompage du Point B

La station de pompage du Point B refoule dans les réservoirs de distribution de la région de Dakar, incluant le Réservoir des Mamelles. Les conditions d'exploitation et les spécifications des équipements mécaniques dans les stations de pompage existantes sont présentées dans le Tableau 3.4.9. Après la construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles, la station de pompage du Point B diminuera ou arrêtera le refoulement d'eau vers les réservoirs des Mamelles, auxquels la nouvelle usine de dessalement va transférer l'eau traitée en retour.

Tableau 3.4.7 Capacité de Maintenance et Spécifications Techniques dans les Principales Stations de Pompage Existantes

Station de Pompage	KMS	MEKHE	CARMEL	POINT-B		
				Au Mamelles	Au Madeleines	Au Point-G
Type de pompe	DS	DS	DS	ES	ES	ES
Quantité en marche	4	4	4	3	2	2
Quantité de secours	1	1	1	0	2	1
Capacité (m ³ /h)	1 410	2 500	3 200	1 000	450	450
Hauteur manométrique total (m)	237	200	68	70	65	30
Puissance motrice (kW)	1 300	2 000	900	300	110	55
Méthode de fonctionnement	VS	VS	VS	MS	MS	MS
Capacité de la maintenance	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne

Note: DS : Pompe à volute double aspiration
ES : Pompe d'aspiration terminale
SCV : Système de Contrôle de la Vitesse
SM : Sélection Manuelle

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Les équipements électriques dans les stations de pompage sont bien entretenus de manière similaire aux équipements mécaniques. L'UTE de KMS reçoit deux lignes électriques entrantes de 30kV. Deux

groupes électrogènes diesel pouvant alimenter deux pompes de transmission sont équipés comme dispositif de source électrique en cas d'urgence. Les ouvrages électriques dans les stations de pompage existantes sont listés dans le Tableau 3.4.8.

La tension de la ligne électrique alimentée par la SENELEC est présentée dans le Tableau 3.4.9 et les Hautes Tensions s'appliquent aux ouvrages à forte demande de puissance électrique. .

Tableau 3.4.8 Ouvrages Electriques Existants dans les Principales Stations de Pompage

Station de Pompage		KMS	MEKHE	CARMEL	POINT B
Ligne de réception de l'électricité		2	1	1	2
Réception de Tension (kV)		30	90	30	6,6
Tension du Principapl Engin (kV)		6,6	6,6	0,69	0.4
Basse Tension (kV)		0,4	0,4	0,4	0,4
Type de disjoncteur		VCB	VCB	VCB	VCB
Charge Electrique Prévues (MW)		6	8	4	2
Capacité de réception de l'électricité (MW)		8	16	8	3
Heures Annuelles Approximatives d'Interruption (heures)		20	Imprécis	Imprécis	Imprécis
Méthode de Contrôle de la Vitesse de l'Engin		VVVF	VVVF	VVVF	DOL
Mise en Application du Groupe Electrogène d'Urgence	Capacité totale du groupe électrogène (kVA)	3400	250	300	800
	Pompe conduite par le groupe électrogène	2 unités	0	0	1 unité
	Contrôle de l'Eclairage, et de la Ventilation,	100 %	100 %	100 %	100 %

Note: DV: Disjoncteur sous vide
 VVVF: Tension Variable Fréquence Variable
 DOL: Direct en Ligne

Source: Données provenant de la SONES et SDE, compilées par l'Equipe d'Etude de la JICA

Tableau 3.4.9 Catégories de Tensions des Lignes Electriques alimentées par la SENELEC

Symbole	Tension	Norme de la SENELEC
HT	60kV \leq	90kV and 225kV
MT	1kV < >60kV	6.6kV and 30kV
BT	\leq 1kV	400V

Source: SENELEC

3.4.8 Qualité de l'Eau

L'eau fournie à la région de Dakar est un mélange d'eau de surface du Lac de Guiers après traitement dans les UTE de Ngnith et KMS et des eaux souterraines des forages. La SDE effectue des analyses de la qualité de l'eau dans les ressources d'eau brute, les usines de traitement et les réservoirs de distribution, pour assurer une bonne qualité de l'eau. Les situations actuelles de la qualité de l'eau, au niveau de chaque point de surveillance sont décrites comme suit:

(1) UTE de Ngnith

Selon les données du 26 décembre 2014, l'eau brute provenant de l'UTE de Ngnith était de température 26,8 °C, pH 7,72 et conductivité électrique 186 μ S / cm et sont dans la gamme adéquate pour une eau potable destinée à la consommation. La turbidité de l'eau brute était dans l'intervalle de 15 à 40,9

NTU et l'ion de fer était dans la gamme de 0,22 à 0,44 mg / l. La Demande Chimique en Oxygène (DCO) en tant que quantité de permanganate de potassium était dans la gamme de 2,16 à 7,87 mg / l.

Après traitement au niveau de l'UTE, tous les paramètres de la qualité de l'eau mentionnés ci-dessus respectent les lignes directrices de l'OMS en matière d'eau potable, lesquelles sont 5 NTU pour la turbidité et 0,3 mg/l pour l'ion de fer, et la norme de référence de la SDE qui est 5,0 mg/l pour le DCO.

(2) UTE de KMS (Keur Momar Sarr)

Selon toujours les données du 26 décembre 2014, l'eau brute de l'UTE de KMS avait une température de 22,7 °C, une teneur en PH de 7.89 et conductivité électrique de 288 μ S / cm, lesquels paramètres étaient dans la gamme appropriée en matière d'eau potable. La turbidité de l'eau brute était dans la gamme de 5,7 à 27,2 NTU et l'ion de fer était dans la gamme de 0,2 à 0,9 mg / l. La Demande Chimique en Oxygène (DCO) en tant que quantité de permanganate de potassium était dans la gamme de 4,70 à 7,31 mg / l.

Après le traitement dans l'UTE, tous les paramètres de la qualité de l'eau mentionnés ci-dessus répondent aux lignes directrices de l'OMS en matière d'eau potable, lesquelles sont de 5 NTU pour la turbidité et de 0,3 mg / l pour les ions de fer, et la norme de référence de la SDE, qui est de 5,0 mg / l pour la DCO

(3) Forages

La SDE mesure la qualité chimique de l'eau dans les forages chaque mois de juin à décembre. L'Equipe d'Etude de la JICA a reçu de la SDE des données de qualité de l'eau de 51 forages. La qualité des eaux souterraines observée dans les données sur l'eau sont présentées comme suit par zones:

La Ville de Dakar: Le point N bis du forage du Point B a une forte concentration de chlorures de 738mg/L et une forte concentration en nitrate (NO₃) de 78 mg/L, lesquelles ne sont pas appropriées pour une eau de consommation. Les forages du champ de captage des Mamelles sont appropriés pour l'eau potable. Quatre forages dans le champ de captage de Thiaroye ont été abandonnés, du fait de leurs fortes teneurs en chlorure, manganèse et nitrate qui dépassent les lignes directrices de l'OMS en matière d'eau potable.

La Banlieue de Dakar (située entre le Réservoir de Thiès et Dakar): la teneur en ion de fer et la turbidité dépassent les lignes directrices de l'OMS en matière d'eau potable (0,3 mg/L et 5 NTU respectivement) au niveau de tous les forages. Les valeurs en ion de fer varient de 0,5 à 1,4 mg/ L. Les valeurs de turbidité sont proportionnelles aux valeurs d'ions de fer. Si la teneur en ion de fer est élevée, la turbidité est aussi élevée.

Au niveau de la Périphérie (entre la station de pompage de Mékhé et Louga): la qualité de l'eau de tous les forages respecte les lignes directrices de l'OMS en matière d'eau potable. Selon la conductivité électrique et la qualité de l'eau des forages de captage sont très excellentes pour l'eau potable.

(4) Réservoirs de Distribution

La qualité chimique de l'eau dans les réservoirs de distribution dans la région de Dakar est régulièrement suivie par la SDE. Selon les résultats mensuels de mesure de 2014, il n'y a aucun problème lié à la qualité de l'eau dans les réservoirs de Thiès, Point B et Mamelles, qui contiennent de l'eau traitée des UTE de Ngnith et KMS. Cependant, la teneur en ion de fer dépasse les lignes directrices de l'OMS en matière d'eau potable (0,3 mg / l) dans la plupart des réservoirs qui reçoivent les eaux souterraines des forages de Pout Kirène et Pout Sud.

(5) Réseaux de Distribution

En conformité avec le Contrat de Performance avec la SONES, la SDE fait l'analyse la teneur en coliformes fécaux dans les réseaux de distribution d'eau de tout le pays. Selon les données annuelles microbiologiques de 2014 pour la région de Dakar, 4 564 échantillons au total ont été prélevés dans les conduites de distribution d'eau. En conséquence, des bactéries ont été trouvées dans seulement 55 échantillons soit un taux de 1,2% du nombre total d'échantillons.

3.4.9 Pression de l'Eau

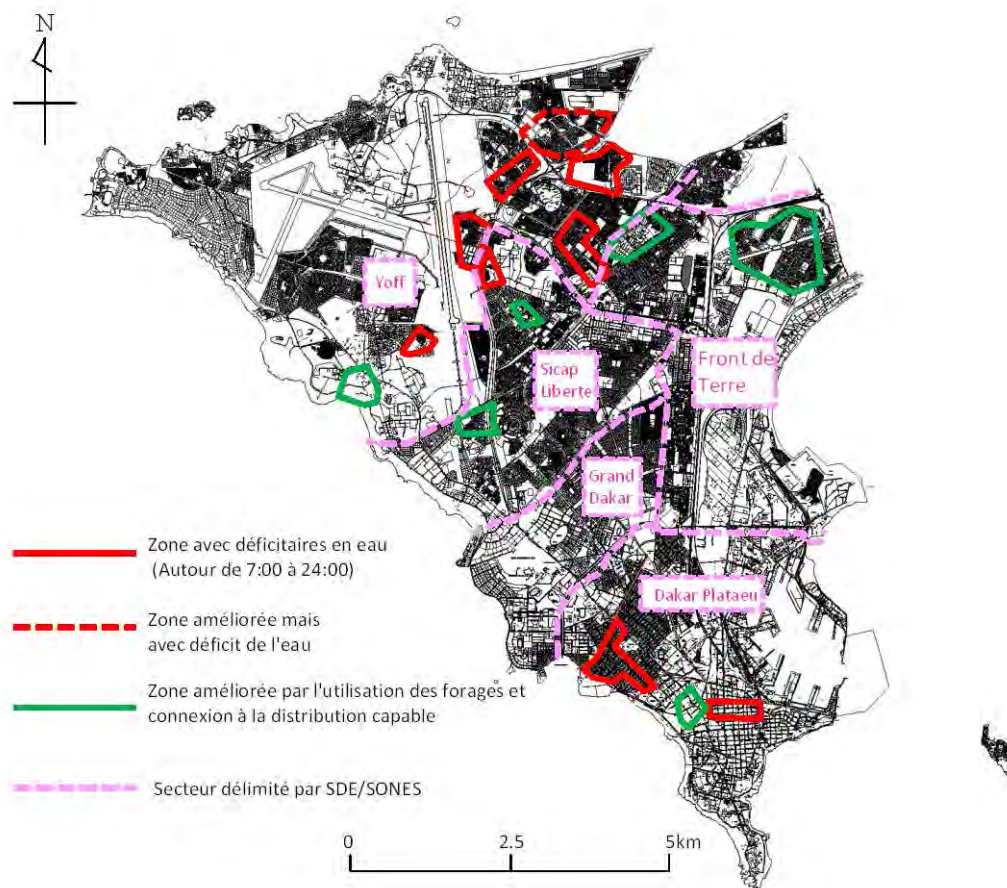
La SDE a installé des manomètres dans les zones où les déficits hydriques causées par des faibles pressions d'eau ont été signalés comme étant très faibles à identifier exactement des zones souffrant de la basse sérieuse pression. Sur la base des résultats des mesures, la SDE a effectué des travaux d'amélioration au niveau des zones à basse pression comme le montre la Figure 3.4.10. Les travaux d'amélioration servent à réorganiser le système de distribution de sorte que les secteurs soient alimentés par des conduites de distribution différentes qui ont de plus grandes capacités ou de déplacer la source de l'eau du système ALG vers les forages situés à proximité des zones de basse pression.

Présentement, selon la Figure 3.4.10, les zones de basse pression sont principalement situées à Yoff, où la basse pression a été aussi signalée dans l'enquête de référence sociale réalisée dans le cadre de l'Étude (Voir Tableau 3.3.9), et au niveau du Plateau. Dans le passé, il existait plusieurs zones de basse pression au niveau de Sicap Liberté et Front de Terre. Cependant, les travaux d'amélioration du réseau ont pu résoudre ces problèmes à l'exception d'une zone dans Sicap Liberté.

Comme mentionné ci-dessus, la SDE fournit des efforts dans l'amélioration de la pression de l'eau. Cependant, l'Équipe d'Étude de la JICA a mis l'accent sur les difficultés suivantes relatives à l'amélioration de la pression de l'eau.

- La SDE possède seulement 10 unités de manomètres. Par conséquent, la mesure points de pression est très limitée. Il est prévu qu'il existe un grand nombre de zones à faible pression en outre de celles mesurées présentement.
- La faible pression se produit au moment des activités y compris aux heures de pointe. En plus, comme signalé dans l'enquête de référence sociale de l'Étude, la pression n'est pas seulement faible mais aussi instable au niveau des larges zones.

- Le réseau de distribution dans la Zone de Dakar 1 n'est pas sectorisé en « secteurs ». La mise en place de secteurs est essentielle et constitue une étape initiale prouvée afin d'améliorer la pression de l'eau et la gestion des pertes en eau. Par conséquent, la sectorisation s'avère nécessaire dans cette Zone.
- La SDE a procédé à l'amélioration de la pression de l'eau dans certaines zones en organisant le réseau de distribution d'eau et les ressources en eau. Cependant, ces contremesures sont des mesures d'urgence. Des mesures fondamentales basées sur un plan d'amélioration détaillé et complet prenant en compte les situations hydrauliques dans l'ensemble du réseau de distribution doivent être prises en considération. Ces mesures fondamentales incluront un agrandissement des conduites de distribution existantes et l'installation de pompes surpresseurs sur la base de calculs hydrauliques.
- Les zones en développement ont tendance à souffrir de la faible pression de l'eau. La faible pression dans ces zones pourrait s'accroître en raison du développement futur dans la Zone de Dakar 1.



Source: Équipe d'Étude de la JICA, sur la base de données fournies par la SONES et lors de la visite de site avec la SDE

Figure 3.4.10 Distribution de l'Eau dans les Secteurs de Déficit en raison de la Faible Pression dans la Zone de Dakar 1 en 2015 et 2015

3.4.10 Fuites et Pertes d'Eau

(1) Volume d'Eau Non-Facturée (ENF) et Ratio du Volume d'ENF

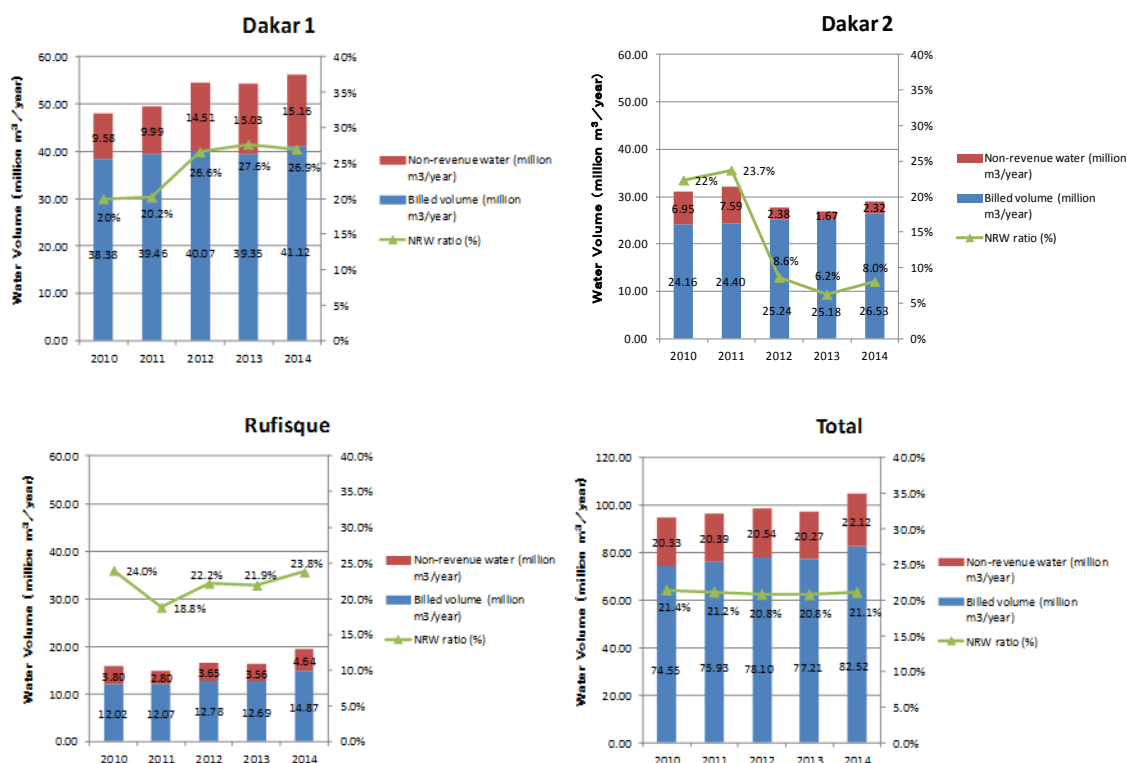
Les Volumes d'Eau Non Facturée et Ratios par zone dans la région de Dakar de 2010 à 2014 sont présentés dans la Figure 3.4.11.

Dans la région de Dakar, comme total des Zones de Dakar 1, Dakar 2 et Rufisque, le Ratio d'ENF a présenté une stabilité de 2010 à 2014. Cependant, le Volume d'ENF a progressivement augmenté de seulement plusieurs % entre 2010 à 2014.

Dans la Zone de Dakar 1, le Ratio d'ENF était stable à environ 20% en 2010 et 2011, mais il a augmenté de manière significative à 26,6 % en 2012 et a maintenu depuis lors un ratio d'environ 27%. Le Volume d'ENF de la Zone de Dakar 1 représente le pire parmi les trois Zones dans la Région de Dakar et est marqué par une tendance à l'expansion. Les situations les plus sérieuses dans la Zone de Dakar 1 peuvent également s'expliquer en mettant l'accent sur le Volume d'ENF, qui a enregistré une augmentation de 52%, passant de 10 millions de m³/an (27 000m³/jour) en 2011 à 15 200 000 m³/an (42 000m³/jour) en 2014. Le Volume d'ENF enregistré en 2014 est supérieur à l'actuelle capacité de production de l'UTE de Ngnith (40 000 m³/jour).

La Zone de Dakar 2 présente le plus faible ratio d'ENF dans toute la région de Dakar à partir de 2012. Le ratio a été considérablement abaissé de 23,7 % en 2011 à 8,6 % en 2012, ce qui serait le résultat d'un travail intensif de renouvellement du réseau de distribution en 2012 par la SONES et la SDE. Le volume d'ENF a également baissé de 7,6 millions de m³/an (21 000m³/jour) en 2011 à 2.400.000 m³/an (7.000m³/jour) en 2012. Étant donné que le ratio et le volume d'ENF dans la zone de Dakar 2 sont beaucoup moins élevés que ceux de la Zone Dakar 1. L'ENF dans la Zone de Dakar 2 n'est pas inquiétant jusqu'ici.

Dans la Zone de Rufisque, le Ratio d'ENF a une fois diminué à 18,8% en 2011 mais il a progressivement augmenté pour atteindre 22,2% en 2012 et 23,8 % en 2014. Le volume d'ENF a présenté la tendance similaire, qui, une fois diminué, passant de 3,8 millions de m³/an (10 000m³/jour) en 2010 à 2,8 (8 000m³/jour) en 2011, mais a augmenté à 4,6 (13 000m³/jour) en 2014. Bien que le volume d'ENF soit en constante augmentation, le volume d'ENF est de loin inférieur à celui de la Zone de Dakar 1. La tendance aggravante doit être surveillée, mais la priorité est évidemment dans la Zone de Dakar 1.



Source: Équipe d'Étude de la JICA, sur la base des données collectées auprès de la SDE en 2015

Figure 3.4.11 Volume et Ratio d'ENF par Zone dans la région de Dakar

(2) Indice Linéaire de Pertes

Afin d'indiquer le rendement du réseau de distribution, l'Indice de Perte Linéaire (ILP) est utilisée dans « l'ETUDE D'IMPACT DU RENOUVELLEMENT DU RESEAU SUR LE RENDEMENT, 2010 » que la SONES a confié à un cabinet de consultance italien afin d'analyser les conditions des pertes d'eau à l'échelle nationale. L'ILP est définie comme suit:

$$ILP \text{ (m}^3\text{/jour/km)} = \text{Volume d'ENF (m}^3\text{/jour)} / \text{Longueur du réseau de distribution (km)}$$

Basé sur la longueur du tuyau présenté dans le Tableau 3.4.7 et les volumes d'ENF présentés à la Figure 3.4.11, l'ILP de chaque zone est calculé comme illustré dans le Tableau 3.4.10. L'ILP de la zone de Dakar 1 est extrêmement plus élevé que les autres zones et augmente année après année. Surtout, L'ILP dans la Zone de Dakar 1 a augmenté de 51% de 25,7 en 2010 à 37,3 en 2012 et présenté une tendance progressive haussière depuis 2012. Cela indique que la performance du réseau de distribution de la zone de Dakar 1 est significativement en détérioration.

Tableau 3.4.10 Indice Linéaire de Perte par Zone

Zone	Longueur du réseau de distribution (km)	ILP: Indice Linéaire de Perte (m ³ /j/km)				
		2010	2011	2012	2013	2014
Dakar 1	1.065	24,7	25,7	37,3	38,7	39
Dakar 2	2.741	6,9	7,6	2,4	1,7	2,3
Rufisque	2.338	4,4	3,3	4,3	4,2	5,4

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(3) Situation des Fuites dans la Zone de Dakar 1

Les zones où les fuites d'eau ont été fréquemment signalées dans la Zone de Dakar 1 en 2014 sont présentées sur la Figure 3.4.13. La SDE a divisé la Zone de Dakar 1 en quatre (4) secteurs, à savoir Plateau, Grand Dakar, SICAP et Almadies Ouest Foire.

Le nombre de fuites au niveau des conduites de distribution et des raccordements aux services par secteurs est présenté dans la Figure 3.4.13. Les secteurs ayant enregistré les plus importantes fuites ont été signalées au niveau des Almadies Ouest Foire, suivie du Plateau, de la SICAP et de Grand Dakar. Les fuites au niveau des raccordements sont plus fréquentes que celles au niveau des conduites de distribution dans tous les secteurs. La SDE attribue ces fréquentes fuites signalées aux Almadies Ouest Foire du fait de la vaste zone et des dégâts accidentels causés par les travaux de construction des autres services tels que les égouts, câbles électriques, les lignes de communication vu que la zone est en développement. Cependant, le nombre de fuites aux Almadies Ouest Foire est évidemment vaste comparé à celui des SICAP, néanmoins le secteur des Almadies Ouest Foire, en excluant celui de l'Aéroport est presque le même comme celui du secteur des SICAP. Similairement, le Plateau enregistre aussi le même taux élevé de fuites pour le secteur.

Du point de vue du diamètre de la conduite, les conduites de distribution de diamètre 60/63 mm sont à l'origine des plus fréquentes fuites, s'en suivent les conduites de diamètre de 80/90 mm, 100/110 et 150/160 comme indiqué sur la Figure 3.4.14. En outre, les fuites au niveau des conduites de distribution entre 60/63 mm et 100/110 mm occupent un taux de 93% du nombre total. Dans l'ensemble, les conduites de petit diamètre ont tendance à subir une détérioration plus importante que les conduites de plus grand diamètre.

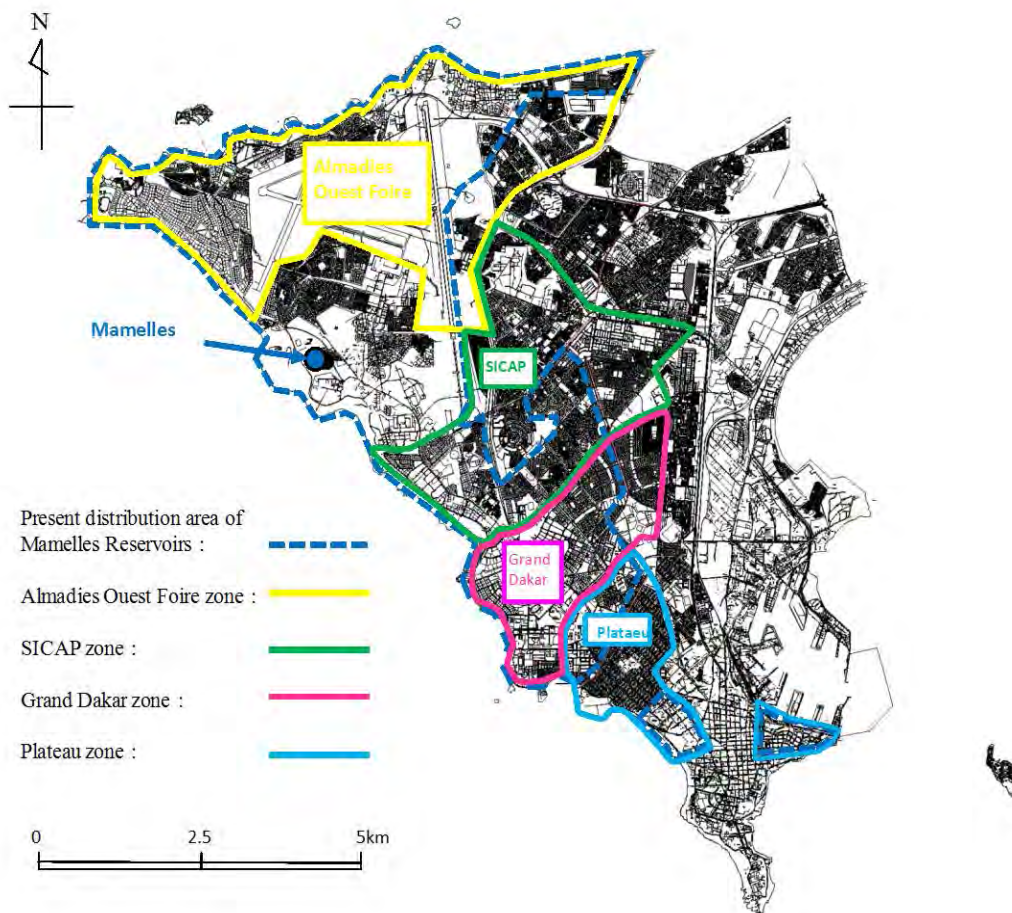
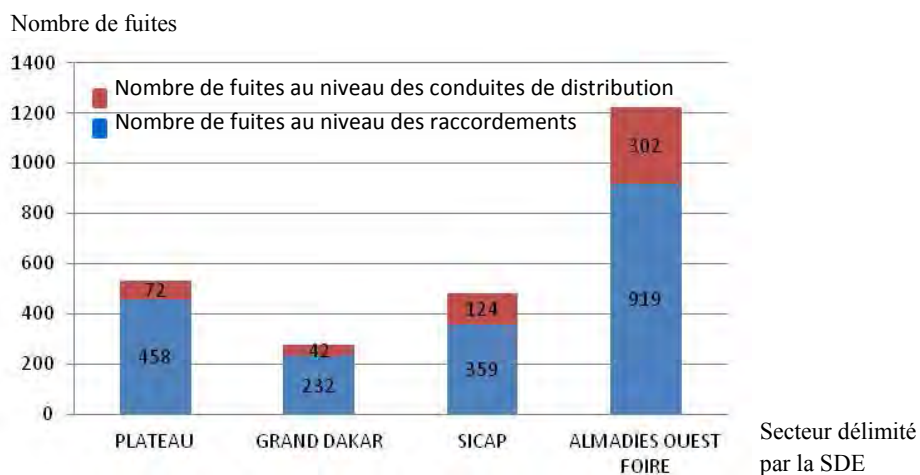
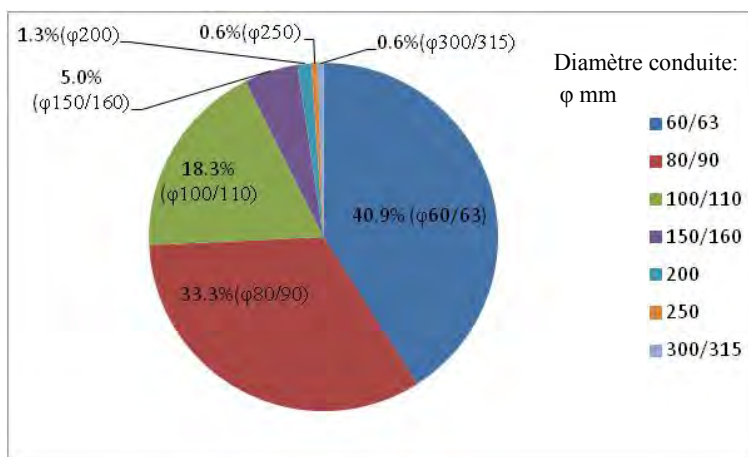


Figure 3.4.12 Zones de fuites dans la zone de distribution actuelle du groupe de Réservoirs des Mamelles et ses environs



Source: Équipe d'Étude de la JICA, sur la base de données fournies par la SONES

Figure 3.4.13 Nombre de Fuites par Secteur en 2014



Source: Équipe d'Étude de la JICA, sur la base des données fournies par la SONES

**Figure 3.4.14 Composition du Nombre de Fuites
par Diamètre de Conduite d'Eau en 2014**

3.5 Situation Financière des Acteurs du Secteur et Tarif de l'Eau

3.5.1 Situation Actuelle et Historique de l'Evolution Tarifaire de l'Eau

(1) Grille tarifaire actuelle

La grille tarifaire actuelle de l'eau et de l'assainissement de la SONES datant de Juillet 2015 est indiquée dans le Tableau 3.5.1. Les mêmes tarifs sont appliqués dans toute la zone où la SONES est en charge du service d'approvisionnement en eau. Pour les usagers domestiques, le taux réduit est appliqué aux 20 premiers m³ par 60 jours consommés soit 202 FCFA/m³, ensuite le taux augmente progressivement jusqu'à 878 FCFA/m³ TTC. Le tarif au niveau des branchements par borne fontaine est également maintenu inférieur à 366 FCFA/m³ pour alléger la charge du tarif de l'eau sur les consommateurs défavorisés.

Il n'existe pas de catégorie de tarif spécifique aux usagers industriels et commerciaux. La caractéristique importante à noter est le tarif élevé appliqué aux structures de l'administration (agences et directions), le tarif de 2 559 FCFA/m³ est environ trois fois plus élevé que le tarif moyen.

Tableau 3.5.1 Grille Tarifaire Actuelle de l'Eau et de l'Assainissement de la SONES (FCFA/m³)

Category		Water Tariff	Sanitation Tariff	Tariff Without Tax	Tariff With Tax	
1. Residents	Water meter = 15 mm	0 - 20 m ³ in 60 days	186.55	13.50	200.05	202.00
		21 to 40 m ³ in 60 days	631.14	61.63	692.77	697.97
		41 to 100 m ³ in 60 days	655.65	84.31	739.96	878.35
	Water meter > 15 mm	-	655.65	84.31	739.96	878.35
2. Non-Residents	Senegalese Administration	-	1868.88	295.00	2163.88	2558.58
	Municipality	-	-	-	-	-
	Municipality schools	-	-	-	-	-
	Trade houses	-	655.65	84.31	739.96	878.35
	Foreign Administration	-	-	-	-	-
	Public Institutions	-	-	-	-	-
3. Standpipes, Social	Religious Institutions	-	-	-	-	-
	Standpipes	-	-	-	-	-
	Public Lavatory	-	239.05	66.73	305.78	366.02
	Market Vents	-	-	-	-	-
4. Farmers	Non Profit Religious Institutions	-	-	-	-	-
	Small vegetable farmers	0 to 3,000 m ³ in 60 days	102.92	0.00	102.92	123.40
	Industrial vegetal farmers	3,000 to 20,000 m ³ in 60 days	467.31	0.00	467.31	553.38
	Parks and public gardens	Over 20,000 m ³ in 60 days	655.65	84.31	739.96	878.35

Source: SONES

(2) Historique de l'évolution des prix

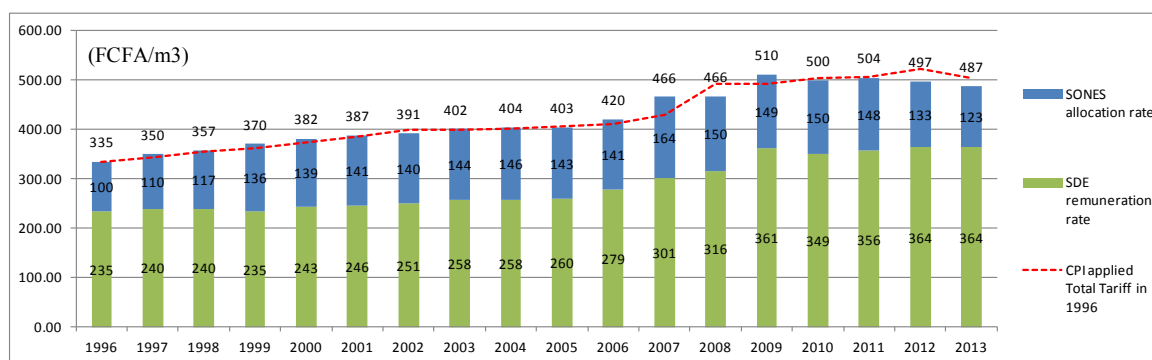
Le tarif moyen de l'eau appliqué à tous les usagers et la composition des taux de rémunération à la SDE sont indiqués sur la Figure 3.5.1.

Le tarif moyen de l'eau est passé de 335 FCFA/m³ en 1996 à 487 FCFA/m³ en 2013. La ligne rouge indique le prix initial en 1996 suivant l'application par année de l'IPC (Indice des Prix à la Consommation) jusqu'en 2013. La ligne rouge correspond approximativement à la moyenne tarifaire, elle montre en vérité que les tarifs augmentent de manière progressive par rapport au taux d'inflation.

Le modèle de répartition des revenus entre la SONES et la SDE est déterminé en fonction de la formule du taux de rémunération par 1 m³ d'eau vendue comme décrit dans l'actuel Contrat d'Affermage.

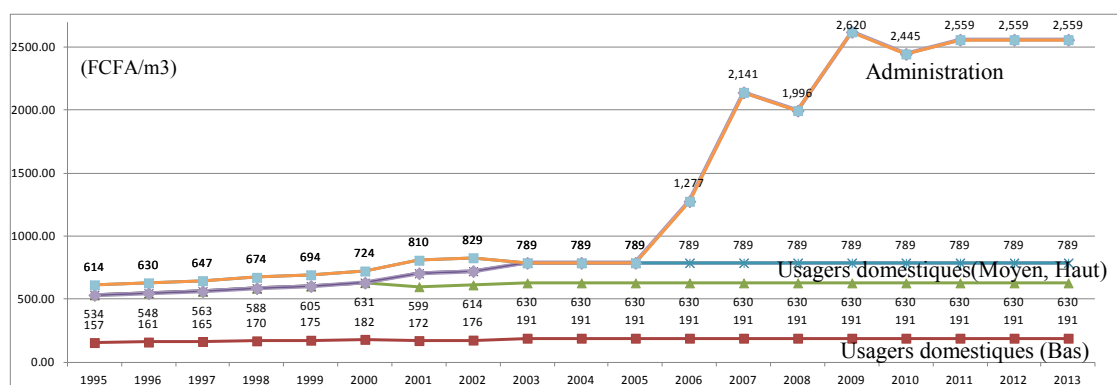
Les taux des tarifs moyens mentionnés ci-dessus montrent une augmentation progressive, cependant la variation des tarifs en fonction des catégories d'utilisateurs décrit une toute autre implication comme l'indique la Figure 3.5.2. De 1996 à 2003, le tarif de toutes les catégories d'utilisateurs a augmenté suivant l'inflation des prix. Toutefois, de 2003 à 2014, seul le tarif de la catégorie « Administration » a connu une importante hausse d'environ trois fois son tarif précédent, tandis que le tarif des autres catégories est presque resté constant. Par conséquent, le paiement de la catégorie de l'Administration représente 27,8% de l'ensemble des recettes du service en 2014. Cette différence tarifaire de l'eau peut s'expliquer par le fait que le Gouvernement a décidé d'alléger la charge du tarif de l'eau aux utilisateurs domestiques par l'octroi de subvention indirecte au profit des organisations gouvernementales.

La grille tarifaire appliquée aux utilisateurs domestiques est restée constante de 2003 à 2014, mais a enregistré une hausse en Mai 2015 d'environ 5-11%. Au cours d'une même période, de 2003 à 2014, le taux cumulé d'IPC au Sénégal s'élevait à 24%. Cela signifie que la véritable charge du tarif de l'eau pour les utilisateurs domestiques a baissé en valeur réelle d'environ 13-19% depuis 2013 et même après la révision tarifaire effectuée récemment en 2015.



Source: SONES, Taux d'IPC de la Banque Mondiale

Figure 3.5.1 Grille Tarifaire Moyenne et Répartition des Recettes entre la SONES et la SDE



Source: SONES

Figure 3.5.2. Historique de l'Evolution Tarifaire des Catégories Usagers Domestiques et Administration

(3) Problèmes sur le présent tableau de la grille tarifaire

Si les personnes vivant sous le seuil de la pauvreté sont prises en compte, un tarif réduit de 202 FCFA / m³ est appliqué sur la première tranche de consommation par branchement domestique jusqu'à 10 m³/mois. D'autre part, les usagers de borne-fontaine se retrouvent à payer 366 FCFA/m³. Plusieurs ONG ainsi que le Rapport de la Banque Mondiale ont eu à émettre des critiques sur le système actuel du fait que les personnes les plus démunies, ne pouvant pas bénéficier de branchement privé dans leur maison et qui se voient contraintes d'avoir recours aux bornes fontaines, sont tenues de payer les tarifs les plus élevés. Ils ont suggéré que le coût de branchement par borne-fontaine devrait être minimisé au niveau de toutes les catégories du point de vue de l'aide sociale aux personnes démunies.

En outre, tel que présenté dans la Figure 3.5.2, des paiements plus élevés sont recueillis auprès du secteur public afin de permettre à la SONES de gérer le service d'approvisionnement en eau de manière autonome. Vu la lourde charge qui pèse sur le secteur de l'administration, les structures administratives ont récemment tendance à réduire leur consommation en eau ou font preuve de réticence dans le paiement du tarif appliqué. Ceci pourrait avoir comme conséquence une réduction du chiffre d'affaires total de la SONES à l'avenir et les pousser à réexaminer l'équilibre tarifaire après enquête sur les populations locales concernant l'équité dans le paiement pour les services publics.

3.5.2 Mécanisme et Procédure de Fixation des Tarifs

(1) Mécanisme de fixation de la tarification

En octobre de chaque année, la SONES procède à une simulation de l'augmentation tarifaire annuelle susceptible de maintenir l'équilibre financier de la SONES et de la SDE pour l'Exploitation et la Maintenance ainsi que les travaux d'investissement. L'augmentation de chaque montant de dépenses de la SONES est estimée sur la base du rapport précédent. Le montant de rémunération de la SDE est calculé sur la base du Contrat d'Affermage.

Selon le Contrat d'Affermage, la grille tarifaire de toutes les catégories d'usagers devrait être haussée au même taux de manière simultanée, à l'exception de celui des usagers Maraîchers qui est maintenu constant. Toutefois, la situation actuelle fait état d'une tendance différente comme décrit dans le Tableau 3.5.2.

(2) Procédure d'approbation de la révision des tarifs de l'eau

La procédure d'approbation de révision des tarifs de l'eau, proposée chaque année par la SONES, est résumée dans le Tableau 3.5.2.

La proposition de révision des tarifs est envoyée au Premier Ministre et au Président de la République. S'il n'y a pas d'objection, le Ministre de l'Économie et des Finances signe l'Arrêté autorisant la nouvelle grille tarifaire. La procédure prend environ 1 à 2 mois.

Tableau 3.5.2 Procédure d'Approbation de la de Révision du Tarif de l'Eau

Procédure	Structures en charge
1. Formuler une proposition d'augmentation des tarifs	SONES, Division de l'Exploitation et de la Maintenance (ci-après dénommée « DEM »)
2. Approbation de la proposition	SONES, Directeur General
3. Envoi de la Lettre au Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement par la SONES	
4. Approbation du MHA (Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement)	MHA, Ministre de l'Hydraulique et de l'Assainissement
5. Approbation du Ministère de l'Économie et des Finances (ci-après dénommé « MEF »)	MEF, Ministre de l'Économie et des Finances
6. Approbation du Premier Ministre	Premier Ministre
7. Approbation du President	President de la République
8. Révision du tarif de l'eau après signature de la Lettre de proposition par le Ministre de l'Économie et des Finances	MEF, Ministre Économie et des Finances

Source: SONES

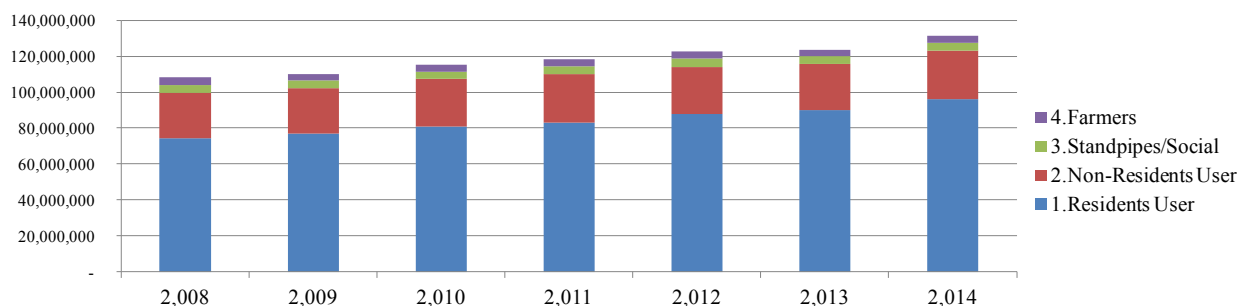
3.5.3 Montant et Composition des Recettes

Le bilan antérieur du volume d'eau facturé et des recettes total des redevances d'eau et d'assainissement sont résumés dans le Tableaux 3.5.3 et 3.5.4. Les recettes totales ont enregistré une hausse continue en corporation avec l'augmentation de la consommation d'eau et taux du tarif. Il a été noté que les usagers résidents ont enregistré une consommation de 73% du volume total d'eau et se sont acquittés de 53% des recettes totales en 2014. Les usagers non-résidents, incluant la catégorie « Administration » ont consommé 21% du volume total d'eau et payé 45% des recettes totales influencées par un taux tarifaire plus élevé.

Tableau 3.5.3 Volume d'Eau Facturé (Millier de m³)

	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014
1. Usagers Résidents	74 467	76 928	80 869	83 018	87 746	90 122	95 954
2. Usagers Non-Résidents	25 328	25 328	26 397	26 899	26 290	25 601	27 138
3. Bornes Fontaines/Cas Sociaux	4 083	4 073	4 212	4 431	4 896	4 441	4 230
4. Maraîchers	4 465	3 759	3 787	3 819	3 641	3 437	3 960
Total	108 344	110 088	115 265	118 167	122 574	123 601	131 282

Source: SONES



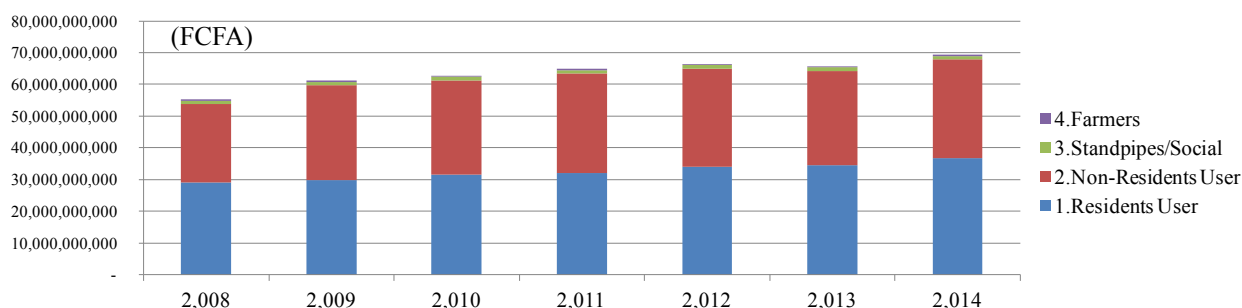
Source: SONES

Figure 3.5.3 Volume d'Eau Facturé

Tableau 3.5.4 Recettes Totales des Redevances d'Eau et d'Aissainissement sans la TVA (Million FCFA)

	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014
1. Usagers Résidents	29 043	29 903	31 485	32 167	33 977	34 414	36 866
2. Usagers Non-Résidents	24 759	29 823	29 739	31,238	30 929	29 833	30 996
3. Bornes Fontaines/Cas Sociaux	1 041	1 021	1 152	1 115	1 227	1 109	1 053
4. Maraîchers	422	355	358	361	344	325	374
Total	55 264	61 102	62 734	64 881	66 476	65 680	69 289

Source: SONES



Source: SONES

Figure 3.5.4 Recettes Totales des Redevances d'Eau et d'Aissainissement sans la TVA

3.5.4 Mécanisme des Frais de Rémunération du Contrat d'Affermage

(1) Formule de calcul des charges de rémunération stipulés dans le Contrat d'Affermage

Les montants de rémunération stipulés dans le Contrat d'Affermage sont déterminés en fonction de la formule décrite à l'Annexe 3 du Contrat d'Affermage. Les données historiques du taux de rémunération par m³ sont tel que représenté dans la Figure 3.5.1 (Formule de Calcul). La formule est la suivante;

$$\text{Montant de Rémunération} = \text{PE} \times \text{VCC} + \text{Ta} \times (\text{VRC} - \text{VCC})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{PE: Prix Exploitant du Fermier (FCFA/m}^3\text{)} \\ \text{VCC: Volume Contractuel Collecté (m}^3\text{/an)} \\ \text{TM: Tarif Moyen (FCFA/m}^3\text{)} \\ \text{VRC: Volume Réel Collecté (m}^3\text{/an)} \end{array} \right.$$

$$\text{VCC} = \text{VCP} \times \text{RT} \times \text{RC}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{VP: Volume Produit (m}^3\text{/an)} \\ \text{RCT: Rendement Contractuel Technique} = \text{montant facturé} / \text{Produit (0,85 en 2015)} \\ \text{RCC: Rendement Contractuel Commercial} = \text{Montant collecté} / \text{Facturé (0,97 en 2015)} \end{array} \right.$$

Le Prix Exploitant du Fermier (PE) a été décidé suite à une soumission d'offre de la SDE en 1996 pour le démarrage du Contrat d'Affermage. Basé sur le Contrat d'Affermage, le PE augmente automatiquement selon une formule convenue pour couvrir l'inflation du coût de la main d'œuvre, de l'électricité, des produits chimiques, etc. La révision du taux a été mise en œuvre sans aucune contradiction depuis 1996.

L'existence de l'écart entre le Volume Réel Collecté (VRC) et le Volume Contractuel Collecté (VCC) fonctionne comme mécanisme incitatif intégré dans le Contrat d'Affermage afin de maximiser les revenus totaux du service d'approvisionnement en eau. Ladite différence peut avoir une incidence positive ou négative sur le montant de la rémunération à la SDE.

Le VCC est calculé en multipliant le Volume Produit VP, le RCT et le RCC. Les deux derniers indices sont fixés à 0,85 et 0,97 pour l'année 2014 par le Contrat, alors que les véritables « rendement technique » et « rendement commercial » en 2014 étaient respectivement de 0,81 et 0,98. Par conséquent, le montant de rémunération de la SDE est réduit par l'écart entre les chiffres réels et contractuels en vertu de la présente condition. Même si La SDE s'est plaint du RCC trop élevé vu l'état réel du réseau de distribution, l'objectif n'a pas été modifié.

(2) L'avantage de la formule de rémunération dans le Schéma d'Affermage

Lié à la formule ci-dessus, le Rapport publié par la Banque Mondiale « Innovative Contracts, Sound Relationships: Urban Water Sector Reform in Senegal (2004) » a souligné le mérite de ce Contrat

d'Affermage par rapport à un schéma de concession habituel. Dans le schéma de concession habituel, l'exploitant montre une certaine réticence à orienter la desserte de l'eau des zones riches vers celles pauvres, étant donné qu'il accuse une baisse de ses revenus du fait de la politique de tarification basse appliquée dans les zones démunies pour des considérations sociales. Dans le Contrat d'Affermage, étant donné que la rémunération à la SDE dépend essentiellement du volume collecté, le secteur privé est motivé par l'extension de ses services sans tenir compte du montant des recettes nominale attendue de l'expansion. Ceci est un des mérites du Contrat d'Affermage au Sénégal comparé au schéma de concession habituel.

(3) Sanctions Prévues dans le Contrat d'Affermage

En plus du mécanisme de rétributions et de sanctions intégrées dans la formule de calcul de la rémunération, une autre sanction figure dans le Contrat d'Affermage (Article 5). L'interruption de l'approvisionnement en eau ainsi que la basse pression doivent être imputés à la SDE sur la base de la formule stipulée, la durée et le nombre d'usagers affecté. Toutefois, les indicateurs liés à la continuité du service et la pression de l'eau ne sont pas inclus dans les indicateurs de performance et le processus de suivi n'est pas clairement mentionné dans le contrat. Ce qui fait qu'aucune sanction n'a eu à être appliquée dans le passé.

3.5.5 Situation Financière de la SONES et de la SDE

(1) Situation Financière de la SONES

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

Tableau 3.5.5 États Financiers de la SONES

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

(2) Situation financière de la SDE

Le résumé des états financiers de la SDE est présenté dans le Tableau 3.5.6.

Si nous nous référons au compte résultat de l'exercice 2013 de la SDE, les produits d'exploitation et les dépenses d'exploitation s'élèvent respectivement à 76 milliards 008 millions de FCFA et 68 milliards 165 millions de FCFA. Les charges d'exploitation de la SONES et de l'ONAS sont défalquées du total des revenus, puis les montants fixes basés sur le contrat sont reversés à la SONES et à l'ONAS chaque mois par la SDE.

L'excédent brut après impôts de la SDE en 2013 s'élevait à 4 milliards 720 millions de FCFA, ce qui correspond à 6,2 % du produit d'exploitation. Au cours des dix (10) dernières années, la marge brute récurrente est restée positive, 2 à 10 %, et dénote d'une certaine stabilité de la situation financière de la SDE.

Dans le bilan de la SDE, l'actif immobilisé et le montant de la dette sont relativement faibles et s'élèvent respectivement à 19 milliards 373 millions de FCFA et 14 milliards 079 millions de FCFA étant donné que l'objectif principal de l'activité de la société est l'exploitation et la maintenance, les travaux et les investissements dorénavant confiés à la SONES ont été limités.

Par conséquent, la situation financière a été maintenue stable tant que les montants de rémunération demeuraient croissants, ce qui fait que les installations d'eau sous la charge de la SONES ont fonctionné sans problème. Tel que mentionné ci-dessus, la situation financière de la SDE est assez stable, cependant il convient de porter une attention particulière aux risques suivants afin d'assurer une gestion durable.

Tableau 3.5.6 États Financiers de la SDE

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

- 1) Évitez les longues interruptions de la distribution en eau.

Certains problèmes techniques, tels que la rupture de la conduite principale ou la contamination de l'usine de traitement de l'eau, se traduisent par la réduction du volume d'eau prélevé. Même si les pénuries d'eau ont été causées par le manque d'investissement résultant d'une faute de la SONES, la réduction du volume d'eau facturé aura un impact négatif sur le chiffre d'affaires de la SDE à court terme. Comme la majorité de la ressource en eau repose actuellement sur le Lac de Guiers, plus de souplesse dans la gestion des ressources en eau devrait permettre de réduire le risque financier de la SDE.

- 2) Approbation de l'augmentation de la rémunération ne devrait pas être refusé ou retardé

L'augmentation annuelle de la rémunération de la SDE est approuvée chaque année sans problème après le début du Contrat d'Affermage. Une plus prompte approbation devrait également être considérée dans l'avenir pour permettre à la société privée de réaliser un bénéfice adéquat, du moment que les objectifs fixés dans le présent Contrat d'Affermage sont atteints.

3.5.6 Sensibilisation du Public sur le Tarif de l'Eau

Dans cette Sous-section, le niveau de sensibilisation des usagers sur le tarif de l'eau est évalué. Tout d'abord, les opinions des usagers sur le tarif sont évaluées à partir des résultats des enquêtes par interview réalisées récemment par la SONES, le PEPAM (ci-après dénommé « Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire », la Banque Mondiale et l'Équipe d'Étude de la JICA. Ensuite, la capacité de payer des usagers a été évaluée sur la base des résultats de ladite enquête par questionnaire.

- (1) Résultat de la précédente enquête de référence sociale réalisée par la SONES sur le niveau de satisfaction des services en eau.

L'enquête sur le niveau de satisfaction des usagers sur les services d'approvisionnement en eau, dénommée « Enquête de Satisfaction des Clients » a été menée par la SONES en 2012 sur la base de 1 361 échantillons. Les résultats de l'enquête ont montré que 58,7 % des usagers ont répondu qu'ils sont globalement satisfaits du tarif actuel. Dans toutes les tranches tarifaires, la majorité des usagers ont considéré que les tarifs étaient assez acceptables et il qu'il n'y avait aucune objection concernant ces derniers.

Tableau 3.5.7 Niveau de Satisfaction sur la Grille Tarifaire de chaque Catégorie d'Usagers

Catégories d'usagers	Nombre d'échantillon	% usagers satisfaits du tarif
Usagers domestiques	1 281	58,7%
Usagers de borne fontaines	34	58,9%
Maraîchers	32	50%
Administration	14	64,7%
Total	1 361	58,7%

Source: Enquête de Satisfaction des Clients (SONES, 2012)

- (2) Résultat de la précédente enquête de la Banque Mondiale sur la volonté de payer le tarif de l'eau

Dans une étude précédente de la Banque Mondiale intitulée: « Étude de la Volonté de Payer les Services d'Eau Potable et d'Assainissement et Prévission de la Demande en Eau Potable et en Services d'Assainissement sur le Périmètre de l'Hydraulique Urbaine », la volonté à payer pour le tarif de l'eau est estimée par l'adoption de la MEC (Méthode d'Évaluation Contingente).

Sur 1 476 échantillons de ménages, les usagers sont classés comme suite « anciens usagers bénéficiant d'un branchement avant 2006 » et « nouveaux usagers connectés plus tard en 2006 ». La volonté de payer le tarif de l'eau est passée de -0,2% à + 1,3% du tarif présent pour les « anciens » et « nouveaux usagers ». Cela signifie tout simplement que les usagers sont prêts à payer environ le même montant que le tarif actuel.

Tableau 3.5.8 Comparaison entre le Présent Tarif et la Volonté de Payer

	Nombre d'échantillon	Tarif moyen (F CFA/2 mois)	VP (F CFA/2 mois)	Différence
Anciens usagers	1 047	12 789	12 759	-0,2%
Nouveaux usagers	429	8,944	9,063	+1,3%

Source: Étude de la Volonté de Payer les Services d'Eau Potable et d'Assainissement et Prévision de la Demande en Eau Potable et en Services d'Assainissement sur le Périmètre de l'Hydraulique Urbaine (Banque Mondiale, 2009)

(3) Résultats de l'Etude sur la volonté de payer réalisée dans le cadre du PEPAM

En 2015, la SONES a mis en œuvre une étude pour simuler le tarif futur de l'eau jusqu'en 2025 comme faisant partie du PEPAM (ci-après dénommée « Etude de la Tarification 2015 »). Dans le « Rapport 1 » sur l'Etude de la Tarification 2015, les résultats des entrevues de l'enquête sur le service d'approvisionnement en eau réalisées sur 1 540 échantillons dans le Sénégal sont résumés. Sur les 1 540 échantillons, 611 ménages habitent dans la Région de Dakar et ont accès aux services d'approvisionnement en eau de la SONES.

Comme présenté dans le Tableau 3.5.9, la volonté de payer qui a été relevée est dans la gamme de +0,0% à +4,8% en deça du présent tarif dans la Région de Dakar. La moyenne nationale est de +2,5%.

Tableau 3.5.9 Volonté de Payer des Usagers de l'Eau en plus du Niveau du Présent Tarif réalisée dans l'Etude sur la Tarification 2015

Zone		Nombre d'échantillons	Volonté de payer comparé au Niveau du Tarif
Zones dans la Région de Dakar	Dakar 1	229	0,0% - 4,8%
	Dakar 2	271	0,6% - 3,5%
	Rufisque	111	3,3%
Autres Zones		389	1,0 – 8,8%
Zones Entières		1,000	2,5%

Source: Tableau 1 et 39 du Rapport 1 de l'Etude sur la Tarification 2015

(4) Enquête de Référence Sociale

L'enquête de Référence Sociale de 600 échantillons a été réalisée en Mai 2015 dans le cadre de cette Étude pour évaluer les conditions de vie des usagers, leur satisfaction sur les services d'eau actuels et leur volonté de s'acquitter des redevances d'eau. Dans les questionnaires administrés aux usagers, la volonté de payer des frais additionnels pour le niveau tarifaire en vigueur est interrogée en supposant que le service d'eau soit approvisionné en continu pendant 24 heures et d'excellente qualité. Les usagers ont le choix de répondre à une question sur les 5 alternatives comme décrit dans le Tableau 3.5.10.

Sur 503 échantillons qui sont connectés au service d'eau de la SONES, seul 15 usagers ont consenti à s'acquitter du paiement supplémentaire. Tandis que le reste des usagers prévoit de payer le l'actuel niveau tarifaire même si le service d'eau s'améliore.

Tableau 3.5.10 Résultats de l'Enquête de Référence Sociale sur les UTE pour un Service d'Approvisionnement en Eau Amélioré

Réponses Choisies	Nombre de Réponses	Pourcentage
Même niveau que le tarif actuel	488	97,0%
0-2% de plus que le tarif actuel	12	2,4%
2-5% de plus que le tarif actuel	1	0,2%
5-10% de plus que le tarif actuel	1	0,2%
10-15% de plus que le tarif actuel	1	0,2%
Total	503	

Source: Résultats de l'Enquête de Référence Sociale réalisée par l'Équipe d'Étude de la JICA

Partant des trois enquêtes passées mentionnées ci-dessus et réalisées par la SONES, la Banque Mondiale et l'Équipe d'Étude de la JICA, il a été observé que les usagers sont dans l'ensemble satisfaits de l'actuel niveau tarifaire et de l'état du service d'approvisionnement en eau. Cependant, ils ne sont pas suffisamment consentants pour accepter une nouvelle hausse du tarif même si un meilleur service leur est fourni.

(5) Capacité de payer les tarifs de l'eau et de l'assainissement

Plusieurs bailleurs de fonds internationaux ont recommandé que les charges de l'eau et de l'assainissement ne doivent pas excéder la capacité de payer. En référence aux lignes directrices de la JICA (méthodologie d'analyse économique de la JICA pour l'étude du plan directeur - catégorie d'approvisionnement en eau), la BIRD a fixé la capacité de payer à 5 % (eau 4,0 %, assainissement 1 %) du revenu disponible, Organisation Panaméricaine de la Santé (ci-après dénommée « OPS ») quant à elle l'a fixée à 5 % (3,5% pour eau, assainissement 1,5%) du revenu total du ménage.

D'après les données de consommation d'eau fournies par la SONES, la consommation mensuelle moyenne des usagers domestiques en 2012 était de 17,1 m³/mois, ce qui correspond à un tarif mensuel de l'eau et de l'assainissement de 6 976 FCFA TTC au niveau tarifaire de 2015. Étant donné qu'un ménage au Sénégal est en moyenne composé de dix (10) personnes comme l'indique le modèle financier de la SONES, le paiement mensuel par personne sur la base de ce modèle est de 698 FCFA.

Si nous faisons référence aux données issues du recensement de l'ESOS-II réalisé en 2011, les dépenses mensuelles par personne s'élevaient à 23 718 FCFA dans toute l'étendue du territoire sénégalais (calculées à partir de la dépense annuelle par habitant, Tableau 3.1: 284 615 FCFA/année). Le montant converti au niveau du prix en vigueur en 2015 à 24 766 FCFA en multipliant l'ILP.

Par conséquent les dépenses en eau et assainissement représentent en moyenne les 2,8 % du montant total des dépenses, donc il est considéré que les usagers domestiques disposent de plus de capacité financière leur permettant de payer que le tarif actuel.

(6) Prévisions du Futur plan de tarification

L'Etude sur la Tarification réalisée en 2015 a simulé le futur tarif de l'eau jusqu'en 2025. Les grandes lignes des résultats de même que les observations de l'Equipe d'Etude de la JICA sont décrites dans la Section 10.4.

3.6 Assistanes Ultérieures, en Cours et Prévues des autres Bailleurs

(1) Projets Réalisés, en Cours et Financés par les Bailleurs de Fonds

Depuis les années 1990, l'assistance de différents Bailleurs de Fonds bilatéraux et multilatéraux a contribué à l'amélioration du système d'approvisionnement en eau potable de la région de Dakar. Les principaux bailleurs de fonds dans le secteur de l'approvisionnement en eau potable sont: l'Association Internationale de Développement (ci-après dénommée « IDA »), l'Agence Française de Développement (ci-après dénommée « AFD »), la Banque Européenne d'Investissement (ci-après dénommée « BEI »), le Groupe Allemand de Développement et Finance (ci-après dénommée « KFW ») et la Banque Ouest Africaine de Développement (ci-après dénommée « BOAD ») comme indiqué dans le tableau 3.3.1. En particulier, la collaboration entre l'IDA, l'AFD et la BEI a été considérable à la réalisation des projets majeurs suivants, relatifs au développement de l'approvisionnement en eau dans la région de Dakar:

- Le Projet Sectoriel Eau (PSE) : 1996-2004 (Réhabilitation de l'Usine de Traitement d'Eau Potable (UTEF) de Ngnith) et des conduites d'adduction d'eau
- Projet Eau à Long Terme (PLT) : 2002-2008 (Construction de l'UTEF de KMS)
- Programme Eau Potable et Assainissement du Millénaire (ci-après dénommé « PEPAM ») : 2006-2015

(2) Projets prévus et devant être financés par la Banque Mondiale, la BEI, l'AFD et le BID

L'augmentation significative de la production d'eau pour la région de Dakar a été possible grâce aux PSE et PLT. Ainsi, un grand nombre de personnes en zones urbaines et rurales ont pu profiter du PEPAM par un approvisionnement en eau potable et une amélioration des conditions sanitaires. Cependant, la concentration de la population et l'accélération de l'urbanisation dans la région de Dakar ont causé la nécessité d'exploiter plus amplement de nouvelles ressources en eau.

Le Projet d'Urgence des Eaux Souterraines de Tassette pour la région de Dakar, la construction de la troisième Usine de Traitement d'Eau Potable à KMS (KMS 3), le renforcement de la conduite et le Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer pour la Petite Côte sont les nouveaux projets d'approvisionnement en eau prévus et qui seront financés par les quatre principaux Bailleurs de Fonds.

L'état actuel des projets et les intentions des bailleurs envers les projets sont décrits ci-dessous, lesquels ont été obtenus lors d'entrevues avec la SONES et les bailleurs:

1) Projet d'Urgence des Eaux Souterraines de Tassette pour la région de Dakar

Le Projet d'Urgence des Eaux Souterraines de Tassette pour la région de Dakar comprend la construction de sept forages, deux réservoirs et des conduites d'adduction d'eau de 800 mm de diamètre. Une conception détaillée sur le projet financé par l'IDA a été réalisée par la société d'ingénierie BRL Ingénierie depuis Mars 2015. Le Cabinet d'Ingénierie s'attèle présentement à la

préparation du rapport final sur la base des commentaires émis par la SONES (en Mars 2015). Les travaux de conception et les documents d'appel d'offres ont été déjà réalisés. La capacité de production d'eau supplémentaire prévue est de 20 000m³/j. Le coût du projet sera de 11 Milliards de FCFA (soit 8,84 Millions de Dollars). Après la conception détaillée, l'IDA va prolonger le prêt dudit projet.

2) Projet de Construction de l'UTE de KMS 3

Le projet de KMS 3 comprend la construction de la troisième usine de KMS et d'une conduite d'adduction d'eau supplémentaire appelée ALG 3 qui permettra de transférer l'eau vers la région de Dakar. La capacité prévue de l'unité de traitement d'eau à KMS 3 est de 100 000m³/j. La ligne d'adduction aura la même capacité mais le diamètre de la conduite d'adduction sera déterminé de façon à pouvoir acheminer 200 000 m³/jour dans le futur ce qui participera à réduire un investissement futur pour des conduites d'adduction supplémentaires. Le coût estimatif du projet est de 310 Millions d'Euros soit 203 milliards de FCFA. Le Cabinet Merlin a commencé les services d'ingénierie pour le projet en Octobre 2014 et a terminé la tâche initiale pour valider la capacité de production de l'usine en Mars 2015. Par la suite, le Cabinet Merlin a réalisé la conception détaillée et soumis les documents de pré-qualification à la SONES en Octobre. Ensuite, le Cabinet se chargera d'effectuer la préparation des dossiers d'appels d'offres, l'assistance en pré-qualification et la soumission pour le projet.

Au démarrage des services d'ingénierie réalisés par le Cabinet Merlin, les capacités de l'UTE et des conduites d'adduction étaient prévues pour 100 000 m³/jour et le coût estimatif du projet à 200 Millions d'Euros. En ce moment, l'AFD et BEI s'étaient engagées à mettre à disposition chacune un prêt couvrant 25% du coût du projet aux dates du 13 Février et 20 Décembre 2014 respectivement, fixant le montant total des contributions annoncées à 50% du coût du projet soit 100 Millions d'Euros. Aucun autre Bailleur de Fonds ne s'est encore engagé pour les 50% restants.

Selon les services d'ingénierie, le coût du projet a connu une augmentation de 310 Millions d'Euros en raison du diamètre agrandi de la conduite d'adduction (Atelier de l'Étude détaillée de KMS 3 organisé le 12 Mars 2015). En réponse à cette situation, le GOS à travers le MEF a envoyé une lettre de requête de prêt le 17 Avril 2015 pour le projet de construction de KMS 3 à la BEI, l'AFD et la BID également. Les contributions des trois bailleurs de fonds proposés par le GOS s'élevaient respectivement à 25% par la BEI, 25% pour l'AFD et 50% par la BID du coût total du projet.

Après réception de la requête du GOS, la BEI et l'AFD se sont engagés à mettre à disposition un financement équivalent à 25% du montant total du coût du projet à travers leurs réponses à la lettre de requête datant respectivement les 8 Mai et 1^{er} Juin 2015. Cependant, la BID a donné son consentement pour le financement d'un montant de 100 Millions d'Euros soit 27,5% du montant total au lieu des 50% requis (le 8 Mai 2015). Après ces réponses des trois bailleurs, le GOS a demandé aux bailleurs d'étendre les prêts aux mêmes montants. En réponse à cette requête, la BEI et l'AFD ont finalement consenti au financement de prêts de 100 Millions d'Euros respectivement. Aucun autre bailleur ne s'est encore engagé pour les 10 Millions restants.

3) Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer pour la Grande Côte

Ce projet était dénommé « Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer pour la Petite Côte ». Lorsqu'une étude de pré-faisabilité financée par l'IDA démarrait en Février, le projet était prévu d'être réalisé à Sendou sur la Petite Côte avec une capacité de production de 50 000 m³/jour lorsqu'une étude de pré-faisabilité financée par l'IDA avait démarré en Février. Cependant, l'étude de pré-faisabilité a révélé que l'ouvrage de prise d'eau sera de loin plus onéreux que prévu en raison de la légère pente du fond marin de Sendou. Par conséquent, le Consultant (le Cabinet d'Ingénierie ARTELIA/SDE) a proposé de délocaliser l'usine de dessalement vers la Grande Côte qui est la côte nord de la Péninsule du Cap-Vert. Sur les six sites situés le long de la Grande Côte, l'étude de pré-faisabilité a sélectionné la zone à proximité du Lac Rose.

Le Gouvernement du Sénégal a décidé d'appliquer le schéma du Partenariat Public-Privé (PPP) au projet de dessalement dont le schéma détaillé sera conclu dans l'étude de pré-faisabilité. Si l'étude conclut que le projet aura des impacts positifs, la Banque Mondiale (IDA) fournira un fonds pour la mise à disposition d'un Consultant en charge de l'assistance pour les appels d'offres et de la supervision du projet. La SONES et l'IDA ont planifié l'achèvement du projet d'ici 2019. Cependant, la SONES a l'intention de réaliser l'étude de faisabilité à travers le financement de la Copération Financière Internationale (IFC) afin de résoudre tous les problèmes techniques, financiers et sociaux et de fixer les conditions du Schéma PPP appliqué au Projet.

Tableau 3.6.1 Plan des Projets d'Approvisionnement en Eau de la SONES financés par les autres Bailleurs de Fonds (en Octobre 2015)

Nom du Projet	Composantes	Zone du Projet	Situation du Projet	Période du Projet/ Année cible	Bailleurs	Montant Total du Coût (Million F CFA)*	Répartition des Montants **
Projet Sectoriel Eau (PSE)	Usine de Traitement d'Eau Potable de Ngnith (60 000m ³ /j) et conduites d'eau et réhabilitation du réseau	Région de Dakar	Achévé	1996-2004	IDA - CFD-EIB-BOAD-KFW-BADEA	115 000	240 Millions EUR (Total), 53,3 Millions EUR (CFD)
Alimentation en Eau pour 6 Centres des Régions du Fleuve	Q= 9 810 m ³ /j	Richard Toll/Rosso, Dagna, Podor, Matam, Bakel, Kédougou	Achévé	1996-2000	KFW	10 560	
Alimentation en Eau pour la Petite Côte	Q= 19 300 m ³ /j	Mbour, Saly, Somone, Ngaparou, Joal/Fadiouth	Achévé	1996 - 2000	AFD	9 500	
Projet Eau à Long Terme (PLT)	Conduite et Usine de Traitement d'Eau Potable de KMS 130 000m ³ /j. Extension de 41 km du réseau de distribution et construction d'une station de pompage	Région de Dakar	Achévé	2002-2008	IDA-KFW-EIB-BOAD-CFD	70 000	6,25 Millions EUR (AFD), 125 Millions US\$ (IDA)
Alimentation eau pour 11 Villes Régionales	Q= 7 300 m ³ /j	Thiadiaye, Khombole, Gossas, Guinguiné, Sokone, Kaffrine, Nioro, Ndoffiane, Vélingara, Bignona et Oussouye	Achévé	2000 - 2004	KFW	11 900	
Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire (PEPAM)	Augmentation durable en production d'eau et des services d'assainissement dans les zones rurales et urbaines ciblées	Dakar et les autres régions	En cours	2006-2015	IDA, EIB, AFD, BOAD, EDF	41 000	90 Millions US\$ (IDA), 30 Millions EUR (EIB), 21,8 Millions EUR (AFD), 8,6 Millions EUR (subvention de l'EDF)
Projet d'Urgence en Eau Souterraine de Tassette pour Dakar	Forage de 7 puits avec pompes et installation de conduites DN 800 mm, Q=20 000m ³ /j	Région de Dakar	Document d'Appel d'Offres d'Offres Achevé	A l'horizon 2018	IDA	11 000	15 Millions US\$
Construction d'une 3e UTE à KMS (KMS 3) et renforcement de la conduite	Augmentation de la capacité de l'Usine de Traitement d'Eau de KMS Q=100 000 m ³ /j extensible à Q= 200 000 m ³ /j	Région de Dakar	Préparation des Documents d'Appel d'Offres	A l'horizon 2020	AFD, EIB, IDB	205 000	313 Millions EUR (Total) : 80 Millions EUR (AFD), 100 Millions EUR (EIB), 133 Millions EUR (IDB)
Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer pour la Grande Côte	Exploitation du dessalement d'eau de mer Q=50 000m ³ /j	Région de Dakar	Étude de Pré-Faisabilité achevée (Préparations pour l'Étude de Faisabilité)	A l'horizon 2019	Étude de Pré-Faisabilité financée par l'IDA	Inconnu	Financement sous forme de PPP

Note: BOAD (Banque Ouest Africaine de Développement), EDF (Fonds Européen de Développement), CFD (Caisse Française de Développement), KFW (German Development Finance Group) IDA (Association de Développement International), AFD (Agence Française de Développement), EIB (Banque Européenne d'Investissement), BADEA (Banque Arabe pour le Développement Économique en Afrique EDF (European Development Fund), CFD est l'ancien nom de l'AFD
Source: SONES, Banque Mondiale, AFD, EIB (*; par la SONES, **; par la Banque Mondiale, AFD, EIB)

3.7 Problèmes à Résoudre dans le Secteur au Niveau de la Région de Dakar

Comme décrit dans les Sous-sections 3.2.5 et 3.3.1, les services d'approvisionnement en eau dans la région de Dakar ont été améliorés après 1996 lors de l'adoption du Schéma PPP, en particulier dans l'accès à l'eau potable qui a atteint un taux de 98% dans la capitale sénégalaise. Toutefois, le secteur de l'approvisionnement en eau en milieu urbain est confronté à plusieurs problèmes provenant de diverses situations aussi bien techniques, sociales, environnementales que politiques.

Comme l'indique les conclusions du chapitre 3 qui donnaient un aperçu de la situation actuelle du secteur de l'eau dans la région de Dakar, ces questions sont énumérées ci-dessous;

- 1) Les besoins croissants en eau dans la région de Dakar ont atteint la limite des installations de production existantes. Étant donné que les ressources en eaux souterraines actuelles sont limitées, de nouvelles ressources en eau autres que les forages doivent être réalisées. (Voir la Sous-section 3.4.2.)
- 2) La Fragilité du système d'approvisionnement en eau qui est fortement dépendante du Lac de Guiers et des forages éloignés de la région de Dakar a été révélée par l'accident de l'ALG 2 en Septembre 2013. La diversité des ressources en eau est nécessaire. (Voir la Section 1.1 et le point 2) 1) de la Sous-section 3.3.1.)
- 3) La faible pression ainsi qu'une insuffisance de la continuité du service de l'eau sont observées dans la région de Dakar. (Voir Sous-sections 3.3.2 et 3.4.9.)
- 4) Bien que les pertes en eau dans la région ne soient pas très élevées, elles augmentent progressivement en particulier dans la Zone de Dakar 1. (Voir la Sous-section 3.4.10.)
- 5) Un nouvel appel d'offre pour la sélection d'un opérateur en charge de l'Exploitation et de la Maintenance ainsi que la modification du contenu du Contrat d'Affermage sont indiqués comme nécessaire par les bailleurs de fonds, apportant une assistance supplémentaire au secteur de l'eau au Sénégal. (Voir la Sous-section 3.2.6.)
- 6) Le tarif de l'eau extrêmement élevé appliqué sur le secteur de l'administration est considéré comme une subvention indirecte émanant d'une décision politique, visant à fixer le tarif appliqué sur les citoyens. La nécessité de corriger la grille est soulignée par les bailleurs de fonds pour une gestion durable des services d'approvisionnement en eau. (Voir la Sous-section 3.5.1.)

Dans les questions énumérées ci-dessus, la construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles par OI contribuera à résoudre ou à atténuer les questions 1) et 2). En outre, des solutions ou des mesures d'atténuation pour les questions 3) et 4) seront recherchées dans l'Étude afin de maximiser les avantages pouvant être produits par le projet. Les questions 5) et 6) ne sont pas des sujets qui méritent une trop grande attention dans le cadre de cette Étude. Cependant, l'Étude s'attélera à la réalisation des évaluations financières et économiques du Projet sur la base du tarif d'eau actuel et de la volonté des usagers de payer les services d'approvisionnement en eau qui est supposée dans l'Étude.

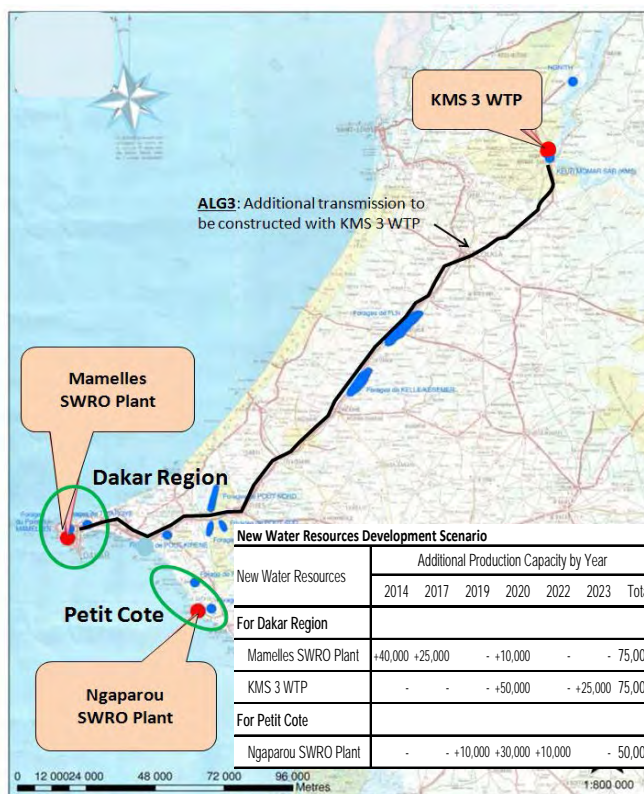
CHAPITRE 4 DETERMINATION DE LA CAPACITE DE PRODUCTION NECESSAIRE A L'USINE ET PORTEE DU PROJET

4.1 Historique de la Planification du Projet

4.1.1 Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011

La Construction d'une Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles, a été proposée suite à une étude menée entre 2009 et 2011, laquelle étude avait été confiée au Cabinet Merlin-Ingénieurs Conseils (Société française d'ingénierie) par le SONES. L'Étude, dénommée «Étude du Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de la Région de Dakar et de la Zone de la Petite Côte" (ci-après« Schéma Directeur des Ressources en Eau de 2011 »), a procédé à l'évaluation des besoins en eau futur ainsi qu' à l'élaboration de scénarii de développement des ressources en eau d'ici l'horizon 2025 pour résorber le gap négatif anticipé entre la demande en eau et la capacité de production dans la zone de Région de Dakar située le long de la principale conduite de distribution (Thiès Louga, ci après dénommée Zone située le long de l'ALG et au niveau de la Petite Côte.

La Figure 4.1.1 montre l'emplacement des projets de développement des ressources en eau, ainsi que les différents scénarii de développement des ressources proposés dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011. Le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011 a prévu, en 2014, la construction de la première usine de dessalement par osmose inverse au site des Mamelles (ci-après dénommée «Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles») d'une capacité initiale de 40.000 m³/jour extensible en 2017 et 2020 à 75.000 m³/jour pour desservir la région de Dakar. En outre, le Schéma Directeur proposait la construction de la troisième unité de l'Usine de Traitement d'Eau Potable de KMS (ci-après dénommée « UTE de KMS 3») d'une capacité de 50.000m³/jour en vue de desservir la région de Dakar en eau potable à partir de 2020. Cependant, la construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles n'a pas été mise en œuvre comme prévu. C'est la raison



Source: Schéma Directeur de 2011 réarrangé par l'Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.1.1 Plan de Développement des Ressources en Eau Proposé dans le Schéma Directeur de 2011

pour laquelle la SONES et le MHA ont décidé de construire de nouveaux forages (21) qui entre dans le cadre de leur « Programme d'Urgence pour la Sécurisation de l'Approvisionnement en Eau Potable de la Région de Dakar » afin d'atténuer les prochaines pénuries d'eau.

4.1.2 Documents et Plans Subséquents du Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011

Après l'élaboration du Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011, le plan de l'usine de dessalement d'eau de mer par osmose inverse aux Mamelles a fait l'objet de plusieurs révisions ou modifications dans divers documents ou études, comme le présente le résumé du Tableau 4.1.1.

Dans la recherche de solutions définitives face aux futurs déficits en eau, en juillet 2013, le Gouvernement du Sénégal (« GDS ») a sollicité une requête d'assistance financière au Gouvernement du Japon (« GDJ ») pour le Projet de Construction de l'Usine de Dessalement par Osmose Inverse aux Mamelles.

Dans la lettre de requête pour assistance financière, il est indiqué que l'Usine de Dessalement par Osmose Inverse des Mamelles aurait une capacité de production de 25 000m³/jour en sa première phase, ce qui était en contradiction avec le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011. Une Mission de Collecte d'Informations pour l'Approvisionnement en Eau de la Région de Dakar, menée par la JICA (ci-après dénommée « Mission de Collecte d'Informations de la JICA »), achevée en Mars 2014, a procédé à l'analyse de la validité de la requête du GDS et a conclu le résultat suivant : l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles devra avoir dans sa première phase une capacité de 50,000 ou de 75,000 m³/jour et que tout cela dépendrait de la mise en œuvre du calendrier du Projet de l'UTE de KMS3.

En juillet 2014, la SONES et la SDE ont élaboré un plan de mise en œuvre révisé des nouveaux projets de développement des ressources en eau, dénommé Plan de Mobilisation de Ressources à Dakar (ci-après « Plan SONES/SDE 2014»). Ce nouveau plan de mise en œuvre de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles avait supposé une capacité de production de 75,000 m³/jour en sa première phase.

Parallèlement à cette Étude Préparatoire ou Enquête, présentement, des études d'ingénierie pour la réalisation du Projet de l'UTE de KMS 3 sont en cours d'exécution par le Cabinet Merlin. Ces études sont dénommées « Réalisation des Études Détaillées pour la Construction d'une 3ieme Usine de Traitement à KMS et Ses Renforcements en Aval » (ci-après dénommées «Études Complémentairespour KMS3 »). L'objectif initiale dans l'ES pour KMS3 était de déterminer la capacité de l'UTE de KMS3 après modification des scénarios de développement des ressources en eau précédemment élaborés dans le cadre du Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011 (ci-après, l'objectif initial de l'EC pour KMS3 est dénommée « Étude KMS3 »). Le Projet du Rapport de l'étude de KMS3 a été soumis en mars 2015 à la SONES et a conclu que la capacité

l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles en première phase serait de 50 000 m³/jour.

Les derniers scénarios proposés pour le développement des ressources en eau, passé en revue dans L'Étude KMS3 sont commentés dans les sections suivantes, Sections 4.2 et 4.3. Suite à cela, l'Équipe d'Étude de la JICA statuera de manière définitive sur la nécessité de la construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles ainsi que sur sa capacité production.

Tableau 4.1.1 Historique de la Planification du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles

Désignation	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Schéma Directeur 2011*1	40.000 m ³ /jour (2014)	+25.000 m ³ /jour (2017)	+10.000 m ³ /jour (2020)
Lettre de Requête pour Assistance Financière du GDS au GDJ en juillet 2013	25.000 m ³ /jour (2014)	+25.000 m ³ /jour	-
Mission de Collecte d'Informations de la JICA (mars 2014)*2, *3	75.000 m ³ /jour (2020)	+25.000 m ³ /jour (2030)	-
	50.000 m ³ /jour (2020)	+25.000 m ³ /jour (2027)	+25.000 m ³ /jour (2033)
Plan SONES/SDE 2014 (juillet 2014)*4	75.000 m ³ /jour (2020)	+25.000 m ³ /jour (2027)	-
Étude KMS3 *5	50.000 m ³ /jour (2020)	+50.000 m ³ /jour (2027)	-

*1: Étude du Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de la Région de Dakar et de la zone de la Petite Côte

*2: Mission de Collecte d'Informations de la JICA

*3: La Mission de Collecte d'Informations de la JICA a proposé deux (2) scénarios en fonction des délais d'exécution du Projet de Construction de l'UTE de KMS3

*4: Plan de Mobilisation des Ressources à Dakar

*5: Réalisation des Études Détaillées pour la Construction d'une 3ieme Usine de Traitement à KMS et Ses Renforcements en Aval

Source: Équipe d'Étude de la JICA

4.2 Résultats de l'Étude KMS 3

4.2.1 Introduction

Comme décrit dans la Section 4.1, la capacité de production de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles ainsi que son calendrier d'exécution ont fait l'objet de plusieurs révisions en fonction de l'évolution de la pénurie d'eau et des projets concernés. Cependant la réalisation de ce projet passe nécessairement par la détermination définitive de la capacité de production de l'usine à terme ainsi que du calendrier de mise en œuvre du projet.

L'étude du projet KMS3 constitue notre principale référence dans la détermination de la capacité de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles, ainsi que la pertinence de sa construction. Comme décrit dans la Sous-section 4.1.2, l'Étude du projet KMS3 procède à la modification ou à l'actualisation du scénario de développement des ressources en eau, dont les hypothèses de base ont déjà été acceptées (en principe) par la SONES. Cette section explique et présente le point de vue de l'Équipe d'Étude de la JICA sur les résultats actuels de l'étude du projet KMS3, comme point de discussions initial sur la capacité de production de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles.

4.2.2 Portée et Calendrier des Travaux de l'Étude

Comme le montre la Figure 4.2.1, l'ES pour le projet de KMS3 est répartie en cinq missions. Parmi lesquelles, la Mission 1 d'études complémentaires, autrement dénommée Étude KMS3, est entrain de mener une modification ou actualisation des scénarios de développement des ressources en eau pour la région de Dakar et préparer un plan préliminaire du projet afin de fixer les conditions de conception du projet KMS3. Suite à cela, le Cabinet Merlin se chargera de réaliser la conception détaillée et la préparation des documents de soumission d'offre. En outre, le Cabinet Merlin fournira une assistance technique à la SONES pour la présélection des entreprises et l'appel d'offre concernant la réalisation du projet KMS3. L'ES pour KMS3 a débuté en Octobre 2014 et s'achèvera en Avril 2016, date prévue pour la sélection du contractant.

La conception détaillée de KMS3 a été achevée depuis Octobre 2015 et le Cabinet Marlin vient juste de soumettre le dossier de Pré-Qualification à la SONES. Le dossier de Pré-Qualification n'a pas encore été mis en œuvre, ce qui revient à dire, qu'il y'a un léger retard dans l'état d'avancement par rapport au calendrier prévu.

Mission		2014	2015				2016	
		IV	I	II	III	IV	I	II
Mission 1:	Études Complémentaires (dénommée Étude KMS3 dans le RF)							
Mission 2:	Avant-projet Détaillé							
Mission 3:	Dossiers de consultation des entreprises							
Mission 4:	Assistance à la présélection des entreprises							
Mission 5:	Assistance à l'appel d'offre							

Source: Support de Présentation du 11 mai du Cabinet Merlin, réadapté par l'Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.2.1 Portée et Calendrier de l'ES pour KMS

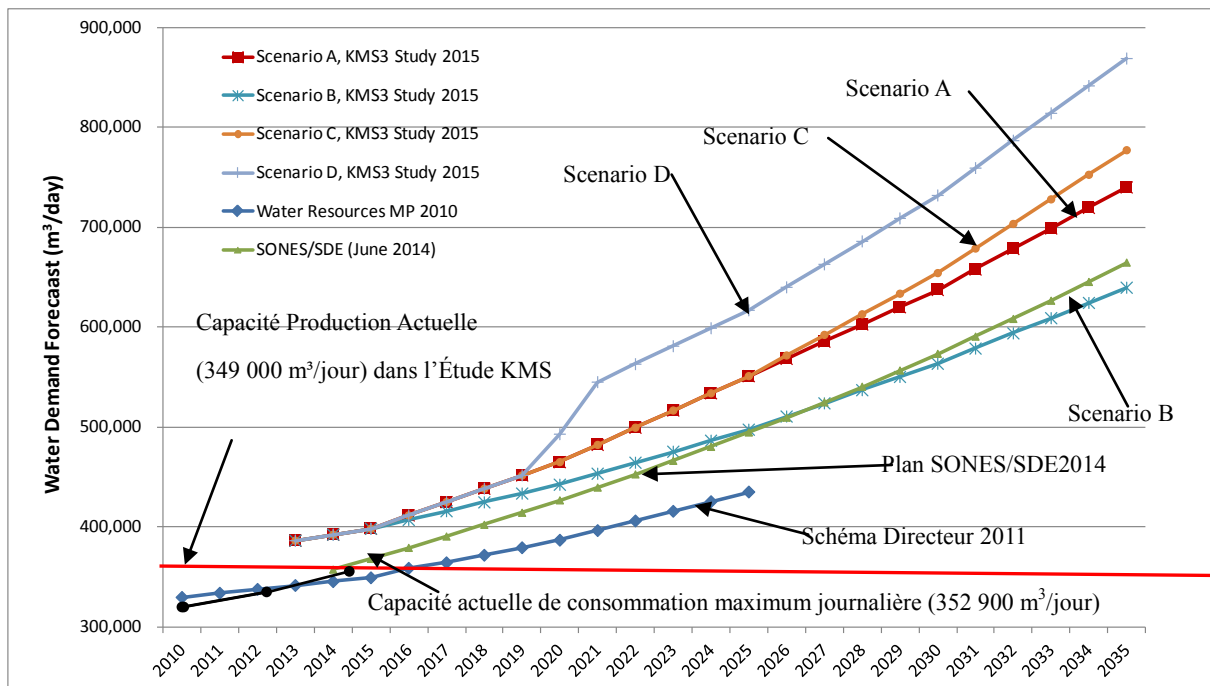
4.2.3 Estimation des Besoins en Eau Actualisée dans l'Étude KMS3.

(1) Résultat des estimations des Besoins en Eau Actualisés

L'Étude KMS3 de à procédé à une actualisation des futurs besoins en eau précédemment développés dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011. La Figure 4.2.2 montre les résultats et leurs comparaisons avec les précédentes estimations des besoins en eau. Les estimations des besoins en eau actualisées sont réparties en quatre scénarios optionnels qui se différencient en fonction du taux de croissance démographique projeté et des besoins moyens en eau tel qu'illustré dans le Tableau 4.2.1.

Comme le montre la Figure 4.2.2, les estimations actualisées des besoins dans tous les scénarios sont plus élevées que celles estimées dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011. Les estimations actualisées montrent que même les besoins en eau en 2013 n'ont pu être satisfaits par la capacité de production actuelle. Cette insatisfaction sera à l'origine du Gap entre la consommation actuelle et les estimations des besoins en 2013 et 2014. Suite à la présentation tenue le 11 mars 2015 sur les résultats de l'étude, le Cabinet Merlin, a recommandé l'adoption du scénario A qui selon lui est le plus susceptible de se produire suivi du scénario D.

Le Contenu actualisé des estimations des besoins en eau ainsi que les avis de l'Équipe d'Étude de la JICA sur les actualisations sont détaillés dans les illustrations suivantes.



Cas	Maximum des besoins journaliers en eau (m3/j)					
	2013	2015	2020	2025	2030	2035
Scenario A, Etude KMS3	386.224	398.180	464.893	551.017	637.193	739.888
Scenario B, Etude KMS3	386.224	398.180	442.213	497.323	563.351	639.475
Scenario C, Etude KMS3	386.224	398.180	464.893	551.017	654.127	777.139
Scenario D, Etude KMS3	386.224	398.180	492.876	616.919	731.866	868.915
Schéma Directeur 2011	341.367	349.082	386.695	434.961	-	-
Plan SONES/SDE 2014	-	367.998	426.611	494.559	573.330	664.646

Source: Étude KMS3

Figure 4.2.2 Résultats Actualisés des Estimations des Besoins en Eau dans l'Étude de KMS3

Tableau 4.2.1 Résumé des Différentes Hypothèses des Scénarios Optionnels dans les Estimations des Besoins en Eau dans l'Étude KMS3

Désignation	Hypothèses dans les scénarios optionnels			
	Scenario A	Scenario B	Scenario C	Scenario D
Taux de croissance démographique	2013-2025: Taux observés issus du recensement de l'ANSD entre 2002 et 2013 2025-2035: Ralentissement du taux ci-dessus est envisagé 2013-2025: les taux observés de recensement de l'ANSD entre 2002 et 2013 2025-2035: un ralentissement du taux ci-dessus est envisagé.	2013-2035: Les taux de prévision de l'ANSD publiés en 2008	2013-2035: Taux observés issus du recensement de l'ANSD entre 2002 et 2013	
Dotation moyenne par habitant	Volumes fixes observés en 2013	Volumes fixes observés en 2008	Volumes fixes observés en 2013	Les valeurs en 2013 sont utilisées, mais une hausse est considérée
Description des scénarios	Scénario A: un ralentissement de la croissance démographique est envisagé. Scénario B: les données observées en 2008 sont utilisées mais la population est actualisée. Scénario C: Les données observées en 2013 sont tout simplement appliquées. Scénario D: Une pointe au niveau de la desserte moyenne par habitant est envisagée.			

Source: Étude KMS3

(2) Zone cible pour les estimations

En plus de la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG, la Petite Côte a été incluse dans Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011. Toutefois, l'étude KMS3 n'intègre pas la Petite Côte, car la Petite Côte n'est pas directement liée à cette dernière.

En effet comme mentionné dans la Sous-section 4.3.1, il a été décidé que le Projet de l'Usine de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse prévu au niveau de la Petite Côte sera désormais implanté dans la Grande Côte et l'eau dessalée produite au niveau de l'usine de la Grande Côte sera déviée vers la région de Dakar. Par conséquent, une partie de l'eau issue du Projet KMS3 sera transférée à la Petite Côte. Ainsi, il est à noter que la demande en eau dans la Petite Côte est étroitement liée à l'exploitation de KMS3.

(3) Années cibles pour les estimations

L'Étude KMS3 a procédé à une estimation des besoins en eau jusqu'en 2035. Cette année cible a été prolongée de dix années dans l'étude du Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2010, qui fait une estimation des besoins en eau à l'horizon 2025.

(4) Résumé de la formule de base de l'actualisation des facteurs considérés.

La formule de base standard adoptée dans l'estimation des besoins en eau, (formule commune à travers le monde utilisée dans des cas d'estimations similaires), se présente comme suit:

- $Q = (P \times c \times q \times 1,000 + V) \times A / (1-e/100)$
- Ou Q : Besoins en eau (m³/j)
- P : Projection démographique (habitant)
- c : Couverture du service (%)
- q : Dosserte moyenne domestique par personne par (l/personne/j)
- V : Besoins spécifiques en eau (m³/j)
- A : Coefficient de pointe
- e : Rendement réseau(%)

L'Étude KMS3 2015 a revu et actualisé tous les facteurs dans la formule ci-dessus. Les procédés d'actualisation des conditions de base sont résumés dans le Tableau 4.2.2.

Tableau 4.2.2 Les procédés d'actualisation des conditions de base dans les estimations des besoins en eau dans l'Étude KMS3

Conditions de base		Méthode utilisée pour l'actualisation
Population (P)	Population selon l'année de référence	Actualisée à partir des résultats du derniers recensement de l'ANSD* de 2011
	Taux de croissance démographique	3 cas ont été projetés sur la bases des résultats précédents et du dernier recensement.
Couverture du service (c)		Révisé sur la base du dernier recensement de 2013
Dotation moyenne (q)		Révisée sur la base de la tendance actuelle
Besoin spécifique en eau (V)		Les nouveaux projets de développement étaient aussi pris en compte.
Coefficient de pointe (A)		Révisé sur la base des dernières valeurs observées
Rendement du réseau (e)		Révisé sur la base des dernières valeurs observées

Source: Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 et Étude KMS3 compilés par l'Équipe d'Étude de la JICA

(5) Actualisation de la population (P)

La population future est calculée sur la base de la population dans l'année de référence ainsi que le taux de croissance démographique. Le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 s'est basé sur la population issue du recensement de l'ANSD en 2008, qui a été estimée à partir des résultats du recensement de 2002. Dans l'étude KMS3, la population de l'année de référence a été actualisée à partir des résultats du dernier recensement effectué en 2013, comme indiqué dans le Tableau 4.2.3.

Comme résultat actualisé de la population dans l'année de référence et le taux de croissance démographique. Les projections démographiques futures, estimées dans les quatre scénarios dans l'étude KMS3 2015 sont plus élevées que celles estimées dans le Schéma Directeur de Mobilisation

des Ressources en eau de 2011. Dans l'étude KMS3, on note que même le taux de la population en 2013 est différent de celui estimé dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 d'environ 400 000 personnes, soit 11,5% comme indiqué dans le Tableau 4.2.4.

Tableau 4.2.3 Actualisation de la population suivant l'année de référence pour les estimations des besoins en eau

Recensement 2002	Population			Taux de croissance démographique observé entre 2002-2013
	En 2002*1	En 2008*2	En 2013*3	
	-	Utilisée dans le Schéma Directeur de 2011	Utilisée dans l'Étude KMS3	
Dakar 1	870.549	2.417.813	1.146.054	2,53%
Dakar 2	1.020.151		1.500.450	3,57%
Rufisque	326.885	330.044	490.694	3,76%
Dakar Total	2.217.585	2.747.857	3.137.198	3,20%
Thiès	327.426	471.040	457.368	3,09%
Louga	120.692	93.436	156.237	2,37%
TOTAL	2.665.703	3.602.276	3.803.837	3,29%

*1 : Recensement de l'ANSD en 2002

*2 : Estimation de l'ANSD (selon Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011)

*3 : Recensement de l'ANSD en 2013

Source: Comme présenté ci-dessus et compilée par l'Équipe d'Étude de la JICA

Tableau 4.2.4 Actualisation de la Population en 2013 dans la zone cible

Population estimée en 2013 Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011	Population réelle en 2013 recensée par l'ANSD en 2013	Différence	
		habitants	Taux
3.409.973 habitants	3.803.837 habitants	393.864 habitants	11,5%

Source: Étude KMS3

En ce qui concerne les taux de croissance démographique, le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 a adopté les projections issues de l'ANSD comme indiqué dans le Tableau 4.2.5, tandis que l'Étude KMS3 a établi trois scénarios optionnels à partir des taux issus du recensement de l'ANSD en 2008 mais aussi ceux de la tendance actuelle révélés par les résultats du dernier recensement tel que présenté dans le Tableau 4.2.6. Le scénario B a adopté les taux de croissance démographique issu de recensement de l'ANSD alors que les scénarios C et D ont adopté ceux qui ont été observés entre 2002 et 2013. Le scénario A adopte les taux de croissance observés jusqu'en 2025 prévoit également que les taux observeront une baisse de 20% à partir de 2025.

L'étude en cours menée par la JICA sur le développement de l'urbanisation dans la région de Dakar, nommé Actualisation du Plan Directeur d'Urbanisation de DAKAR pour l'Horizon 2025, a présenté une projection provisoire du taux de croissance démographique dans son rapport d'activité. Les taux de croissance de la population comme indiqué dans le Tableau 4.2.7, sont pour la plupart identiques aux valeurs observées dans l'Étude KMS3, pour Dakar 1, Dakar 2 et Rufisque.

Tableau 4.2.5 Taux de Croissance Démographique dans Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011

Zone	Année			
	2008-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025
Dakar 1&2 and Rufisque	2.21%	2.05%	1.64%	1.64%
Thiès	4.60%	3.29%	2.97%	2.97%
Louga	3.41%	4.44%	4.01%	4.01%

Source: Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011

Tableau 4.2.6 Actualisation de la croissance démographique dans l'Étude KMS3 2015

Zones	Projection ANSD en 2008	Taux de Croissance démographique Observé entre 2002-2013	Taux de croissance démographique actualisé dans les différents Scénarios			
			A		B	C et D
			2013-2025	2025-2035*	2013-2035	2013-2035
Dakar 1	2.05%	2.53%	2.53%	2.02%	2.05%	2.53%
Dakar 2	2.05%	3.57%	3.57%	2.86%	2.05%	3.57%
Rufisque	2.05%	3.76%	3.76%	3.01%	2.05%	3.76%
Total Dakar	2.05%	3.20%	3.20%	2.56%	2.05%	3.20%
Pout	3.29%	3.25%	3.25%	2.78%	3.29%	3.25%
Pire	3.29%	0.69%	0.69%	2.78%	3.29%	0.69%
Thiès	3.29%	2.78%	2.78%	2.78%	3.29%	2.78%
Tivaouane	3.29%	5.51%	5.51%	2.78%	3.29%	5.51%
Mékhé	3.29%	3.61%	3.61%	2.78%	3.29%	3.61%
Total Thiès	3.29%	3.09%	3.09%	2.78%	3.29%	3.09%
Louga	4.44%	2.97%	2.97%	2.67%	4.44%	2.97%
Ndandé	4.44%	2.11%	2.11%	1.90%	4.44%	2.11%
Kébémér	4.44%	3.63%	3.63%	3.27%	4.44%	3.63%
Ngnith	4.44%	3.19%	3.19%	2.87%	4.44%	3.19%
Guéoul	4.44%	-4.01%	-4.01%	2.14%	4.44%	-4.01%
Total Louga	4.44%	2.37%	2.37%	-	4.44%	2.37%
TOTAL	-	3.29%	3.29%	-	-	3.29%

*: Taux de croissance démographique réduit de 20% par rapport au réel taux de croissance démographique observé entre 2002 et 2013

Source: Étude KMS 3 compilée par l'Équipe d'Étude de la JICA

Tableau 4.2.7 Taux de croissance démographique projetée dans le projet par la JICA pour l'Actualisation du Plan Directeur d'Urbanisme de Dakar à l'Horizon 2025

Désignation	Niveau	Unité	2013	2025	2035
Taux de croissance démographique	Haut	%	-	3.25	3.19
	Moyen	%	-	3.25	2.60
	Bas	%	-	2.64	1.95

Source: Rapport d'avancement du projet pour l'Actualisation du Plan Directeur Dakar Urbanisme de Dakar planifié à l'Horizon 2025, par la JICA

(6) Actualisation de la couverture du service (c)

Dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011, il a été estimé que la couverture du réseau d'approvisionnement en eau potable a déjà atteint les 100% en 2008, mais le recensement de 2013 a révélé que les 100% n'ont même pas été atteints, dans la région de Dakar,

comme indiqué dans le Tableau 4.2.8. Le dernier recensement a également présenté un niveau de couverture inférieure concernant les branchements privés, ce qui signifie que plus de personnes restent dépendants des bornes fontaines ou robinets publics. Ce qui montre des résultats différents de ceux estimés dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011

L'analyse des résultats du recensement, de l'Étude KMS3 révisé les hypothèses émises concernant la couverture du service comme indiqué dans le Tableau 4.2.9. L'Étude KMS 3 décrit les hypothèses Actualisées comme suit:

- Accès à l'eau potable : Les valeurs réelles dans la région Dakar tendent vers les 100% tandis que celles des zones situées le long de l'ALG sont déjà d'environ 95%. (Par conséquent, les 100% seront bientôt atteints.)
- Taux de branchement aux services: le taux de branchement a été rapidement amélioré ainsi, le taux moyen de branchement au service à Thiès et Louga est de 89%. Le projet en cours du PEPAM permettra d'améliorer de manière significative le taux de branchement au service. Toutefois, il est bien de préciser qu'un taux de branchement au service de 100% est très difficile à atteindre. Atteindre 95% du taux de branchement en 2020 sera un scénario plus pertinent.

Il est à noter que le type d'accès à l'eau (par branchement au service ou par robinet public) aura une incidence sur les estimations des besoins en eau concernant la desserte moyenne en eau par habitant et par jour, qui serait beaucoup plus élevée chez les usagers branchés sur le service que chez les usagers des robinets publics.

L'Équipe d'Étude de la JICA est consciente qu'atteindre un taux d'accès à l'eau de 100% en 2015 et 95% comme taux de branchement au service d'ici 2020 ne sera pas facile, mais reste cependant un objectif raisonnable à atteindre. D'où la nécessité, d'adopter la couverture du service actualisée.

Tableau 4.2.8 Couverture des Services d'Approvisionnement en Eau et de Branchements au service

Zone (Région/Ville ou Village)		Taux de Couverture en 2008 et 2013					
		2008 (Schéma Directeur 2010)			2013 (Recensement ANSD 2013)		
		Accès global à l'Eau	Accès via branchement au service	Accès via robinet publique	Accès via robinet publique	Accès à l'Eau via branchement au service	Accès à l'Eau via robinet publique
Dakar	Dakar 1	100%	96%	4%	99.5%	93.9%	6.1%
	Dakar 2				96.5%	88.1%	11.9%
	Rufisque				90.4%	73.4%	26.6%
Thiès	Pout, Pire, Thiès, Tivaouane, Mékhé	86%	76%	11%	89.7% - 98.6%	54.8% - 89.6%	10.4% - 45.2%
Louga	Louga, Ndandé, Kébémér, Gueoul				95.5% - 99.2%	75.5% - 89.9%	10.1% - 24.5%

Source: Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 et l'Étude KMS3

Tableau 4.2.9 Actualisation des hypothèses de la couverture du service

Zone	Couverture en 2008 et 2013					
	2008 (Schéma Directeur 2011)			Etude KMS		
	Accès global à l'Eau	Accès via branchement au service	Accès via robinet publique	Accès global à l'Eau	Accès à l'Eau via branchement au service	Accès à l'Eau via robinet publique
Dakar et Rufisque	100%	96%	4%	100% en 2015	95% en 2020	5% en 2020
Autres zones	100% en 2015	76%	11%			

Source: Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 et l'Étude KMS3

(7) Actualisation des consommations spécifiques en eau (q)

Dans l'estimation des besoins en eau prévu dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2010, les consommations spécifiques (unitaires) observées en 2008 ont été considérées, tandis que l'étude KMS3 a procédé à une actualisation des valeurs en examinant la tendance actuelle de ces consommations spécifiques, présentées dans le Tableau 4.2.10. Les hypothèses actualisées dans l'Étude KMS3 sont présentées dans le Tableau 4.2.11.

Il est à noter que les consommations spécifiques en eau mentionnées dans l'Étude KMS3 en 2015 n'indiquent pas les taux réel des besoins moyens domestiques. Ces dotations intègrent la part de consommation des catégories Administration et Gros consommateurs. Les valeurs des dotations unitaires dans l'Étude KMS3 sont le résultat des valeurs de la consommation totale en eau divisée par la population desservie. Par exemple, les populations de la zone de Dakar 1 ne consomment pas actuellement 100 l/personne/jour mais seulement 60 l/personne/jour, en retranchant les consommations par catégories Administration et Gros consommateurs.

Tableau 4.2.10 Dotations unitaires actualisées en 2008 et 2013

Zone (Région/Ville ou Village)		Dotation unitaire (l/personne/j)		Evolution	Pourcentage de consommation pour la catégorie Administration et Gros Consommateur dans la Dotation Moyenne	
		2008	2013		Administration	Gros consommateurs
Dakar	Dakar 1	100.4	94.1	-6%	10%	28%
	Dakar 2	55.0	46.1	-16%	4%	8%
	Rufisque	84.3	94.6	12%	3%	11%
	Total Dakar	70.3	71.2	1%	-	-
Thiès	Pout	206.9	200.8	-3%	14%	2%
	Pire	25.2	29.0	15%	2%	1%
	Thiès	51.3	52.4	2%	15%	8%
	Tivaouane	47.4	69.8	47%	7%	3%
	Mékhé	62.8	81.3	29%	1%	7%
	Total Thiès	57.4	63.0	10%	-	-
Louga	Louga	62.9	59.6	-5%	8%	6%
	Ndande	39.6	41.2	4%	1%	2%
	Kébémér	74.3	76.6	3%	8%	3%
	Ngnith	-	-	-	-	-
	Guéoul	-	93.6	-	-	-
	Total Louga	56.1	59.9	7%	-	-

*: Taux de croissance démographique réduit de 20% par rapport au réel taux de croissance démographique observé entre 2002 et 2013

Source: Étude KM3

Tableau 4.2.11 Actualisation du taux de Croissance Démographique dans l'Étude KMS3

Zone	Hypothèses dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011		Hypothèses dans l'Étude KMS3		
			Scénarios Optionnels		
	Branchement au service *1	Robinet Publique	A et C*2	B*3	D
Dakar	62	22	71.2	70.3	Identique aux scénarios A et C mais une augmentation de 15% est projetée dans l'année ou la capacité de production des installations excèdera les besoins en eau.*4
Dakar et Rufisque	51	22	63.0	57.4	
Thiès et Louga	45	22	59.9	56.1	

*1: La dotation spécifique en eau estimée dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 n'inclut pas les catégories de l'administration et des gros consommateurs

* 2: Les valeurs réelles observées en 2013 sont utilisées.

* 3: Les valeurs réelles observées en 2008 sont utilisées.

*4: Comme conséquence de cette hypothèse, l'augmentation des dotations spécifiques en eau ont été appliquées à l'année 2020 et 2021, ou la capacité de production des installations excèdera les besoins en eau.

Source: Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 et l'Étude KM3

L'étude KMS3 a estimé que les taux de desserte moyenne en eau seront en principe conservés, ce qui est la cause des différences mineures dans les valeurs réelles entre 2008 et 2013. En outre, l'étude KMS3 dans le scénario D suppose que les dotations moyennes en eau pourraient connaître une pointe, si toutefois les nouvelles installations de production d'eau permettaient aux populations de consommer

plus d'eau que d'habitude. En outre, l'étude KMS3 explique que les valeurs des catégories de consommateurs d'eau par secteur, que sont les ménages, l'Administration et les gros consommateurs, resteront constantes.

En ce qui concerne les dotations moyennes en eau estimées, par l'Équipe d'Étude de la JICA considère que la dotation moyenne en eau maintenue constante dans l'étude KMS3 sera l'un des scénarios possible. Toutefois, il est recommandé à la SONES de prendre en compte les considérations suivantes afin d'avoir une idée plus claire sur les besoins futures en eau:

- Comme le sont par nature les estimations des besoins en eau, habituellement effectuées afin de connaître les besoins potentiels eau sans tenir compte de la capacité de production actuelle, il est dès lors nécessaire de mettre davantage l'accent sur la potentielle dotation moyenne en eau dans les estimations des besoins en eau.
- Comme l'a également montré l'étude KMS3, l'état actuel de la pénurie d'eau limitera le taux de dotation moyenne en eau par habitant. Par conséquent, le besoin potentiel en eau sera plus élevé par rapport aux estimations dans les scénarios A, B et C. Par conséquent, un autre scénario des besoins en eau fixant une dotation moyenne en eau plus élevée, indépendamment de la capacité de production actuelle sera nécessaire.
- Lorsque le besoin potentiel en eau devra être étudié, il faudra envisager de séparer la dotation moyenne en eau pour usages domestiques des autres usages. Généralement les besoins en eau pour usages domestiques sont souvent simulés séparément de celle pour les autres usages.
- Le Tableau 4.2.12 présente les dotations moyennes par habitant pour usage domestique calculée par la L'Équipe d'Étude de la JICA. Le Tableau présentera de manière significatives différentes idées permettant de comprendre la dotation moyenne en eau par habitant, en particulier à Rufisque. (De manière cumulée nous retrouvons le même taux de dotation moyenne en eau par habitant à Rufisque et à Dakar) la dotation moyenne en eau ou la consommation d'eau par habitant à Rufisque cumulée est la même au niveau de Dakar 1, tandis que la dotation moyenne uniquement pour usage domestique est au même taux que Dakar 2. En fait, la valeur élevée de la dotation moyenne en eau cumulé à Rufisque s'explique par la part de dotation attribué à des fins agricoles (maraichères) et représentant environ 25% de la consommation.
- Partant de cette quantité de la dotation moyenne en eau cumulée à Rufisque, aucune nouvelle augmentation dans la consommation par habitant ne sera globalement attendue. Cependant, la dotation moyenne en eau pour usages domestiques prise de manière séparée suggère que celle-ci peut augmenter en fonction de l'amélioration du niveau de vie dans la région. Ceci est un exemple qui nous montre que la classification de la dotation moyenne en eau par catégories d'usagers ou de consommateurs fournira des informations plus précises pour une analyse future de la dotation moyenne en eau par habitant.

Tableau 4.2.12 Comparaison des dotations spécifiques en eau cumulées pour usages domestiques et tout autre usage dans la région de Dakar

Area	Dotation moyenne en eau pour usage domestique (l/habitant/jour)						Dotation moyenne en eau cumulée en 2013 présentée dans l'Étude KMS3 (l/habitant/jour)
	Branchement privé			Robinet public			
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	
Dakar 1	71.6	69.6	68.3	27.9	27.0	24.5	94.1
Dakar 2	53.5	51.7	51.2	19.3	19.3	17.6	46.1
Rufisque	47.6	45.8	45.0	27.5	29.4	26.9	94.6

Source: SDE données analysées par l'Équipe d'Étude de la JICA

(8) Actualisation des besoins spécifique en eau (V)

Les besoins spécifique en eau représentent les besoins dans les centres. Les projets de grande échelle pour le développement de l'urbanisation, les parcs industriels et les infrastructures sont les possibles centres ayant de tels besoins spécifiques en eau.

Comme pour les centres de besoins spécifiques en eau, le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2010 a pris en compte les besoins en eau des nouvelles zones de recasement de Keur Massar (2160 m³ / jour) ainsi que le nouvel aéroport de DIASS (1 500 m³ / jour). D'autre part, l'Étude KMS3 n'a également évalué aucun besoin spécifique en eau au niveau de tels centres. L'étude suppose que son estimation globale des besoins en eau, va inclure toutes les augmentations des besoins en eau y compris celles au niveau des pôles de développements urbains. Ces centres sont pris en compte dans la conception du système de transmission d'eau partant de KMS3 jusqu'à la région Dakar. En plus des projets à grande échelle envisagés dans le Schéma Directeur des Ressources en Eau de 2011, l'Étude a énuméré plusieurs autres projets de nouveaux pôles de développement urbain autour de la région de Dakar, que sont Diamniadio (320 ha), Lac Rose (200 ha), Yene (422 ha), Deni Birane Ndao (1721 ha) et Bambilor Diaksao (600 ha).

L'étude a procédé à une distribution importante de volume d'eau au niveau de ces centres ayant des besoins en eau dans la simulation hydraulique des systèmes de transmission (8)

(9) Actualisation du facteur de pointe (A)

Le coefficient de pointe est le coefficient qui permet de convertir le besoin journalier moyen en eau en besoins maximum journalier en eau. Il indique les fluctuations des besoins en eau selon les jours (hebdomadaire ou en jour férié) et la saison. Le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 a déterminé le coefficient de pointe selon la population dans une zone donnée (où les secteurs moins peuplés) ou l'on observe le plus de facteur de pointe. L'Étude KMS3 a actualisé le facteur de pointe selon les valeurs récentes observées en 2013, comme indiqué dans le Tableau 4.2.13.

Comme résultat de l'actualisation, les facteurs de pointe estimés sont plus bas que ceux estimés dans Le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2010. L'utilisation des valeurs réelles serait une approche raisonnable, mais il convient de noter que les installations actuelles de production

d'eau fonctionnent en continu à leurs puissances maximales. Il est possible que, la construction de nouvelles installations de production d'eau puisse contribuer à l'augmentation du facteur de pointe. L'équipe d'études de la JICA a recommandé à la SONES de continuer le suivi de l'évolution du coefficient de pointe.

Tableau 4.2.13 Actualisation des Hypothèses defacteur de pointe

Zone		Hypothèse Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011	Hypothèse Actualiséedans l'Étude KMS3
Dakar	Dakar 1	1.1	1.05
	Dakar 2	1.1	1.10
	Rufisque	1.1	1.09
	Total Dakar	1.1	1.06
Thiès	Pout	1.3	1.07
	Pire	1.3	1.11
	Thiès	1.2	1.05
	Tivaouane	1.3	1.17
	Mékhé	1.3	1.04
	Total Thiès	1.21	1.03
Louga	Louga	1.3	1.05
	Ndande	1.3	1.06
	Kébémér	1.3	1.07
	Ngnith	1.3	1.17
	Guéoul	1.3	1.06
	Total Louga	1.3	1.07

Source: Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 et l'Étude KMS3

(10) Actualisation du rendement du réseau (e)

Le rendement du réseau n'est pas un terme commun à travers le monde, mais il est utilisé dans l'approvisionnement en eau au Sénégal pour mesurer le pourcentage du volume d'eau qui est utilisé par les clients par rapport au volume total de production. Le ratio d'Eau Non Facturé (ENF) est le terme le plus populaire généralement utilisée dans les discussions en rapport avec le rendement du réseau de distribution en eau. Le ratio d'eau non facturé est défini comme l'eau produite par les usines de traitement, mais qui n'est pas facturée aux clients comme le montre la Figure 4.2.3. Sur les catégories d'utilisateurs présentés dans la figure 4.2.3, le rendement du réseau est traduit comme ratio du volume facturé ou 100% du ratio du volume d'eau non facturé.

Volume entrant dans le Système (Eau produite)	Consommation autorisée	Consommation facturée autorisée	Consommation facturée sur compteur	Volume Facturé
			Consommation facturée sans compteur	
	Perte en Eau	Consommation non facturée autorisée	Consommation non facturé sans compteur	ENF
			Consommation non autorisée	
	Perte réelle	Perte apparente	Clients avec compteur défectueux	
			Fuite au niveau des conduites de transmission et / ou de distribution	
			Fuites et débordements au niveau des réservoirs de stockage	
	Perte réelle	Perte réelle	Fuite sur le branchement au service remontant jusqu'au compteur du client	
Fuite sur les branchements au service jusqu'au point du compteur d'eau de l'utilisateur				

Source: Association Internationale de l'Eau (AIE)

Figure 4.2.3 Catégorisation de l'Eau produite en vue de définir L'ENF

Dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011, les rendements réels du réseau observés en 2008 ont été considérés dans les estimations des besoins en eau, ce qui signifie que les rendements actuels du réseau seront maintenus à l'avenir. L'Étude KMS3 a adopté la même approche, cependant les valeurs du rendement du réseau ont été actualisées avec celles observées en 2013, comme l'indique le Tableau 4.2.14.

Tableau 4.2.14 Actualisation des hypothèses du rendement duréseau

Zone (Région/Ville ou Village)		Rendement de réseau estimé	
		Schéma Directeur de 2010*1	Étude KMS3 2015*2
Dakar	Dakar 1	80%	70%
	Dakar 2	80%	90%
	Rufisque	72%	76%
	Total Dakar	78%	77%
Thies	Pout	92%	73%
	Pire	95%	67%
	Thies	87%	81%
	Tivaouane	89%	77%
	Mekhe	62%	80%
	Total Thies	-	79%
Louga	Louga	87%	81%
	Ndande	88%	94%
	Kebemer	88%	89%
	Ngnith	81%	84%
	Gueoul	91%	89%
	Total Louga	-	84%
TOTAL		-	78%

*1: Valeurs réelles observées en 2008

*2: Valeurs réelles observées en 2013

Source: Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en eau de 2011 et l'Étude KMS3

Un rendement du réseau constant peut être atteint cependant il est vrai qu'il existe certaines situations qui pourraient avoir des incidences sur la variation du rendement du réseau comme suit:

- Tel que stipulé dans le Contrat d'Affermage, la SDE à la charge d'améliorer le rendement du réseau à un taux de 85%. Le Contrat ne permet pas à la SDE de maintenir le rendement réseau au niveau actuel.
- Le volume d'eau non facturé a été maintenu constant à Dakar de 2008 à 2013. Toutefois, il est le résultat combiné de l'amélioration du Rendement à Rufisque, qui a été réalisée suite à un renouvellement intensif des conduites de distribution en 2012, et le pire rendement observé à Dakar 1. De toute évidence, l'efficacité future du rendement du réseau dépendra des actions combinées de la SONES et de la SDE.
- Dakar est confronté à une pénurie récurrente d'eau. La réduction de la perte d'eau devrait être un des principaux points dans la gestion des ressources en eau, qui aura le même impact dans la construction de nouvelles installations de production. Cela pourrait amener la SONES à améliorer le rendement du réseau
- En général, 85% du rendement du réseau, soit 15% du ratio d'eau non facturé constitue un standard élevé qui nécessite beaucoup d'investissements pour le renouvellement des anciennes installations ainsi que des compétences techniques et commerciales de très haut niveau. Dans le monde, il y'a cependant des exemples de bonnes pratiques qui ont permis de réduire le ratio élevé de l'eau non facturé avec de vieilles conduites de distribution identiques à celles de

Dakar à un taux bas de 10 %,c'est l'exemple de la zone Est de Manille aux Philippines et de Phnom Penh au Cambodge.

L'Équipe d'Étude de la JICA considère que l'hypothèse de maintenir le niveau d'efficacité actuel est l'un des scénarios possibles. Toutefois, elle recommande à la SONES et à la SDE de réaliser des études de cas quant à la faisabilité technique et les avantages financiers de l'amélioration du rendement du réseau ou de la réduction des pertes en eau pour déterminer un niveau cible adéquat.

(11) Les observations de l'Équipe d'Étude de la JICA sur les estimations des besoins en eau actualisées

L'Étude KMS3 recommande l'hypothèse des besoins en eau présentée dans le scénario A comme le plus possible de se réaliser. Après examen des hypothèses actualisées, L'équipe d'études de la JICA a adopté cette recommandation, mais souligne néanmoins qu'une forte hausse des besoins en eau pourrait se produire si de nouvelles installations de production d'eau venaient à être construites. Une possible pointe dans la dotation moyenne en eau pourrait être la cause de cette forte hausse. Pour assurer un approvisionnement suffisant en eau dans les zones cibles, L'équipe d'études de la JICA a recommandé à la SONES de prendre en compte les considérations suivantes :

- La desserte moyenne domestique en eau doit faire l'objet d'un suivi afin de permettre de plus exactes estimations des besoins en eau.
- Les besoins en eau des autres catégories d'usagers doivent également faire l'objet d'un suivi. Pour procéder à l'estimation des besoins futurs en eau, ces catégories d'usagers devraient permettre d'analyser la tendance observée et la croissance économique projetée.
- Des analyses de la faisabilité technique de même que les avantages financiers de la réduction des pertes en eau doivent être menées pour déterminer le ratio de l'Eau non Facturé ou le Rendement du réseau à atteindre.
- Le ratio de l'eau non facturé fixé doit être intégré dans les estimations des besoins en eau car plus le ratio du volume d'eau non Facturé est faible plus la capacité de production d'eau pourrait être réduite.

4.2.4 Actualisation du Plan de Développement des Ressources en Eau

S'appuyant sur les prévisions des besoins en eau actualisées, l'étude KMS3 a modifié le scénario de Développement des Ressources en Eau précédemment développé dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011. Dans cette sous-section, il est expliqué le scénario de Développement des Ressources en Eau modifié.

(1) Capacité de production existante

L'Étude KMS3 indique que la capacité de production à terme dans la région de Dakar et au niveau des zones située le long de l'ALG est de 349 000 m³/jour au total elle explique aussi que la capacité de production n'a pas évoluée depuis 2010. Toutefois, selon les dernières informations recueillies auprès de la SONES /SDE, les capacités actuelles sont légèrement différentes des précédentes tel qu'indiqué

dans le Tableau 4.2.15. La construction récente de nouveaux forages et plus particulièrement dans le cadre du programme des Forages d'Urgence ainsi que la mise hors service des anciens forages demeure la principale raison de cette différence.

Tableau 4.2.15 Sources de Production d'Eau Existantes dans l'Étude KMS3 et dernières Informations issues de la SONES/SDE

Catégorie	Designation	Capacité (m ³ /jour)			
		Etude KMS3 (2015)	Dernières info. Issues de la SONES/SDE (Octobre 2015)		
Eaux de Surface	UTE de Ngnith	40.000	40.000		
	UTE de KMS	130.000	130.000		
Eaux souterraines	Catégorie		Forages Existants	Forages du Programme d'Urgence	Total
	Littoral Nord	32.000	35.000	0	35.000
	Kelle-Kébemer	25.000	30.000	11 448	41.448
	Pout Nord	39.000	47.248	7752	55.000
	Pout Sud	21.000	20.000	4080	24.080
	Pout Kirène	6.000	6.000	15 048	21.048
	Sébikotane	7.000	4.500	0	4.500
	Thiaroye	-	0	0	0
	Point B/Point G	16.000	18.000	0	18.000
	Mamelles				
	Thies	23.000	16.000	-	-
Louga	10.000	7.000	-	-	
Total		349.000	353,748	38.328	392,076

*1 Forages indépendants des conduites de transmission ALG transférant l'eau à Thiès et Louga, mais pas pour la région de Dakar.

*2 Étant donné que les Forages de de Thiès contiennent de la calcite comme minéraux de carbonate de calcium, la SONES prévoit leur mis hors service en parallèle avec le début de l'exploitation de KMS3 (prévu en 2020)

Source: Étude KMS3 et de la SDE compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

(2) Développement de nouvelles ressources en eau et réduction des prélèvements d'eaux souterraines

L'Étude KMS3 prévoit le développement de nouvelles ressources en eau et envisage également la réduction des prélèvements d'eaux souterraines. La réduction du prélèvement des eaux souterraines a été entreprise suite aux résultats des études antérieures sur les réserves en eaux souterraines dans et autour de la région de Dakar.

Le Tableau 4.2.16 présente une compilation des capacités de production supplémentaires pour la région de Dakar ainsi que la réduction des prélèvements d'eaux souterraines prévue, qui sont cités dans le rapport de l'Étude KM3 ainsi que la présentation du 11 mars 2015 du Cabinet Merlin.

Concernant la réduction des prélèvements effectués au niveau des forages existants, l'Étude KMS3 envisage une réduction de 34 980 m³/jour à partir de 2019. Toutefois, le Schéma Directeur des Ressources en Eau de 2011 révèle que les analyses et études hydrologiques réalisées dans le passé

avaient recommandé une réduction de 42 395 m³/jour à partir de 2020. En outre, l'étude KMS3 envisage également une réduction des prélèvements effectués au niveau des forages d'urgence de 42 395 m³/jour à compter de 2020. Toutefois, on note une différence par rapport au calendrier de la SONES, qui prévoit que les forages d'urgence seront déconnectés du réseau une fois que de nouvelles installations de production seront construites. Il se trouve que la première nouvelle installation de production d'eau supplémentaire sera mise en service en 2019. De plus il est, il soupçonné que le volume de 42 395 m³/jour de réduction envisagé apparaît comme une référence inexacte de réduction des prélèvements effectués au niveau des forages existants mentionnée dans le Schéma Directeur des Ressources en Eau de 2011. L'Équipe d'Étude de la JICA estime qu'il y'aurait eu des confusions dans le plan de réduction des prélèvements effectués au niveau des forages existants ainsi que des forages d'urgence dans l'étude KMS3

La réduction des prélèvements d'eaux souterraines recommandée au niveau des forages existants représente une partie des prélèvements actuels effectués au niveau du Maastrichtien qui est l'un des principaux aquifères de la région de Dakar. La réduction recommandée des prélèvements effectués au niveau des forages d'urgences représente également le volume de prélèvement d'eau prévu au niveau de la même aquifère (Maastrichtien).

**Tableau 4.2.16 Capacité supplémentaire prévue et réduction de la production
 d'eau envisagée dans l'étude KMS3**

Installations	Capacité supplémentaire (m ³ /jour)		Réduction envisagée (m ³ /jour)	Observations
Forages Existants	-		-34,980 à partir de 2019	Se référant au Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau de 2011, il est jugé que « la réduction de 42 395 m ³ / jour à partir de 2020 » sera correcte.
Forages d'Urgences	+60,000 à partir de 2015		-42,395 à partir de 2020	Il est considéré que la réduction de «34 980 m ³ / jour à partir de 2019 » est correcte ».
Forages deTassette	+20,000 à partir de 2018		-20,000 2030	Dans l'étude KMS3, la construction par étapes de l'UTE a été considérée comme une option.
UTE KMS3	Case 1	+100,000 à partir de 2019	-	
	Case 2	+50,000 à partir de 2019 +50,000 à partir de 2023	-	
Usine de Dessalement Sendou	+50,000 à partir de 2019		-20,000 2020 -30,000 2025	Toute l'eau serait transférée à la Région de Dakar pour finalement être réduit à zéro.
Usine de Dessalement aux Mamelles	+50,000 à partir de 2020 +50,000 à partir de 2025		-	-
UTE de Ngnith	+10,000 à partir de 2020		-	Projet d'amélioration afin de récupérer la capacité de production actuellement détériorée en raison du mauvais fonctionnement, etc. du système de transmission
Total	340,000		147,375	-
Capacité de production à terme en 2035	541,625 (349,000: Capacité existante + 340,000 - 147,350)			-

* En plus des éléments cités ci-dessus, les forages de Louga (4,400m³ / jour) seront achevés en 2015 selon le dernier plan de la SONES, bien qu'ils ne soient pas mentionnés dans l'Étude KMS3. En outre, les Forages de Thiès (16,000m³/jour) seront mis hors service lorsque les nouveaux d'une capacité de 16 000 m³/jour) seront mis en service en 2020.

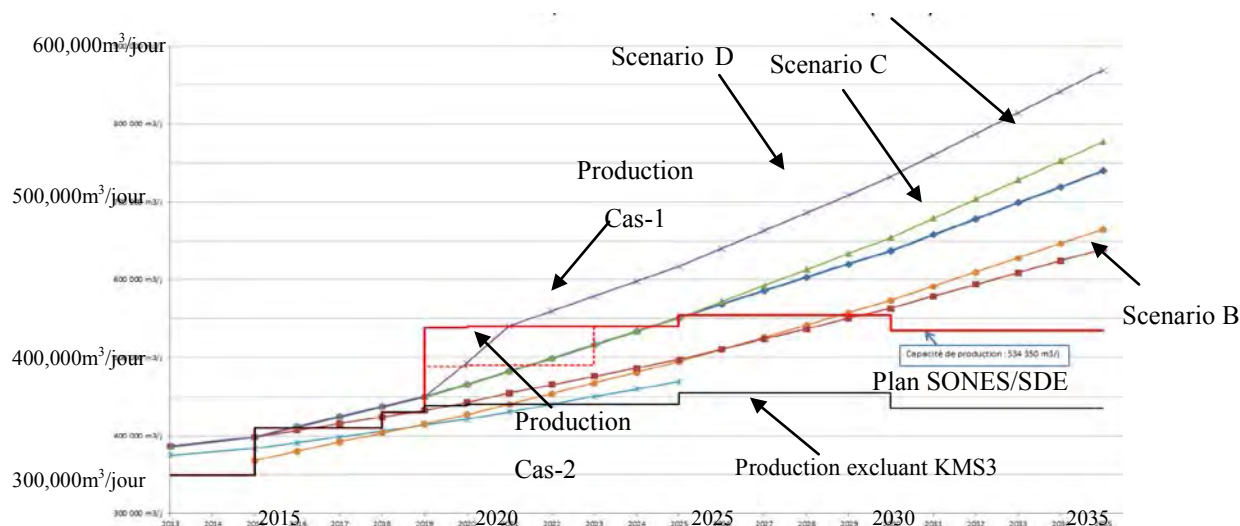
Source: Étude KMS3

(3) Équilibre future du bilan besoin ressource

La Figure 4.2.4 et le Tableau 4.4.17 présentent l'équilibre futur du bilan des besoins en ressources projetée par l'Étude KMS3. Selon la présentation, du 11 Mars 2015, le Cabinet Merlin a recommandé le cas 1 où l'UTE de KMS3 aura une capacité à terme de 100 000 m³ / jour en 2019. Le cas 2 se traduira par un déficit en 2021 et 2022, tandis que le cas 1 permettra d'éviter le déficit jusqu'en 2026.

En outre l'Étude KMS fait mention d'un plan de construction d'une ALG3 d'une capacité de 200 000 m³/jour. En tenant compte de la future extension de l'UTE de KMS3 (ci-après dénommée, « KMS3-

2 »), ceci est une solution qui permettra après l'extension de transférer la totalité de l'eau de l'UTE de KMS3 vers la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG à partir de la conduite de transmission, et d'éviter la pose d'une conduite supplémentaire. En anticipation au déficit en eau prévu dans un futur proche comme le montre la figure 4.2.4, la SONES appliquera cette option pour le projet KMS3.



Source: Étude KMS3

Figure 4.2.4 Future équilibre du bilan des besoins en ressource dans l'Étude KMS3

Tableau 4.2.17 Future Gap entre Besoins en Eau et Capacité de Production dans l'Étude KMS3 dans le Scenario A des Besoin en Eau

	2013	2015	2020	2025	2030	2035
Besoins en Eau (m ³ /j)	386,224	398,180	464,893	551,017	637,193	739,888
Capacité de production (m ³ /j)	349,000	409,980	540,305	554,350	534,350	534,350
Équilibre(m ³ /j)	-37,224	11,800	75,412	3,333	-102,843	-205,538

Source: Étude KMS3

- (4) Observations de l'Équipe d'Étude de la JICA sur le plan de développement des ressources en eau dans l'étude KMS3

L'Équipe d'Étude de la JICA considère que la construction de KMS3 en une seule phase sera une solution pertinente qui permettrait d'éliminer ou atténuer le déficit en eau. La construction d'une nouvelle conduite de transmission ALG3 ayant la capacité de supporter une production d'eau supplémentaire à l'avenir sera également logique, car elle permettra à la SONES d'économiser l'investissement total dans le long terme mais aussi d'avoir un gain de temps dans l'expansion future afin de desservir la région de Dakar en eau supplémentaire.

En ce qui concerne le déficit en eau dès 2026 en moyen et long terme, l'expansion de l'UTE de KMS, ou KMS3-2, sera la première option comme contre-mesure au déficit. La construction de nouvelles usines de dessalement d'eau de mer sera également une option possible.

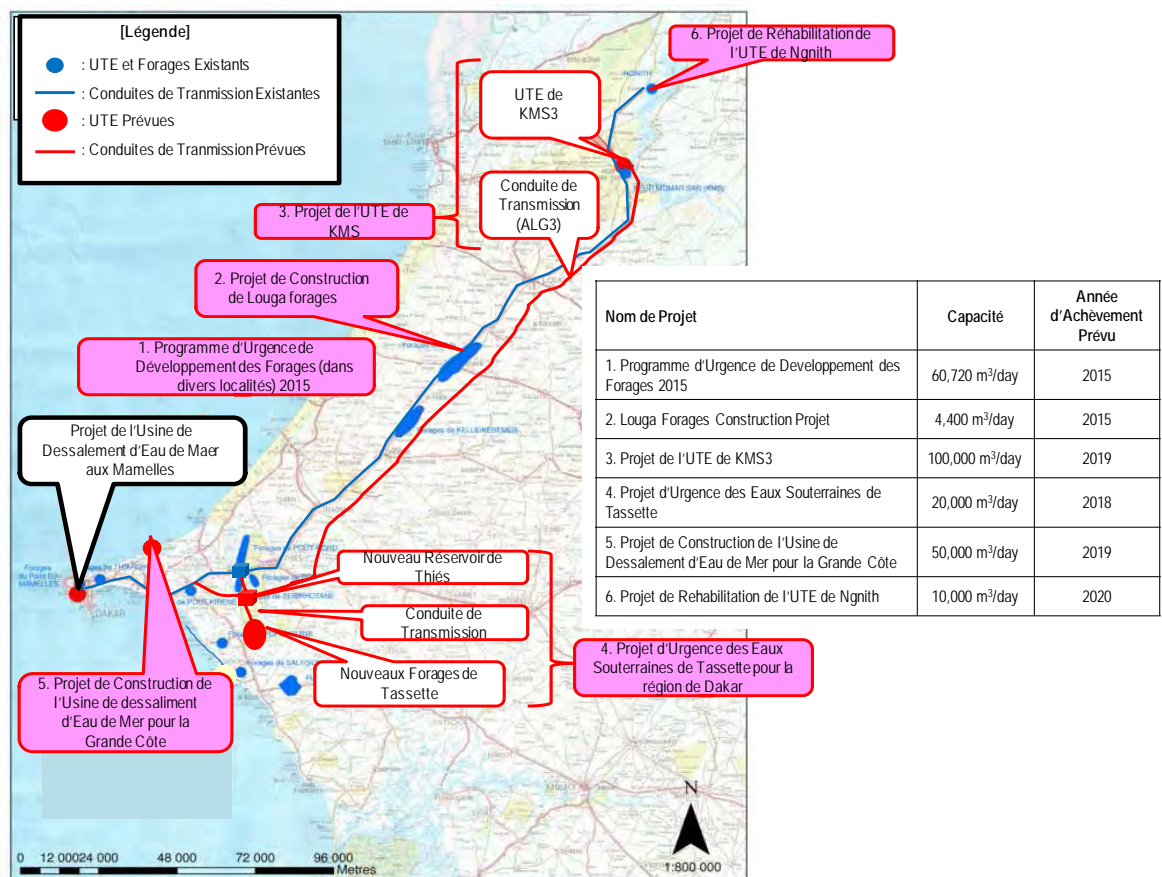
4.3 Nécessité et Horizon du Projet

La section 4.2 fait état du plan de développement actuel des ressources en eau de la SONES modifié dans l'étude de KMS3. L'équipe d'étude de la JICA est consciente que la version modifiée du plan constitue un objectif que la SONES devra atteindre, mais ne parvient pas à réaliser sa mise en œuvre à temps. Dans cette section, l'état d'avancement et le calendrier des projets seront présentés. L'équipe d'étude de la JICA procédera également à l'analyse des risques susceptibles de retarder la mise en œuvre des projets. En prenant en compte ces éventuels retards, elle établira des conclusions quant à la nécessité et l'échéance du projet à travers une simulation de l'équilibre futur entre la production et les besoins en eau dans les différents cas de la capacité de l'usine de dessalement de l'eau de mer par osmose inverse aux Mamelles.

4.3.1 Etat d'Avancement et Calendrier des Projets Majeurs de la SONES

(1) Projets en cours et Projets prévus

La Figure 4.3.1 montre les emplacements, capacités de production et dates d'achèvement des projets de production d'eau prévus pour la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG



Source: Équipe d'Étude de la JICA, informations de la SONES

Figure 4.3.1 Emplacements Capacités de Production et Dates d'Achèvement des Projets de Production d'Eau prévus pour la Région de Dakar et les Zones Situées le Long de l'ALG.

(2) Programme 2015 pour la réalisation de forages d'urgence

Dans le but d'apporter une solution sur le déficit d'approvisionnement en eau dans la Région de Dakar, le Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement et la SONES se sont résolus à réaliser de nouveaux forages dans le cadre du projet dénommé « Programme d'Urgence pour la Sécurisation de l'Approvisionnement en Eau Potable de La Région de Dakar ». Le projet qui consiste à construire 21 nouveaux forages, est divisé en deux phases comme illustré dans les Tableaux 4.3.1 et 4.3.2. La Phase 1 et la Phase 2 seront menées respectivement dans la première et la seconde moitié de l'année 2015. La capacité totale de production sera de 60 720 m³/jour.

Ledit projet sera mis en œuvre par la SDE sur la base de l'Avenant No.8 du Contrat d'Affermage. Le projet devra être finalisé d'ici 2015 comme prévu.

Tableau 4.3.1 Première Phase du Plan de Développement des Forages d'Urgence d'ici juin 2015

Zone de forages	Nombre de forages réalisés	Débits de captage (m ³ /h) de chaque forage	Quantités supplémentaires prévues (m ³)	Nombre réalisé jusqu'en Juin 2015
Kelle	2	140 -150	7 700	11 448
Pout Kirène	3	150	17 820	10 968
Pout Nord	2	150	6 600	7 752
Pout Sud	1	120	5 280	4 080
Keur Séga Wore	1	150	3 300	4 080
Total	9	-	40 700	38 328

Source: SONES

Tableau 4.3.2 Phase 2 du Plan de Développement des Forages d'Urgence d'ici décembre 2015

Zone de forages	Nombre de forages	Débits de captage (m ³ /h) de chaque forage	Quantités supplémentaires prévues (m ³) d'ici juin 2015
Littoral Nord	2	150	6 600
Dakar	3	100-110	6 820
Pout Nord	2	150	6 600
Total	7	-	20 020

Source: SONES

(3) Projet de construction des forages de Louga (dans le cadre du PEPAM)

Afin d'améliorer les services d'eau à Louga, situé le long de l'ALG1, de nouveaux forages d'une capacité totale de 4,400m³ / jour sont en cours de construction dans le cadre du PEPAM (Programme du Millénaire pour l'Eau potable et de l'Assainissement). La construction de ces forages sera achevée en 2015.

(4) Projet de l'UTE de KMS3

Le projet concernant l'usine de traitement d'eau de KMS3 consiste à la construction de la troisième unité de l'usine ainsi que la nouvelle conduite d'adduction d'eau, ALG3. La construction progressive en deux phases a été mentionnée dans l'Etude de KMS3 mais la SONES mettra en œuvre le projet en une phase d'ici 2019.

La capacité de production de l'usine de traitement d'eau de KMS3 sera de 100 000 m³/jour. Cependant, il existe deux options dans la conception de la capacité de l'ALG3, dont le Scénario 1 concevra l'ALG3 pour une capacité de transfert de 100 000 m³/jour et le Scénario 2 concevra l'ALG3 pour qu'elle ait une capacité de transfert qui atteint 200 000 m³/jour pour une éventuelle extension de l'usine de traitement d'eau de KMS comme l'indique le Tableau 4.3.3. Le Scénario 2 nécessite des conduites de gros diamètres pour l'ALG3. Selon la SONES, le Scénario 2 sera appliqué pour éviter l'installation de conduites d'eau supplémentaires à l'avenir. L'Équipe d'Étude de la JICA considère que la construction de l'UTE en une phase et l'adoption du Scénario 2 sont raisonnables.

Il était prévu à l'origine de transférer la totalité de l'eau produite par l'UTE de KMS3 vers la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG. Toutefois, du fait de la delocalisation du Projet de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse de Sendou à la Grande Côte, une partie de l'eau produite par l'UTE de KMS3, ainsi que les eaux souterraines extraites à partir des nouveaux forages de Tassette, sera déviée vers la Petite Côte.

Tableau 4.3.3 Plans Optionnels du Projet de Construction de l'Usine de Traitement d'Eau de KMS3

DENOMINATION	SCENARIO 1		SCENARIO 2	
	CARACTERISTIQUE	COUT €	CARACTERISTIQUE	COUT €
Unité de production de KMS3 (Prise et pompage d'eau brute inclus)	100 000 m3/j	31 M€	100 000 m3/j (Prise d'eau et répartiteur pour 200 000 m3/j)	34 M€
Unité de pompage de KMS 3	4 200 m3/h à 159 m	8 M€	4 200 m3/h à 159 m (Genie Civil pour 8 400 m3/h)	10 M€
Conduite de refoulement KMS 3 => THIES (Tracé variante par le SUD de THIES)	DN1200 sur 180km	155 M€	DN1500 sur 180km	223 M€
Surpresseur de MECKE 2	4 200 m3/h à 84 m	4 M€	-	-
Réservoirs de THIES	2 x 10 000 m3	6 M€	2 x 10 000 m3	6 M€
Conduite de THIES => POINT K	DN1200 sur 15km	26 M€	DN1600 sur 12km	37 M€
	DN1000 sur 12km		DN1400 sur 11km	
			DN1200 sur 4 km	
	DN900 sur 6km		DN1100 sur 6 km	
		230 M€		310 M€

Source: Etude de KMS3

Concernant le calendrier de mise en œuvre du projet, l'étude de KMS3 prend en compte la production annuelle de l'UTE de KMS à partir de 2019 dans les besoins et déficit de production en eau. Pour cela, le projet d'UTE de KMS3 doit être achevé d'ici mi 2019 (au lieu de fin 2020). Sur la base du calendrier de travail de l'ES du Projet de KMS3, les travaux de construction devront être réalisés dans environ trente-huit (38) mois tel que présenté sur la Figure 4.3.2. Cependant, il existe des aspects positifs et négatifs sur la possibilité de l'achèvement du Projet d'ici mi 2019 comme présenté ci-dessous :

Etapes du Projet		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I
[Calendrier prévu par la SONES pour le Projet de l'UTE de KMS3]														
Conception détaillée	5 mois	Avril 2015												
Préparation des documents d'appel d'offres	7 mois													
Pré-qualification	4 mois													
Soumission	6 mois													
Construction	38 mois	Mai 2016												Juin 2019

Source: équipe d'étude de la JICA sur la base du support de présentation du 11 mars par le Cabinet Merlin

Figure 4.3.2 Calendrier Prévu par la SONES pour le Projet de l'UTE de KMS3 et sa Mise en Service

[Les aspects POSITIFS qui soutiennent le démarrage de la mise en service à partir de 2019]

- Évidemment, la phase critique des travaux de construction demeure l'installation de conduites d'eau de 180 km de longueur et de 1 500 mm de diamètre. Compte tenu des cinq (5) mois prévus pour les travaux de construction et de mise en service, les travaux d'installation des conduites du Projet d'UTE de KMS3 devront être achevés en trente-trois (33) mois, ce qui équivaut à une progression journalière de 180 m. Le déploiement de 20 équipes de construction peut permettre de parvenir à cette rapide progression mais cela ne sera pas une tâche aisée.
- D'après les documents du projet, d'un autre côté, le Projet Sectoriel Eau à Long Terme (« PLT »), qui a débuté en 2002, a établi la première unité de l'UTE de KMS et l'ALG 1 opérationnelles en 2004. Cela signifie que l'UTE et la conduite d'adduction ont été construites sur 20 à 30 mois. L'ALG 1 est principalement composée de conduites de 1 200 mm de diamètre. La période de construction de conduite en acier dépend des travaux de soudure au niveau des joints des conduites. De manière générale, les heures nécessaires pour les travaux de soudure d'un joint de conduite de 1 500 mm de diamètre sont environ 125 % de celles de conduites de 1 200 mm de diamètre. À cet égard, à partir de la comparaison avec la période de construction de l'ALG 1, il est possible que le projet soit réalisé en trente-huit (38) mois.

[Les aspects NEGATIFS qui soutiennent le démarrage de la mise en service à partir de 2019]

- Le projet de l'UTE de KMS3 nécessitera la main d'œuvre d'un grand nombre de soudeurs qualifiés pour l'installation des conduites. La sécurisation de soudeurs qualifiés peut affecter la durée du projet.
- L'approvisionnement et le transport d'une grande quantité de conduite de gros diamètre peuvent aussi être des facteurs déterminants de l'état d'avancement de la construction. Ce point devra être analysé dans l'étude en cours de KMS3.

- La conception détaillée de KMS3 a été achevée depuis Octobre 2015, et le Cabinet Marlin vient juste de soumettre le dossier de Pré-Qualification à la SONES alors que ce processus devrait être déjà entamé dans le calendrier original. Il est noté un grand retard dans l'état d'avancement actuel par rapport au calendrier prévu.

Dans l'ensemble, l'Équipe d'Étude de la JICA ne disconvient pas de la possibilité de l'achèvement du projet d'ici 2019. Cependant, il est fort probable que le démarrage de l'exploitation de l'UTE de KMS 3 soit reporté à 2020.

(5) Projet d'Urgence des Eaux Souterraines de Tassette pour la région de Dakar

Ce projet dénommé « Programme d'Urgence Complémentaire de l'Approvisionnement de la Région de Dakar à partir de Tassette » a pour objet la construction de 7 forages à Tassette et de son système d'adduction correspondant, composée de conduites de transferts de diamètre 800mm et de deux (2) Réservoirs. Les eaux souterraines qui seront extraites de ces forages seront refoulées vers les nouveaux réservoirs de Thiès ; et qui par la suite seront injectées dans ALG3 dans l'avenir. En outre, le nouveau système d'adduction devra être connecté à celui existant par l'intermédiaire des réservoirs existants de Thiès et des nouveaux. Cette interconnexion, si important permettra le transport des eaux souterraines de Tassette à la région de Dakar avant même la construction de ALG3. Toutefois, selon les derniers plans de la SONES, les eaux souterraines prélevées des forages de Tassette seront détournées vers la Petite Côte, en raison de la délocalisation du Projet de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse de Sendou à la Grande Côte.

Les forages de Tassette auront une capacité totale de 20 000 m³/jour et devront être finalisés en 2018. Le projet sera financé par l'IDA et les dossiers de soumission à l'appel d'offres ont déjà été élaborés. Pour le moment, aucun problème spécifique pouvant retarder le projet n'est envisagé.

(6) Projet de construction de l'usine de dessalement de l'eau de mer sur la Petite Côte (Usine de dessalement de l'eau de mer par OI sur la Grande Côte)

Dans le Plan Directeur 2011 des Ressources en Eau, ledit projet était prévu pour la zone de Ngaparou. Ensuite, le site du projet fut déplacé vers Sendou avant le démarrage en Février 2015 de l'étude de faisabilité menée par IDA. En outre, durant l'étude de pré-faisabilité, le site du projet a été transféré à nouveau sur la Grande Côte, sur la partie occidentale du Lac Rose.

À l'origine, ce projet avait été prévu pour approvisionner exclusivement de l'eau dessalée à la Petite Côte. Cependant, en raison des préoccupations croissantes sur la pénurie d'eau dans la région de Dakar, la SONES envisageait que l'usine aurait pour fonction d'approvisionner la capitale en eau supplémentaire. Après la relocalisation du projet à la Grande Côte, qui est assez éloignée de la Petite Côte, la SONES a décidé de transférer la totalité de l'eau produite par l'usine de dessalement de la Grande Côte vers la Région de Dakar, au lieu de la Petite Côte. La capacité de l'usine de dessalement sera de 50 000 m³/jour et l'année d'achèvement du projet est prévue 2019.

Le Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement et la SONES vont mettre en œuvre le projet à travers le Schéma PPP. Le CPET (Construction-Possession-Exploitation-Transfert) (CPET) est le schéma le plus susceptible d'être adopté. En outre, le contrat de type « take or pay » en vertu duquel le client payera toujours le volume d'eau indépendamment de la consommation réelle, sera aussi plus susceptible d'être adopté.

L'Étude de pré-faisabilité, financée par l'IDA a été achevée. Suite à l'entretien tenu avec l'IDA, l'institution a l'intention de financer le recrutement d'un consultant qui se chargera de l'assistance et de la supervision des appels d'offres après la mise en œuvre de l'Étude d'Impact Environnemental du Projet par la SONES. Cependant la SONES a l'intention de réaliser une étude de faisabilité financée par la Société de Financement Internationale (SFI) avant l'appel d'offres.

L'Étude Environnementale qui sera réalisée durant une année pour préparer le rapport de l'Étude d'Impact Environnemental (EIE) et recueillir les conditions naturelles pour la conception détaillée exécutée par l'entrepreneur, a été entamée, dans le cadre du même contrat que l'EIE de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI des Mamelles. La réunion de démarrage entre la SONES et le consultant a eu lieu le 30 Septembre 2015.

Les actuels points de vue de l'Équipe d'Étude de la JICA sur l'éventuel calendrier du projet sur la base des informations recueillies sont présentés ci-dessous:

- Si toute la procédure est mise en œuvre comme prévu, le projet sera achevé en 2019 comme l'indique la Figure 4.3.3.
- Bien que la Grande Côte soit retenue pour abriter le site du projet, le périmètre exact du projet demeure totalement inconnu jusqu'à présent. Il se pourrait que l'identification du site et l'acquisition de terrains ralentissent la progression du projet.
- L'EIE a été entamée en Septembre 2015. Cependant, le site de construction exacte l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI des Mamelles n'a pas encore été fixé. Lors de la réunion de démarrage tenue le 30 Septembre, les deux parties ont discuté sur le fait que le consultant devrait réaliser les études sur les sites susceptibles d'être choisis ou devrait plutôt attendre la détermination du site final devant abriter l'usine sur. Dans ces conditions, l'EIE ne peut être achevée comme prévu et les retards observés dans le processus d'obtention du CCE pourrait impacter sur l'état d'avancement du Projet
- Ce projet constitue le premier cas pour la SONES en matière de gestion d'un projet PPP. Bien que SONES emploiera un consultant pour l'assistance et la supervision des appels d'offre du projet, certains problèmes sont anticipés dans la procédure d'appel d'offres, la négociation avec l'entrepreneur sélectionné, et la gestion du projet. Lesquels problèmes pourraient ralentir la progression dudit projet.
- Du fait de la délocalisation du site du projet, le projet n'est pas à un emplacement physiquement favorable pour transférer l'eau traitée produite de cette usine de dessalement vers la Petite Côte. Pour que l'usine de dessalement soit opérationnelle, le projet doit être

couplé avec un plan de construction d'un système de transmission de l'eau de l'eau traitée, ce qui pourrait ralentir la progression du projet

En conclusion, l'Équipe d'Étude de la JICA estime que le projet peut être finalisé en 2019 comme prévu, mais cela dépend de l'avancement de la procédure budgétaire pour l'étude environnementale, de la disponibilité des terrains et de la capacité de la SONES à gérer le projet PPP qui présente beaucoup de défis.

Phases du Projet		2015		2016		2017		2018		2019	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Étude de Pré-faisabilité	7 mois	Février à Septembre, 2015									
Mis à disposition du consultant	6 mois										
Étude de Faisabilité	6 mois										
Préparation du document d'appel d'offres et soumission	9 mois										
Etude Environnementale	15 mois										
CCE	-										
Acquisition de terrains	-										Septembre 2019
Construction	27 mois										

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.3.3 Eventuel Calendrier du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer sur la Petite Côte avec le Scénario le Plus Optimiste

(7) Projet de réhabilitation de l'usine de traitement des eaux de Ngnith

L'usine de traitement des eaux de Ngnith était initialement conçue pour avoir une capacité de 60 000 m³/jour, mais sa production actuelle n'est que de 40 000 m³/jour au maximum. Comme expliqué dans la Sous-section 3.4.3, la performance dégradée des pompes de traitement d'eau et le contrôle problématique de la pression dans l'ALG1 sont les principales raisons de l'insuffisance de la capacité de production.

Actuellement une étude de faisabilité du projet de réhabilitation de l'usine de traitement des eaux est en cours grâce à une aide financière de la part de l'AFD. La SONES espère que les travaux de réhabilitation prévus permettront de résorber la capacité de production perdue de 10 000 m³/jour. Le projet devra être finalisé en 2020 grâce au fonds de l'AFD. L'Équipe d'Étude de la JICA estime que l'achèvement prévu en 2020 est réalisable vu que le projet n'est plus confronté aux problèmes d'acquisition de terrains, d'environnement et de finances.

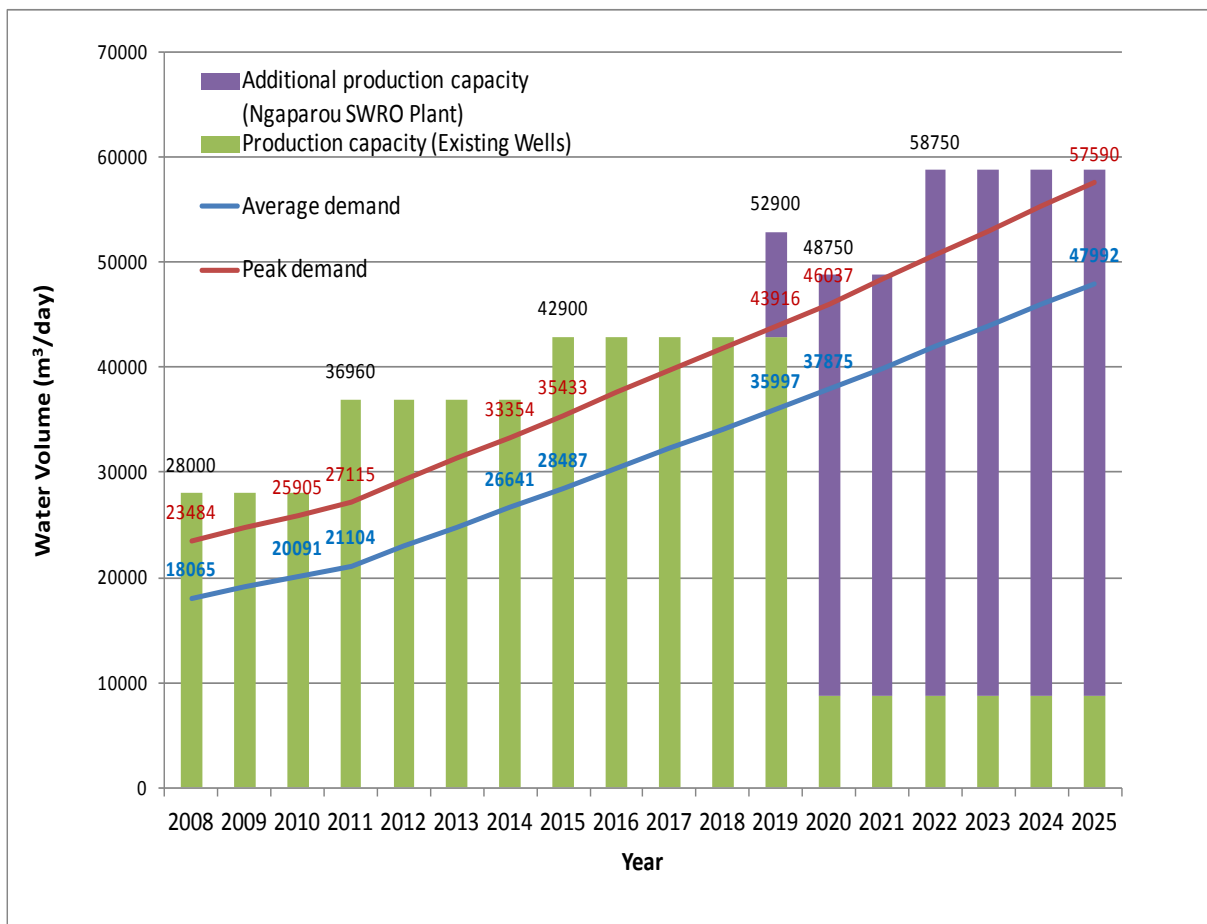
4.3.2 Développement des Ressources en Eau dans la Petite Côte

(1) Plan de développement des ressources en eau pour la Petite Côte dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011

La Petite Côte est une station touristique côtière, qui est située dans le sud-est de la zone centrale de Dakar. La ressource en eau de la région est constituée par les eaux souterraines, cependant le sur

prélèvement de ces dernières a été souligné. En raison du potentiel limité des ressources souterraines et de l'augmentation prévue de la demande en eau, le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011 a proposé le projet de a nouvelle Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI, devant produire 50 000 m³ / jour pour la Petite Côte, ci après dénommée « Projet de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI de Ngaparou » comme le montre la figure 4.1.1.

La Figure 4.3.4 présente le scénario de développement des ressources en eau ainsi que la prévision de la demande en eau pour la Petite Côte dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011. L'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI de Ngaparou était prévue pour produire 10 000 m³ / jour à partir de 2019 dans sa phase initiale. Elle fera l'objet d'une extension en 2020 et 2022 pour atteindre une capacité à terme de 50 000 m³/jour. D'autre part, il a été prévu de réduire les prélèvements d'eaux souterraines de 42 900 m³ / jour, correspondant au volume actuel prélevé à 8750 m³/jour lors de la mise en servie de l'usine en 2019.



Source: Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011

Figure 4.3.4 Scénario de Développement des Ressources en Eau et Prévision de la Demande en Eau pour la Petite Côte dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011.

(2) Actuel Plan de développement des ressources en eau pour la Petite Côte

Comme décrit dans le point (6) du paragraphe 5.4.1, l'usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse de Ngaparou a été délocalisée à la Grande Côte et par conséquent l'eau produite sera transférée à la Région de Dakar au lieu de de la Petite Côte. Comme conséquence de ce changement de plan, les ressources supplémentaires en eau de la la Petite Côte de l'UTE de KMS3 et des forages d'urgence de Tassette, qui étaient initialement destinés à desservir exclusivement la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG.

(3) Actualisation prévue du du plan de développement des ressources en eau pour la Petite Côte

Comme expliqué dans la section 4.2, la demande en eau dans la région de Dakar et les zons situées le long de l'ALG a été actualisée dans l'étude KMS3, tandis celle de la Petite Côte n'a pas encore été actualisée dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011. Dans le plan actuel de la SONES, l'UTE de KMS3 et les forages d'urgences de Tassette verront leur production d'eau déviée vers la Petite Côte. Cependant, il n a pas été validé au niveau de la SONES si effectivement ces deux ressources en eau supplémentaires seront en mesure de satisfaire la demande croissante eau dans la Petite Côte.

Pour finalement actualiser et valider le plan de développement des ressources en eau, actuellement SONES est entrain de mener une procédure interne pour la mise à disposition d'un consultant qui réalisera l'étude globale du Schéma Directeur pour la région de Dakar, et les zones situées le long de l'ALG et la Petite Côte. L'étude du Schéma Directeur va procéder à l'actualissstion du scénario de développement des ressources en eau pour l'ensemble de la zone cible. Compte tenu de la croissance rapide observée dans la région du fait de la station touristique, l'étude prévue projettera une hausse de la demande en eau pour la Petite Côte supérieure à celle projetée dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011, similairement à l'étude KMS3 qui a revue à la hausse la prévision de la demande en eau pour la région de Dakar Région et les zones situées le long de l'ALG dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011 de 10%.

4.3.3 Étude de la capacité de production nécessaire et de la portée du projet sur la base des prévisions de l'équilibre entre la production et les besoins en eau

(1) Méthodologies et conditions de l'étude

Afin d'évaluer la nécessité de la capacité de production et la portée de l'usine de dessalement d'eau de mer par osmose inverse aux Mamelles, l'Équipe d'Étude de la JICA a effectuée des simulations sur l'équilibre futur entre la production et la demande en eau en cas de non-réalisation de ce projet et en supposant différents cas capacités de l'usine de Dessalement des Mamelles. Les simulations intègrent la Petite Côte, en plus de la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG, qui seront reliées par le système de transmission d'eau.

Dans le cas « sans projet », l'Équipe d'Étude de la JICA a exécuté des simulations de l'équilibre future entre demande en eau et la capacité de production en tenant en compte qu'aucune production

supplémentaire et de différents cas de capacité de l'usine de dessalement d'eau de mer par OI aux Mamelles. Dans les cas alternatifs « avec projet », deux options concernant la capacité de production de l'Usine de Dessalement en sa Phase 1 ont été supposées à savoir une capacité de 50 000 m³/jour et une autre de 75 000 m³/jour. Les hypothèses sur la future production d'autres ressources en eau ont été déterminées en fonction des résultats de la revue de l'étude de KMS3, de l'état d'avancement et du calendrier des projets de production d'eau concernés.

La demande en eau pour la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG mis en application dans les simulations est le scénario A préparé par l'étude KMS3. Le Scénario D est également pris en compte dans les simulations comme cas optionnel en prenant en compte la demande élevée. En ce qui concerne la Petite Côte, les simulations appliquent 110% de la demande en eau projetée dans le Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011. Une hausse de 10% est présumée à cause de la révision similaire effectuée dans l'étude KMS3 pour la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG.

(2) Cas « sans projet » pour examiner la nécessité du Projet

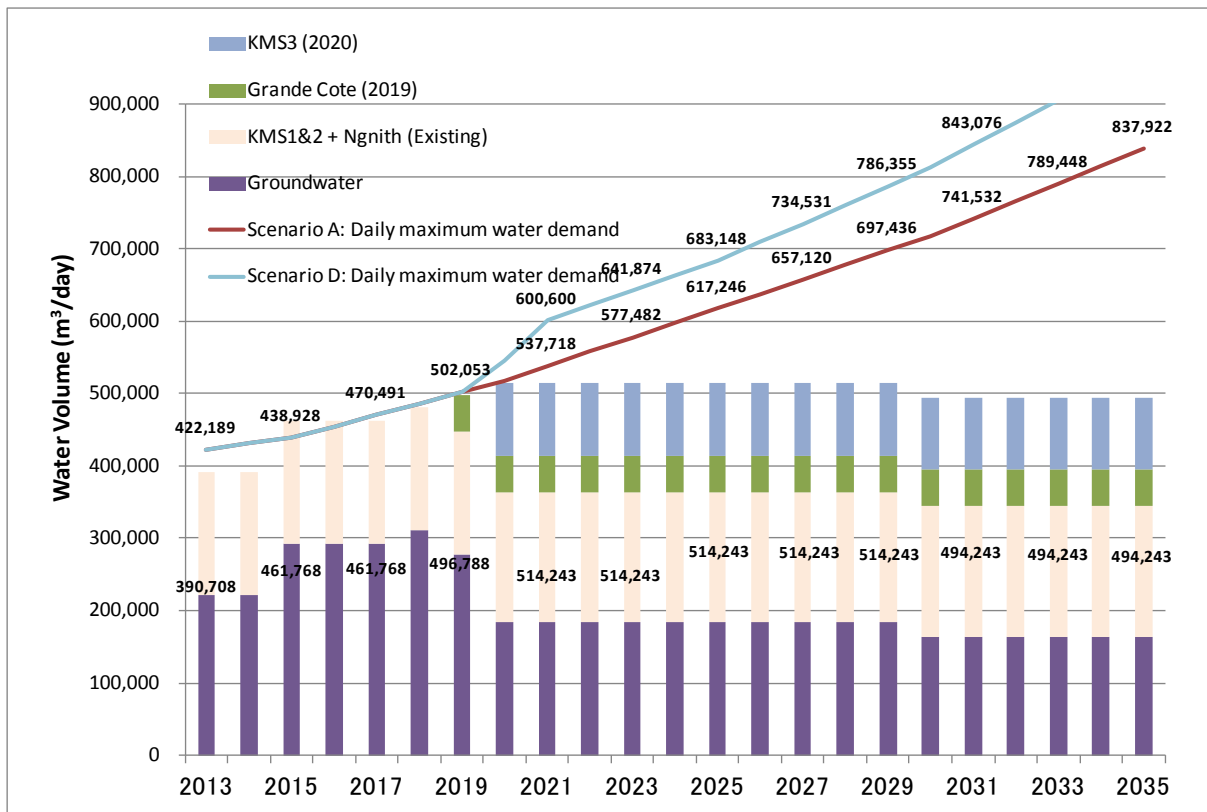
Les hypothèses du cas « sans projet » sont présentées dans la Tableau 4.3.4 et la demande en eau ainsi que le gap de production dans le cas « sans projet » est présentée dans la Figure 4.3.5.

Comme présenté sur la figure dans le cadre de l'option « sans projet », le déficit en eau dans le scénario A sera considérable à partir de 2021 (L'écart négatif est de 3593 m³/jour en 2020, mais va augmenter de manière considérable pour atteindre 21 175 m³ / jour dans l'année qui suit.) . Si la demande en eau augmente comme indiqué dans le scénario D, où la consommation unitaire en eau par personne et par jour est supposée augmenter de 15 % par rapport à la situation actuelle, la Région de Dakar devra faire face une pénurie d'eau plus grave que celle mentionnée dans le scénario A. Par conséquent, l'Équipe d'Étude de la JICA a conclu que l'usine de Dessalement de l'Eau de mer par OI aux Mamelles doit être opérationnelle à partir de 2021 afin d'éviter les pénuries d'eau dans la capitale.

**Tableau 4.3.4 Hypothèses Relatives à la Demande en Eau et à l'Analyse du Gap de Production
 dans le Cas « Sans Projet »**

Catégorie	Description	Condition		Remarques
Prévisions de la demande en eau	Région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG.	Scenarios A et D		-
	Petite Côte	110% de la prévision de la demande dans Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011		-
Production existante	Pour la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG. (UTES et Forages)	353,748 m ³ /jour	À partir de 2015	-
	Pour la Petite Côte (Forages)	42,900 m ³ /jour		-
Nouvelle production	Forages d'urgence 2015	60,720 m ³ /jour	À partir de 2015	38,328 m ³ /jour ont été atteints en Juin 2015.
	Nouveaux Forages de Louga	4,400 m ³ /jour	À partir de 2015	Pas mentionné dans l'Etude KMS3 mais en cours dans le cadre du PEPAM
	UTE de KMS3	100,000 m ³ /jour	À partir de 2020	1 an de retard supposé à partir du présent calendrier
	UTE de KMS3-2	0 m ³ /jour	-	Pas de Projet
	Forages d'urgence de Tassette	20,000 m ³ /jour	À partir de 2018	Comme planifié
	Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI de la Grande Côte	50,000 m ³ /jour	À partir de 2019	Comme planifié
	UTE de Ngnith	+ 10,000 m ³ /jour	À partir de 2020	Comme planifié
	Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI des Mamelles	0 m³/jour	-	Comme planifié
Réduction du prélèvement des eaux souterraines	Forages existants pour la Région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG.	-42,395 m ³ /jour	À partir de 2020	Comme planifié
	Forages existants de Thiès	-16,000 m ³ /jour	À partir de 2020	Comme planifié
	Forages existants de la Petite Côte	-34,150 m ³ /jour	À partir de 2021	Comme planifié
	Forages d'urgence 2015	-34,980 m ³ /jour	À partir de 2019	Comme planifié
	Forages d'urgence de Tassette	-20,000 m ³ /jour	À partir de 2030	Comme planifié

Source: Équipe d'Étude de la JICA



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.3.5 Demande en eau et déficit dans la production Sans Réalisation du Projet de la Grande Cote

(3) Les cas de capacité alternatifs pour déterminer la capacité de production du projet

Les hypothèses de cas « sans projet » sont présentées dans le Tableau 4.3.5 et le gap de production de cas « sans projet » est présenté dans les Figures 4.3.6 et 4.3.7.

Dans les deux cas, la demande en eau dans le scénario A sera satisfaite jusqu'en 2030, après quoi, d'autres ressources en eau devront être explorées. Dans le Cas 1 la demande en eau dans le scénario A ne sera pas satisfaite par les 13 239 m³/jour en 2023, alors que la demande en eau dans le Scénario D sera continuellement satisfaite jusqu'en 2029.

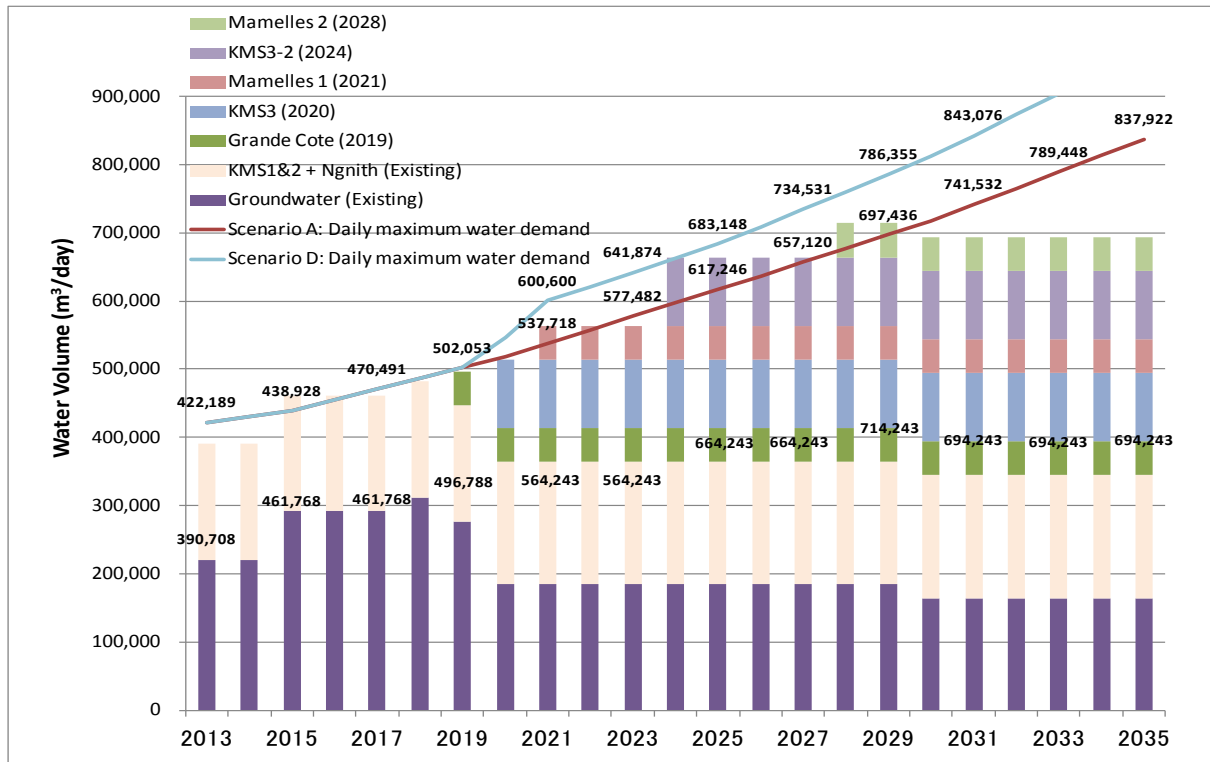
Cependant, dans le projet le déficit en eau de 13 239 m³/jour en 2023 dans le scénario A n'est pas critique, étant donné que la SONES sera en mesure de combler ces gaps négatifs par une exploitation immédiate et totale des forages existants et ceux construits dans le cadre du programme d'urgence (forages d'urgence). En outre, la SONES aura suffisamment de temps pour déterminer la date d'extension de KMS3 avant 2023 si une telle pénurie d'eau est jugée susceptible de se produire en effectuant un suivi attentif de la hausse dans la consommation en eau. Considérant que la demande en eau présentée sur les Figures sont les valeurs maximales quotidiennes et que la demande en eau du Scénario D n'est pas le scénario principal, le cas 2 qui satisfera le Scénario D de la demande en eau est évalué comme étant un surinvestissement. Par conséquent, Équipe d'Étude de la JICA a conclu que 50

000 m³/ jour est la capacité la plus appropriée de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par OI des Mamelles en phase 1.

Tableau 4.3.5 Hypothèses dans l'Étude Relative à la Nécessité et à la Capacité du Projet

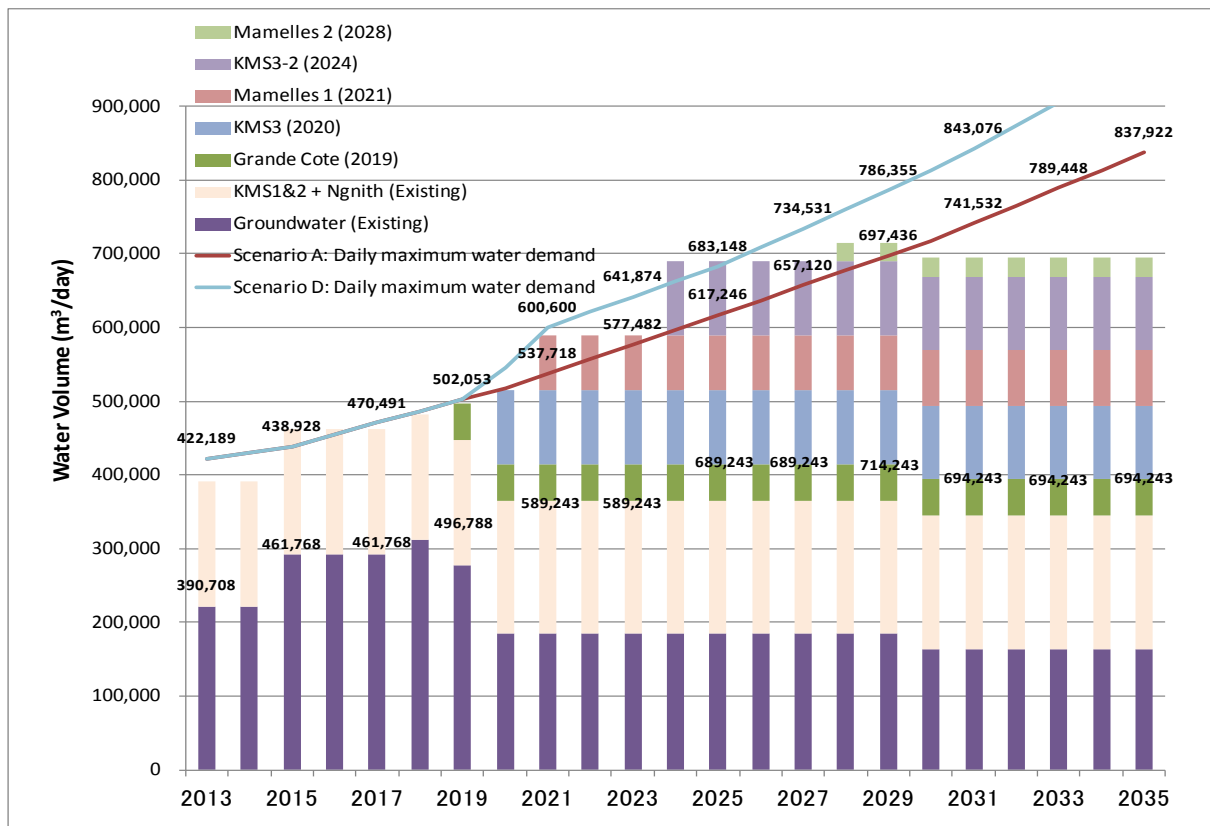
Catégorie	Description	Condition		Remarques	
Prévisions de la demande en eau	Région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG.	Scenarios A et D		-	
	Petite Côte	110% de la prévision de la demande dans Schéma Directeur de Mobilisation des Ressources en Eau 2011		-	
Production existante	Pour la région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG. (UTES et Forages)	353,748 m ³ /jour	À partir de 2015	-	
	Pour la Petite Côte (Forages)	42,900 m ³ /jour		-	
Nouvelle production	Forages d'urgences 2015	60,720 m ³ /jour	À partir de 2015	38,328 m ³ /jour ont été atteints en Juin 2015.	
	Nouveaux Forages de Louga	4,400 m ³ /jour	À partir de 2015	Pas mentionné dans l'Étude KMS3 mais en cours dans le cadre du PEPAM	
	UTE de KMS3	100,000 m ³ /jour	À partir de 2020	1 an de retard supposé à partir du présent calendrier	
	UTE de KMS3-2	100,000 m ³ /jour	À partir de 2024	-	
	Forages d'urgences de Tassette	20,000 m ³ /jour	À partir de 2018	Comme planifié	
	Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI de la Grande Côte	50,000 m ³ /jour	À partir de 2019	Comme planifié	
	UTE de Ngnith	+ 10,000 m ³ /jour	À partir de 2020	Comme planifié	
Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI des Mamelles	Phase 1	Cas 1	50,000 m ³ /jour	À partir de 2021	-
		Cas 2	75,000 m ³ /jour		
	Phase 2	Cas 1	75,000 m ³ /jour	À partir de 2030	-
		Cas 2	25,000 m ³ /jour		
Réduction du prélèvement des eaux souterraines	Forages existants pour la Région de Dakar et les zones situées le long de l'ALG.	-42,395 m ³ /jour	À partir de 2020	Comme planifié	
	Forages existants de Thiès	-16,000 m ³ /jour	À partir de 2020	Comme planifié	
	Forages existants de la Petite Côte	-34,150 m ³ /jour	À partir de 2021	Comme planifié	
	Forages d'urgences 2015	-34,980 m ³ /jour	À partir de 2019	Comme planifié	
	Forages d'urgences de Tassette	-20,000 m ³ /jour	À partir de 2030	As scheduled	

Source: Équipe d'Étude de la JICA



Source: Équipe d'Étude de la JICA

**Figure 4.3.6 Demande en Eau et Déficit dans la Production dans le Cas 1
 (Phase 1 aux Mamelles: 50 000 m³/jour)**



Source: Équipe d'Étude de la JICA

**Figure 4.3.7 Demande en eau et déficit dans la production dans le cas 1
 (Phase 1 aux Mamelles 75 000m³/jour)**

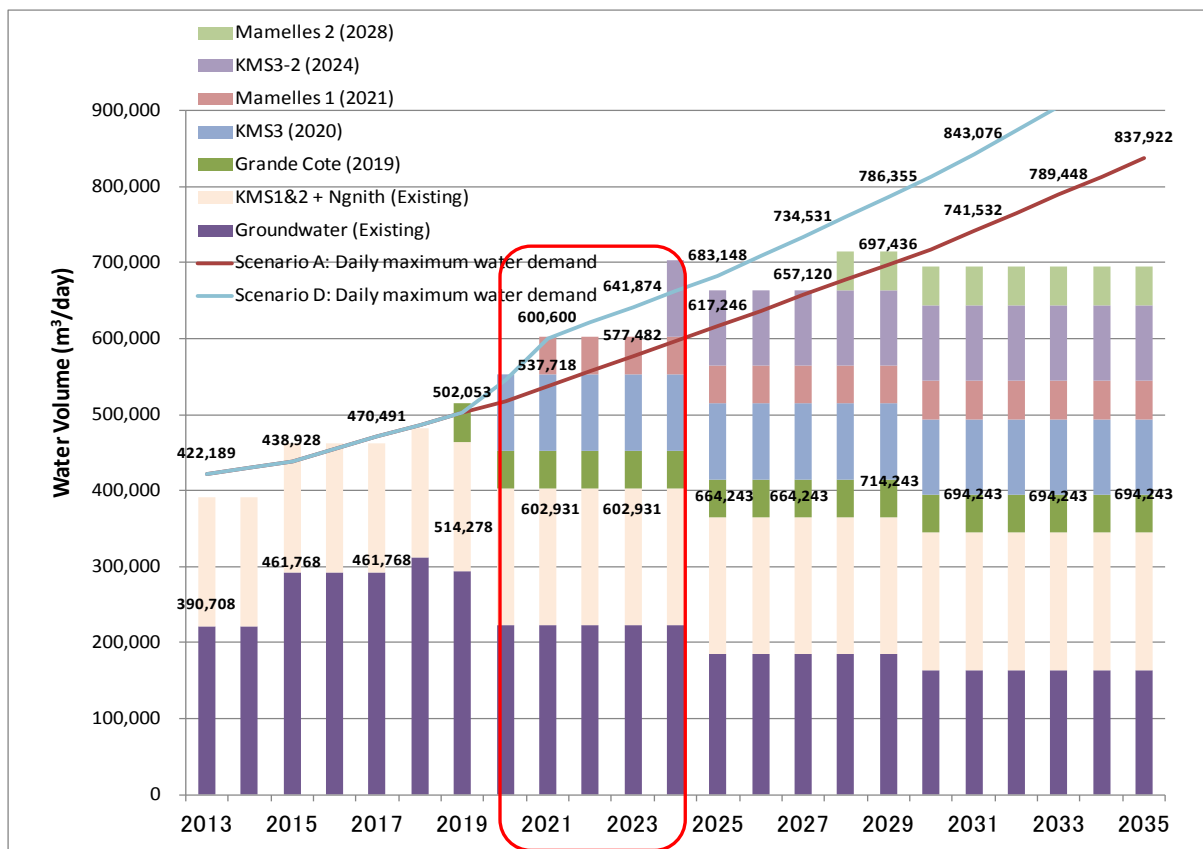
(4) Un autre cas possible où il y a plus d'extraction d'eau souterraine

Concernant les eaux souterraines, leur prélèvement est supposé être réduit suites aux recommandations formulées dans les dernières analyses et études hydrologiques. Cependant, un cas éventuel où la réduction recommandée des prélèvements des l' eaux souterraines des forages existants et des forages d'urgence qui sont prévus respectivement en 2019 et 2020, représentera la moitié de la quantité d'ici 2024, a fait l'objet d'une simulation Dans ce cas, optionnel, la réduction des prélèvements dans les forages de Thiès est exceptionnellement compté comme le volume total car le problème évident lié à la qualité de l'eau dans les forages a déjà été observé.

Les cas éventuels sont pris en compte à cause des raisons suivantes:

- En fait, la SONES dispose, et est en train de construire de nouveaux forages dans les endroits où l'eau souterraine a plus de potentiel, quoi que les analyses et études passées recommandent la réduction de l'extraction.
- SONES a expliqué à l'Équipe d'Étude de la JICA que les forages d'urgence ne sont que pour des fins d'urgence et qu'ils cesseront l'exploitation de beaucoup d'entre eux lorsque les autres sources d'eau seront disponibles. Cependant, il y a une possibilité que la SONES puisse effectivement essayer d'extraire l'eau souterraine autant que possible pour satisfaire la demande en eau ou réduire le coût de l'exploitation.
- La réduction recommandée de l'extraction de l'eau souterraine est basée sur des analyses hydrologiques. Les forages existants et les forages d'urgence ont la possibilité de causer moins d'impact défavorable que simulée dans les analyses passées.

La demande en eau et l'équilibre de la production dans le cas présentant, plus de prélèvements d'eaux souterraines est présentée à la figure 4.3.8. Dans ce cas de figure, le total de la capacité de production d'eau ne dépasse pas les prévisions de la demande en eau dans le Scénario D. Ce résultat suggère que réaliser une extension de 50 000 m³/jour ne constituera pas un sur-investissement, même si les prélèvements des eaux souterraines sont plus élevés que le volumes actuellement prévus



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.3.8 Demande en eau et déficit dans la production dans le cas 1 (Phase 1 aux Mamelles 50 000m³/jour) en supposant que la Réduction sur le prélèvement des eaux souterraines sera la moitié de la quantité prévue en 2024

- (5) Recommandations à la SONES pour pallier à une augmentation de la demande en eau inattendue plus tôt que la prévision de la demande en eau

Dans la région de Dakar, la croissance rapide de la population a causé une augmentation significative de la demande en eau au cours de ces années. En plus, si l'eau supplémentaire est approvisionnée par les installations prévues, la consommation unitaire quotidienne par personne qui était largement constante au cours de ces dernières années va accélérer la croissance de la demande en eau. L'équipe d'étude de la JICA recommande les actions suivantes à la SONES pour pallier à une telle croissance de la demande en eau.

- a. Une mise en œuvre anticipée de KMS3-2 sur la base de la tendance réelle de la consommation d'eau et de la disponibilité des eaux souterraines : L'Équipe d'Étude de la JICA considère que le mouvement de la consommation unitaire d'eau en 2015 et 2016, lorsque les forages d'urgence seront en mesure de fournir une plus grande capacité d'eau comparé aux années précédentes, permettra à la SONES d'avoir de meilleures idées sur la future augmentation de la consommation unitaire d'eau.
- b. Réduction des pertes en eau : Si la demande en eau augmente à un taux supérieur, l'équipe

d'étude de la JICA estime que la SONES doit faire des efforts pour réduire la production d'eau nécessaire, en diminuant les pertes. En 2014, le ratio d'ENF dans la Région de Dakar était de 27 %. La réduction de ce ratio d'ENF de 21,1% à 15%, représente la valeur cible convenue entre la SONES et la SDE. Ce qui entrainera ainsi une baisse de 7 % sur la production nécessaire.

c. Contrôle de la consommation en eau à des fins agricoles : la consommation d'eau actuelle pour les activités agricoles est d'environ 15 000 m³/jour. La SONES est entrain de faire des efforts pour contrôler la demande en eau pour l'irrigation. L'Equipe d'Etude de la JICA trouve ces efforts remarquables et encourage la SONES à les continuer:

- Selon le Contrat d'Affermage, l'eau destinée à l'agriculture sera limitée à la consommation journalière de 12 000 m³/jour sous condition que les eaux souterraines de Thiaroye et les eaux recyclées de la STEP de Cambérène soient complétées.
- Actuellement, la conversion de l'utilisation de l'eau des nappes souterraines à partir de quelques forages de Thiaroye à des fins agricoles est en cours. La croissance de la demande dans le secteur agricole sera limitée par cet effort.

4.3.4 Simulation du Taux d'Exploitation de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles

(1) Conditions de simulation

Le Taux d'exploitation ou la quantité de production de l'Usine de Dessalement par Osmose Inverse aux Mamelles sera fonction de la demande en eau. Comme la demande en eau est susceptible de fluctuer, le taux d'exploitation de l'usine de dessalement des Mamelles sera simulé afin d'évaluer la validité de l'horizon du Projet déterminée sur la base des conditions suivantes :

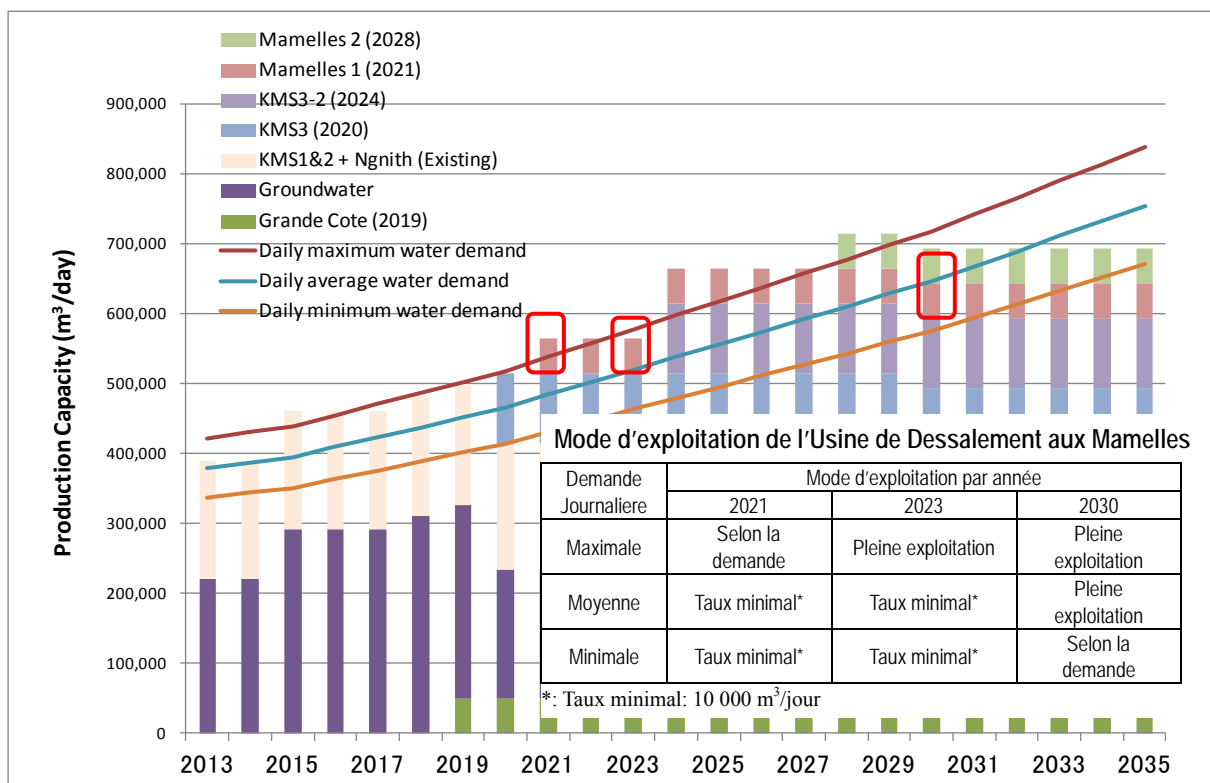
- Les productions des différentes ressources en eau dans le futur seront simulées pour chacun des cas à savoir, le minimum de la demande journalière en eau, la moyenne de la demande journalière et le maximum de la demande journalière en eau de la Région de Dakar. Au final, les résultats de la simulation pour chaque cas de demande journalière seront additionnés dans le but de calculer les productions annuelles moyennes et maximales de l'usine de dessalement des Mamelles de chaque année jusqu'en 2035.
- Les demandes en eau minimale et moyenne seront calculées en appliquant un coefficient de pointe journalier (= Demande maximale journalière/ Demande moyenne journalière) de 1.1 Il est supposé que tous les cas de demandes sont observés pour les mêmes durées sur une année (122 jours par an).
- Le scénario supposé pour le développement des ressources en eau dans la simulation est le Cas1 du Tableau 4.3.5. La capacité de l'usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles en phase 1 est de 50 000 m³ jour, quant à la demande en eau, le scénario supposée est A.
- L'exploitation prioritaire des ressources en eau dépend du coût d'exploitation des ressources en eau qui seront choisis à l'exception de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI de la Grande Côte ou le contrat de type « Take or Pay » sera appliqué. Par exemple, l'exploitation

de l'UTE de KMS3 sera priorisée plus que celle de l'Usine de Dessalement aux Mamelles. Par conséquent, la priorité d'exploitation des ressources en eau existantes et prévues concerne 1) l'Usine de Dessalement sur la Grande Côte 2) les Forages, 3) les UTEs de KMS 1&2 et Nguith, 4) l'UTE de KMS 3, 5) UTE de KMS3-2 6) l'Usine de Dessalement aux Mamelles dans sa Phase 1, 7) l'Usine de Dessalement aux Mamelles dans sa Phase 2, l'Usine de Dessalement sur la Grande Côte sera toujours exploitée à sa capacité maximale soit 50 000 m³ jour dans la simulation.

- Concernant l'Usine de Dessalement aux Mamelles dans ses Phases 1 et 2, au moins une unité ayant une capacité de production de 10 000 m³/jour, sera toujours opérationnelle afin de maintenir le fonctionnement de l'usine.

(2) Mode d'exploitation de l'Usine de Dessalement dans les différents cas de demande en eau

La Figure 4.3.9, où les capacités de production par ressources d'eau sont accumulées dans l'ordre de production prioritaire, explique les modes d'exploitation de l'Usine de Dessalement aux Mamelles pour chaque cas de demande en eau. Comme présenté dans la Figure, le mode d'exploitation de l'usine de Dessalement sera différent par an et par cas de cas de demande en eau (Demande journaliere maximale, moyenne et minimale).



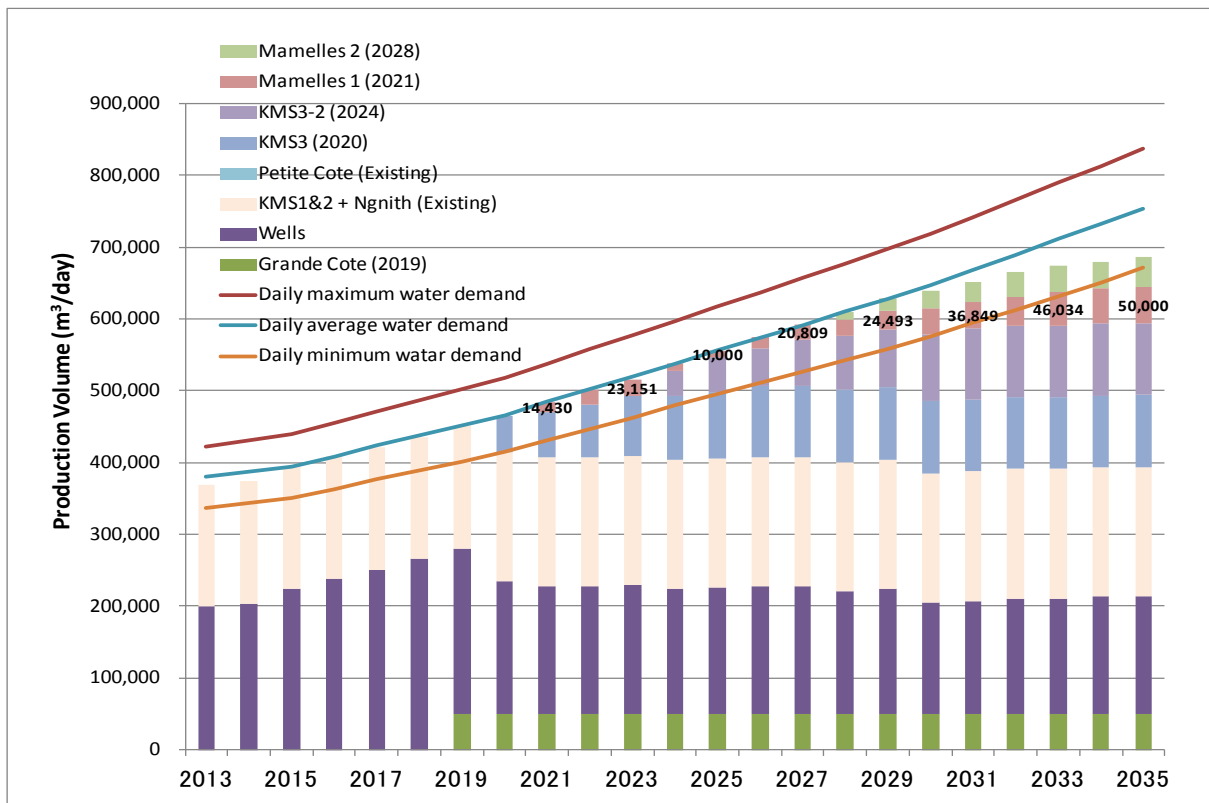
Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.3.9 Modes d'Exploitation de l'Usine de Dessalement aux Mamelles dans Différents Cas de Demande en Eau

(3) Projection sur les volumes de production d'eau de l'Usine de Dessalement par OI des

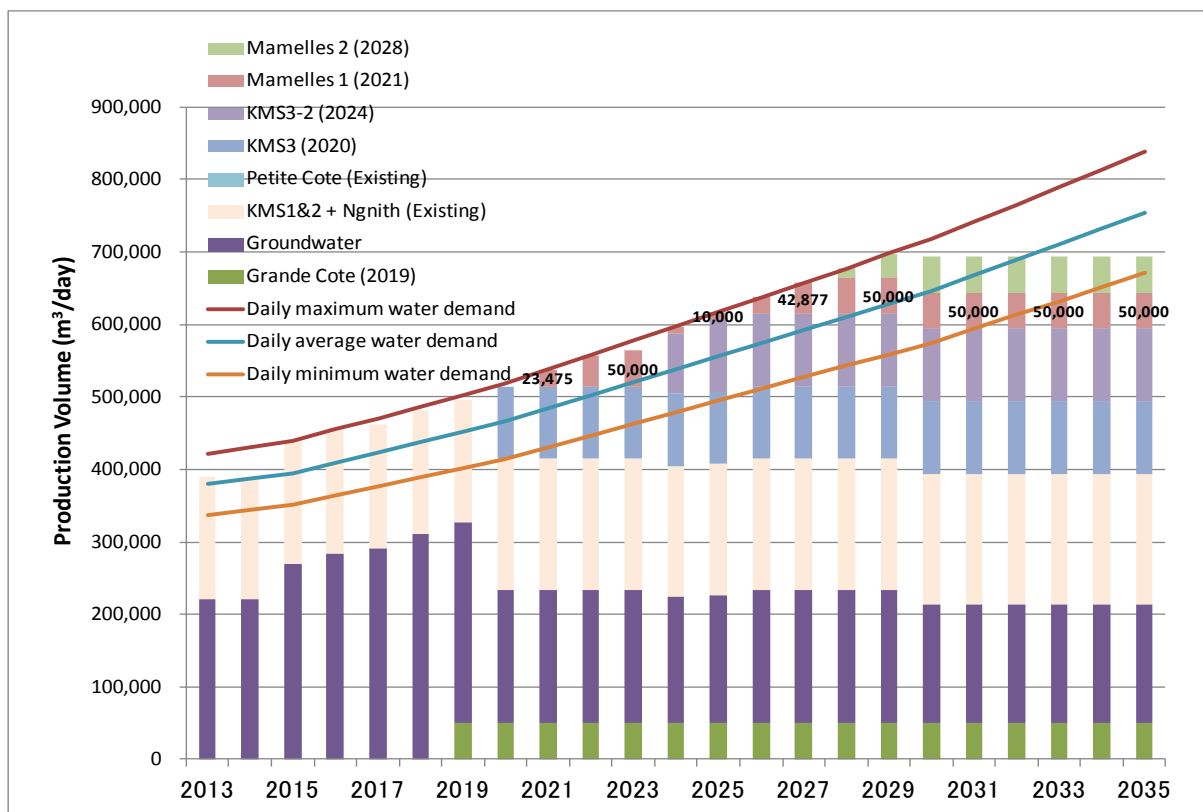
Mamelles

Sur la base des hypothèses ci-dessus, la production annuelle moyenne de l'Usine de Dessalement aux Mamelles est simulée comme illustré dans la Figure 4.3.10. En 2021, lorsque la mise en service de l'usine démarrera, la production sera seulement de 14,430m³/jour comme moyenne annuelle et l'usine atteindra sa capacité maximale d'exploitation au fil des années jusqu'en 2034. Cependant, un tel faible taux d'exploitation lors des premières années ne signifie pas que l'usine est surdimensionnée. Comme décrit dans la Figure 4.3.10, l'usine de dessalement sera exploitée à son taux maximal à partir de 2022 lorsque les demandes en eau sont maximales dans l'année.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.3.10 Taux de Production Projeté de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles (Moyenne annuelle)



Source: Équipe d'Étude de la JICA

**Figure 4.3.11 Taux de Production Projeté de l'Usine de Dessalement aux Mamelles
 (Condition où la demande en eau journalière est maximale)**

4.4 Validité du Site de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer

La section précédente, Section 4.3 a examiné la nécessité du Projet et a conclu que l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse sera de 50 000 m³/jour pour la 1ère phase et de 100 000 m³/jour comme capacité maximale après la 2ème phase. Dans cette section, avant de procéder à de plus amples études sur la portée du Projet, l'Équipe d'Étude de la JICA a procédé à l'examen de la validité du site de construction prévu de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI des points de vues juridiques, physiques sociaux et environnementaux.

4.4.1 Autorisation de Construire Nécessaire pour la Construction de l'Usine de Dessalement sur le Site Prévu

Le site prévu pour la construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles est situé au pied d'une colline au sommet duquel se trouve un phare historique. Le Phare des Mamelles fait partie des Monuments Historiques de « Première Classe » du Sénégal. En outre, l'Article N° L 13 du Code de l'Environnement du Sénégal régit les installations de construction autour de ces sites classés monuments historiques comme suit:

« Les installations rangées dans la première classe doivent faire l'objet avant leur construction ou mise en service d'une autorisation d'exploitation délivrée par arrêté du Ministre chargé de l'Environnement dans les conditions fixées par décret.

Cette autorisation est obligatoirement subordonnée à leur éloignement, sur un rayon de 500 m au moins, des habitations, des immeubles habituellement occupés par des tiers, des établissements recevant du public et des zones destinées à l'habitation, d'un cours d'eau, d'un lac, d'une voie de communication, d'un captage d'eau. »

Vu que l'Usine de Dessalement est située à 100 m de distance des Phares et sur la base de la stipulation ci-dessus, la construction de l'Usine requiert une autorisation de construire du Ministère de l'Urbanisme.

L'Équipe d'Étude de la JICA estime que le Ministère de l'Urbanisme délivrera l'autorisation de construire nécessaire pour le projet en raison de son caractère hautement public cependant la SONES devra soumettre une demande officielle pour l'obtention de l'autorisation le plus tôt possible. La procédure nécessaire à l'obtention de l'autorisation de construire sera expliquée dans la section 6.10.

4.4.2 Possibilité de l'Acquisition de Terrains

La superficie totale des terrains nécessaires à la construction des ouvrages de Dessalement d'eau de mer incluant l'usine de Dessalement et la station de pompage d'adduction d'eau de mer a été estimée à 4,97 ha. Au niveau des terrains nécessaires, une parcelle de 3,97 ha est située dans une zone plate à mi-hauteur d'une colline faisant partie de celle des Mamelles. Le terrain de 1 ha est situé sur la plage comme décrit dans le Tableau 4.4.1 et la Figure 4.4.1. Sur ces 4,97 ha, des terrains d'une superficie de 2,56 ha sont la propriété de l'Etat du Sénégal et un lot de terrains de 2,41 ha appartenant à trois propriétaires fonciers privés sont à affecter à l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer.

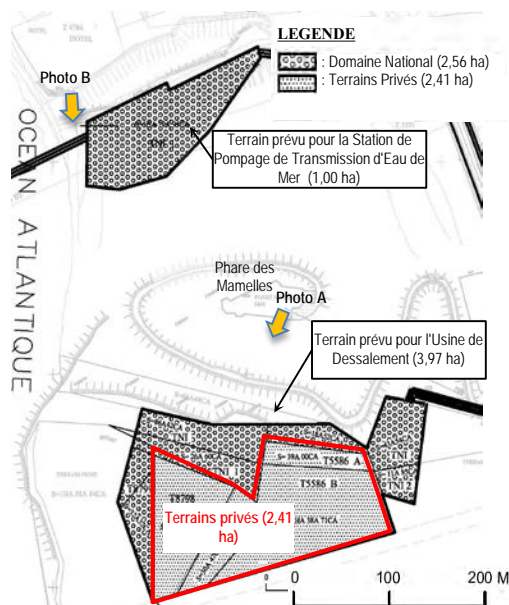
Tableau 4.4.1 Superficie des Terrains du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles

Ouvrages	Propriétaire foncier		Total
	Etat du Sénégal	Propriétés Privées	
Surperficie proposée pour la Station de Pompage d'Eau de Mer	1,00 ha	0,00 ha	1,00 ha
Superficie proposée pour l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer	1,56 ha	2,41 ha	3,97 ha
Total	2,56 ha	2,41 ha	4,97 ha

Source: SONES et Équipe d'Étude de la JICA

Le Code du Domaine National au Sénégal, de juin 1964 et les récents amendements stipulent que les terres du domaine national sont la propriété de l'État qui dispose le droit de décider de leur utilisation exploitation, à la suite des plans de développement / programmes de gestion au Sénégal. Selon la SONES, l'énoncé dans le Code du Domaine National est généralement interprété pour doter le gouvernement le droit d'exproprier des terres privées pour des besoins d'utilité publique.

Le Projet de Construction de l'Usine de Dessalement aux Mamelles est en conformité avec les plans nationaux de développement. De toute évidence, les terrains appartenant à l'État sont disponibles pour le projet sans conflit dans la question de la propriété foncière. Cependant, des considérations minutieuses dans la construction, l'exploitation et la maintenance des ouvrages de prise d'eau de mer et de rejet de saumure et de la station de pompage d'adduction d'eau de mer sont nécessaires pour éviter tout conflit



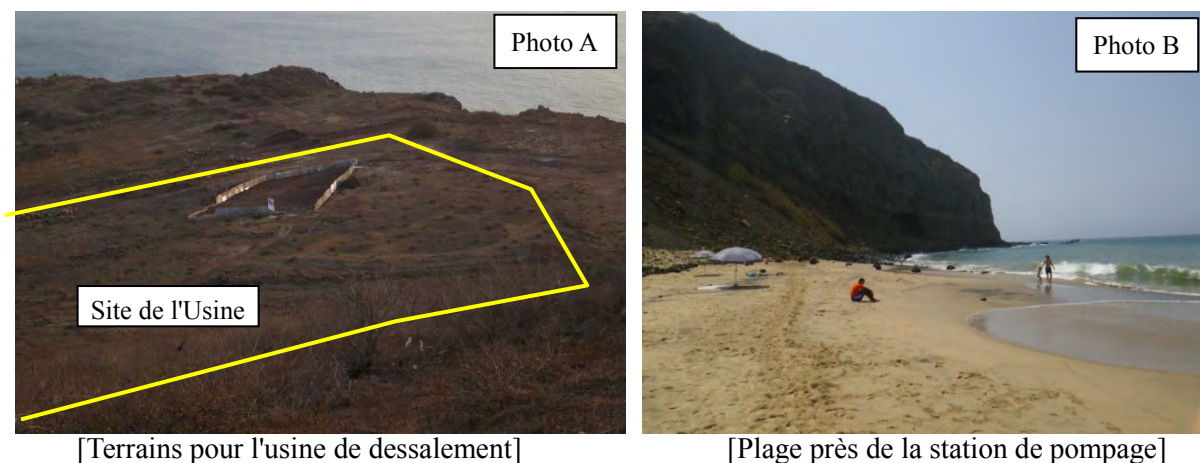
Source: SONES et Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.4.1 Terrains Nécessaires pour l'Implantation du Projet

avec les pêcheurs locaux, la zone touristique et de loisirs au niveau de la plage. Des consultations publiques avec les parties prenantes concernant l'usage de la mer et de la plage seront nécessaires.

D'autre part, l'acquisition de terrains appartenant à des privés requiert des procédures pour l'exploitation de ces terrains. À l'heure actuelle, la procédure autorisée pour l'acquisition des terrains et le mécanisme de compensation pour les cas de projets de développement ne sont pas clairement réglementés au Sénégal, bien que le gouvernement dispose du plein droit d'expropriation de terrain pour des besoins d'utilités publiques.

Actuellement, la SONES travaille de concert avec les autorités compétentes telles que le Préfet de Dakar et les autres membres de la Commission d'Évaluation des Impenses du Site des Mamelles. La SONES coordonne avec la Commission d'Évaluation des Impenses afin d'obtenir le Décret Présidentiel d'Expropriation nécessaire au Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles en conformité avec le « Procès-Verbal de la Réunion de Démarrage de l'Étude Préparatoire du Projet de Construction de l'Usine d'Eau de Mer aux Mamelles en République du Sénégal » (ci-après, « PV / R/D ») voir l'Annexe 4-1 daté du 12 février 2015, le Décret a été publié le 03 Août 2015. La procédure globale d'acquisition des terrains ainsi que les étapes restantes, seront présentés dans la Sous-Section 6.8.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Photo 4.4.1 Situation Actuelle des Terrains du Projet

4.4.3 Capacité Possible de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer au Niveau du Site prévu des Mamelles

Hormis le terrain pour la station de pompage et de transmission d'eau de mer, la SONES prévoyait l'acquisition d'un terrain de 6 ha pour l'implantation de l'usine de dessalement d'eau de mer. Cependant, la superficie du terrain disponible pour l'usine de dessalement est de 3,9 ha du fait que les superficies avoisinantes ont déjà été affectées par le Gouvernement du Sénégal pour l'implantation d'hôtels. Ceci a permis de soulever la question de savoir si la superficie de 3,9 ha pourra abriter les équipements de l'usine de dessalement d'eau de mer d'une capacité maximale de 100 000 m³/jour.

L'exigence de superficie d'une usine de Dessalement d'eau de mer par capacité de 1 m³/jour dépend de la capacité de production de l'usine. Pour le cas d'une usine de Dessalement d'eau de mer par Osmose Inverse de moyenne à grande capacité de production, et dont la capacité de production est d'environ 50 000 m³/jour ou plus, la superficie requise est généralement comprise entre 0,25 à 0,6 m² par 1 m³/jour de capacité de production, sur la base des pratiques mondiales des usines de même type.

En supposant, le terrain de 3,9 ha pour une capacité de production de l'usine de 100 000 m³/jour, comme présenté dans le Tableau 4.4.1, la superficie disponible par capacité de production est de 0,39 m² (m³/jour) et ceci est dans la gamme de la superficie requise, à savoir 0,25 à 0,6 m² (m³/jour). Par conséquent, il est conclu que la capacité de production maximale de 100 000 m³/jour sera possible dans le terrain disponible de 3,9 ha de superficie.

Tableau 4.4.2 Examen de la Zone Requise pour l'Implantation de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles

Capacité maximale	Superficie disponible	Superficie/Capacité	Superficie exigée en général ^{*1}
100 000 m ³ /jour	3,9 ha	0,39 m ² /(m ³ /jour)	0.25 - 0.60 m ² /(m ³ / jour) ^{*2}
[Conclusion] Superficie/capacité (3,9 ha) > Superficie minimale requise (0,25) => Capacité de production de 100.000 m ³ /jour de l'usine est possible dans une superficie de 3,9 ha.			

*1: La superficie généralement requise pour une usine de Dessalement d'eau de mer par Osmose Inverse d'une capacité de 50 000 m³/jour ou plus, sur la base des pratiques mondiales d'usines de mêmes types.

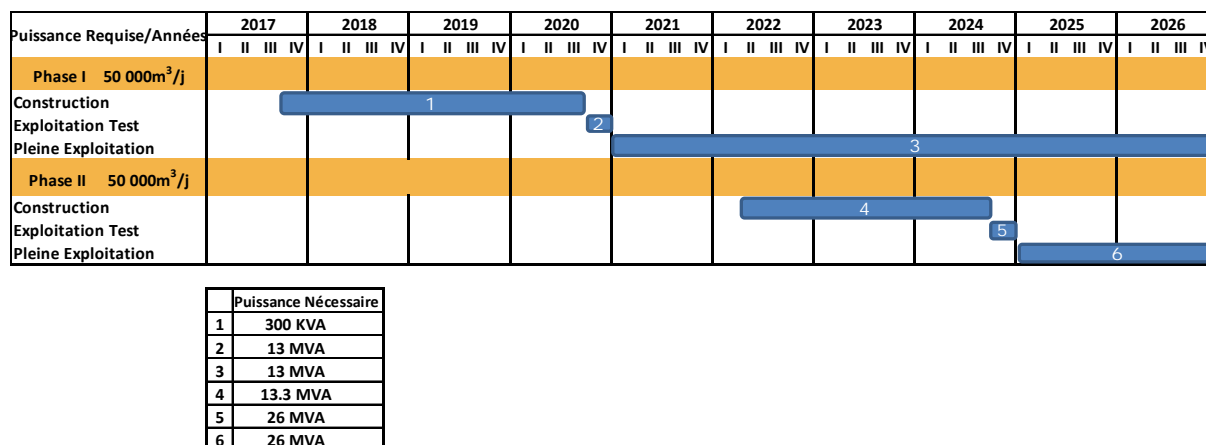
*2: La superficie minimale requise était d'environ 0,4 m² (m³/jour) mais récemment des usines plus compactes ont été construites.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

4.4.4 Possibilité d'une Alimentation Électrique Suffisante pour l'Usine de Dessalement

(1) Besoin en électricité de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse

Un calendrier de la demande en électricité aux stades de construction et d'exploitation de l'usine de Dessalement d'eau de mer est présenté dans la Figure 4.4.2. La capacité électrique requise pour l'usine de Dessalement d'eau de mer est de 13 MVA à partir du dernier trimestre de 2020, lorsque les travaux de mise en service de la Phase 1 du Projet seront réalisés et de 26 MVA à partir du dernier trimestre de 2025 lorsque les travaux de mise en service de l'extension de l'usine seront réalisés.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.4.2 Puissance Nécessaire pour la Construction et l'Exploitation de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles

(2) Déclaration de la SENELEC sur l'alimentation électrique à l'usine

Au Sénégal, la fourniture d'électricité est assurée par la SENELEC, qui est une société publique. L'Équipe d'Étude de la JICA a eu à tenir des discussions avec la SENELEC en présence de la SONES sur le plan de réception de la puissance électrique du projet de dessalement. En conclusion, la SENELEC a assuré par le biais d'une lettre envoyée à la SONES que la puissance électrique nécessaire à l'usine de dessalement sera disponible pour satisfaire les besoins en énergie comme présenté sur la Figure 4.4.2. La réception de puissance électrique pour l'usine conclue entre la SENELEC et l'Équipe d'Étude de la JICA est présentée dans le Tableau 4.4.3.

Tableau 4.4.3 Réception de la Puissance Electrique pour l'Usine Conclue entre la SENELEC et l'Équipe d'Étude de la JICA

Description	Plan	Remarques
Besoins en Énergie	32 MVA	L'estimation initiale de l'Équipe d'Étude de la JICA était de 32 MVA en supposant que la capacité maximale de l'usine soit de 100 000 m ³ /jour. Après discussion avec la SENELEC, les besoins en énergie ont été finalement estimés à 26 MVA.
Année d'alimentation	A partir de 2020	Année d'achèvement de la 1ère phase de l'usine de dessalement.
Tension	90 kV	Une ligne électrique à Haute Tension (90 kV) existe au niveau de la route principale (Route de l'Aéroport). La ligne électrique de 90 kV est le réseau le plus fiable du pays parce qu'elle est la ligne électrique de boucle. En outre, selon la SENELEC, il n'y a pas eu de coupures graves au cours de ces dernières années et que la probabilité supposée de coupures dues à problèmes des pannes ou maintenances est d'environ 2% (équivalent à 7 jours en un an).
Poste électrique	90/30kV-26MVA	Il est prévu que le poste électrique soit implanté au niveau des locaux des Réservoirs des Mamelles à proximité de l'usine de dessalement.

Source: SENELEC et Équipe d'Étude de la JICA

(3) Capacité d'alimentation électrique de la SENELEC

En 2014, la capacité totale de production d'électricité au Sénégal a été de 587 MW. Alors qu'en 2013, la production réelle était de 480 MW. Cependant, cette production d'électricité est évidemment insuffisante pour satisfaire les besoins en électricité grandissants du pays.

Pour parer aux coupures d'électricité dans toute l'étendue du pays, ce qui constitue l'une des préoccupations sérieuses au Sénégal, la SENELEC s'attèle à l'élargissement de la capacité de production électrique et aux transactions d'achat d'électricité provenant des pays voisins. Les projets et transactions prévus par la SENELEC afin d'augmenter la disponibilité de l'électricité dans le pays sont présentés dans les Tableaux 4.4.4 et 4.4.5.

Tableau 4.4.4 Plan de Production des Producteurs Indépendants d'Energies Conventionnelles

Nom de l'Unité/Centrale	Puissance en (MW)	Mise en service/Période
Importation de la Mauritanie		
80 MW au HFO*	80	Janvier 2016 à Décembre 2017
80 MW au gaz TOP	80	Janvier 2018 à Décembre 2019
135 MW au gaz TOP	135	Janvier 2020
IPP CES Sendou 1 au charbon	125	Janvier 2016
IPP Taiba Ndiaye au HFO*	70	Janvier 2016
IPP Contour Global au HFO*	52	Janvier 2016
IPP Africa Energy au Charbon		
1ere tranche	90	Juillet 2017
2e tranche	90	Octobre 2017
3e tranche	90	Janvier 2018
IPP Jindal au charbon	320	160 MW en 2019 et 160 MW en 2020
IPP Kepco au charbon	230	115 MW en 2021 et 115 MW en 2022
Importation Kaléta Hydro	48 (189 GWh)	Janvier 2017
Importation Sambagalou Hydro	61(193 GWh)	Janvier 2019
Importation Gouina Hydro	35 (140 GWh)	Janvier 2019
Total	1 506	

FL: Fioul Lourd Source: SENELEC

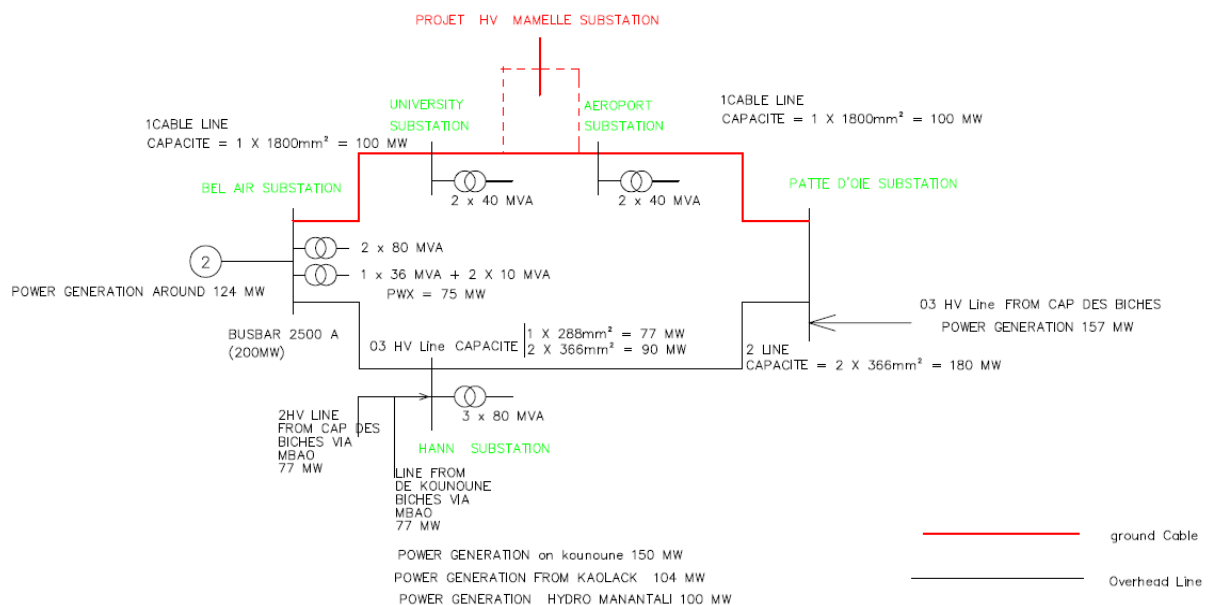
Tableau 4.4.5 Plan de Production des IPP Énergies Renouvelables

Nom de l'Unité/Centrale	Puissance en (MW)	Mise en service/Période
Centrale solaire de Niakhar (EAU)	15	2016
Centrale solaire de Diass (KFW)	15	2016
IPP solaire à Kahone (Energy Ressources)	20	2017
IPPs solaires à Mékhé avec Tenmérina et Senergy	2 x 20	2016
IPP solaire à Matam (Sensol)	15	2016
IPP solaire à Dagana (Sensol)	15	2017
IPP solaire à Dagana (Senergy2)	20	2017
IPP Éolienne Taiba Ndiaye		
1ere tranche	50	2017
2e tranche	50	2018
3e tranche	50	2018
Total	290	

Source: SENELEC

La capacité de production renforcée d'ici 2020 incluant les 587 MW de la capacité d'alimentation de 2014, lors de la construction de l'usine de dessalement d'eau de mer avec une capacité de production de 50 000 m³/jour, sera réalisée et celle de 2025, à l'extension de l'usine à 100 000 m³/jour sera de 2,383 MW.

La capacité du réseau à haute tension en 2015 est présentée dans la Figure 4.4.3. L'usine de dessalement recevra une puissance suffisante pour sa pleine exploitation à partir de ligne électrique illustrée en rouge dans la Figure ci-dessous.



Source: SENELEC

Figure 4.4.3 Réseau à Haute Tension en 2015

(4) Conclusion

La ligne électrique haute tension de 90 kV est la ligne la plus fiable du pays. En fait, le surpresseur de Mékhé qui est aussi connecté au même réseau à haute tension n'a jamais subi de coupure depuis sa mise en service en 2006. La demande de puissance (13 MVA) de 50 000 m³/jour de l'usine à partir 2020 sera de 0,6 % de la capacité électrique nationale prévue et celle de 100 00 m³/jour de l'usine à partir de 2025 sera de 1,1 %. Tous les projets prévus de la SENELEC ne seront pas exécutés comme programmé mais L'Equipe d'Etude de la JICA considère que l'usine a une forte possibilité de recevoir une alimentation électrique suffisante et stable lors de sa mise en service.

4.4.5 Eventuels Impacts Environnementaux et Acquisition du Certificat de Conformité Environnementale

Comme dans tous les autres projets de développement d'infrastructure, ce Projet peut engendrer des impacts favorables aussi bien que défavorables durant les phases de construction et d'exploitation. Afin d'évaluer de tels impacts et d'identifier les mesures de mitigation, le SONES réalisera une Étude d'EIE pour le Projet. Le rapport de l'Étude sera soumis à la DEEC pour examen et la SONES est confiante quant à l'obtention du Certificat de Conformité Environnementale délivrée par le DEEC. D'après le PV/D du 12 Février 2015, la SONES allait démarrer l'Étude bientôt et achever l'examen concernant l'EIE s'il n'existe aucun obstacle à la mise en œuvre du Projet au moment de la soumission du R/F de l'Étude programmée en Octobre 2015.

La SONES prévoit d'obtenir le CCE d'ici Mars 2016. Cependant, le début de l'EIE a connu un retard et la réunion de démarrage entre la SONES et le consultant n'a eu lieu que le 30 Septembre 2015. La procédure globale pour la délivrance du CCE sera présentée dans la la Section 6.7.

Les impacts négatifs éventuels et mesures de mitigation seront attentivement étudiés dans l'Étude d'EIE réalisée par la SONES. Comme vue initiale, cependant, des impacts majeurs éventuels environnementaux et impacts sociaux causés par le Projet seront i) des impacts néfastes sur les conditions naturelles maritimes du fait du rejet de saumure provenant du dessalement d'eau de mer, ii) bruits et vibrations provenant de la station de pompage d'adduction d'eau de mer qui sera située à proximité de l'hôtel fonctionnel et iii) des impacts néfastes sur l'utilisation des ressources locales entre les pêcheurs et les activités de loisirs au niveau de la mer et de la plage où les ouvrages de prise d'eau de mer et de rejet de saumure et la station de pompage d'eau de mer seront construits. L'Équipe d'Étude de la JICA estime que de tels impacts pourraient être atténués ou éliminer grâce à une conception minutieuse des ouvrages et des communications suffisantes avec les parties prenantes, lesquelles communications seront effectuées durant l'Étude d'EIE réalisée par la SONES.

Finalement, bien qu'il y ait une préoccupation de procédure si la SONES sera en mesure de réaliser l'Étude d'EIE à temps pour obtenir le CCE comme escompté, le site prévu pour l'implantation de l'usine ne présentera aucun problème critique en termes d'impacts environnementaux et sociaux. De plus amples informations présentées dans les détails sur les éventuels impacts environnementaux et sociaux sont fournies dans la Section 6.5.

Comme conclusion des discussions décrites dans les sous-sections précédentes 4.4.1 à 4.4.5, l'Équipe d'Étude de la JICA a confirmé la validité du site prévu pour la construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles. Bienqu'il demeure d'importantes questions concernant particulièrement l'autorisation de construire, le CCE et l'acquisition de terrains; la SONES sera en mesure de les résoudre afin de réaliser le Projet.

4.5 Choix de la Technologie de Dessalement d'Eau de Mer

4.5.1 Technologies Commerciales de Dessalement

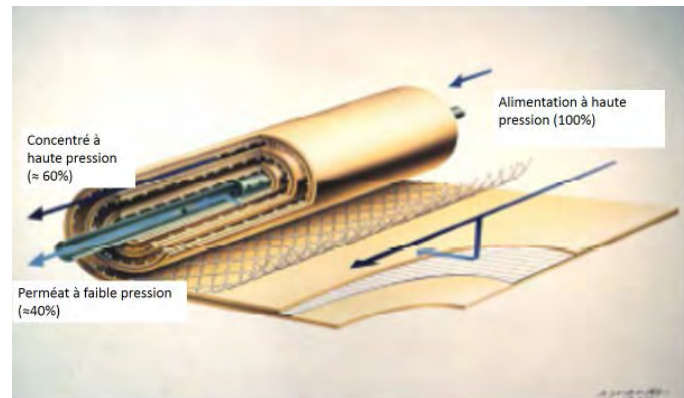
(1) Technologie d'Osmose Inverse

La technologie d'osmose inverse est basée sur des membranes qui permettent à l'eau potable de passer à travers pendant que les ions, qui sont les éléments de base du sel, sont retenus (Voir la Figure 4.5.1). Par conséquent, l'alimentation en eau est divisée en un courant d'eau pure et un courant d'eau qui contient les ions rejetés, appelé le concentré ou saumure, qui est rejeté à la mer. Le taux de recouvrement typique, à savoir le flux de perméat connecté au flux de l'eau de mer dans la section d'osmose inverse, est typiquement de 40% à 45%, dépendant principalement sur le taux de salinité de l'eau de mer et la température.

La force motrice de la procédure d'osmose inverse est la pression qui est induite par une pompe à haute pression, dans le dessalement d'eau de mer délivrant typiquement quelques 55 à 75 bars. De nos jours, les usines de dessalement en osmose inverse de l'eau de mer (SWRO) à haute pression récupèrent l'énergie contenue dans les concentrés (sous pression) par des systèmes de récupération d'énergie.

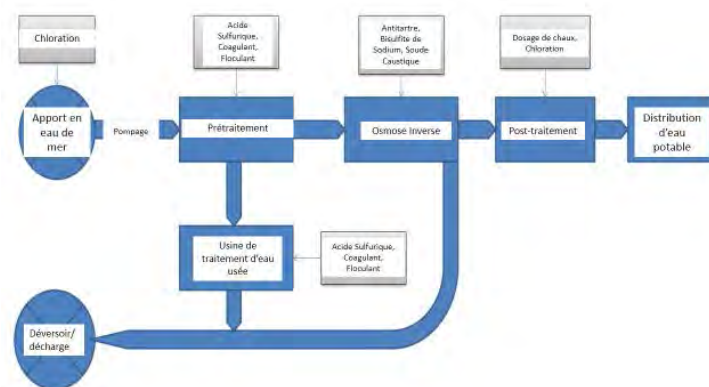
Les flux relativement faibles à travers les membranes exigent que des surfaces membranaires larges soient installées. Ceci rend les membranes fortement susceptibles aux interférences causées par l'encrassement, l'encrassement biologique ou l'écaillage. Par conséquent, la conception adéquate et l'exploitation de la section de prétraitement sont de haute importance.

Un diagramme typique d'une usine d'osmose inverse de l'eau de mer est montré sur la Figure 4.5.2.



Source: Dr.ir. S.G.J. Heijman, nanofiltration and reverse osmosis; <http://ocw.tudelft.nl/fileadmin/ocw/courses/DrinkingWaterTreatment1/res00053/embedded/!4e616e6f66696c747261746966f6e20616e6420726576665727365206f736d6f736973.pdf>, accessed on 20110218)

Figure 4.5.1 Principe de la Technologie d'Osmose Inverse



Source: Fichtner

Figure 4.5.2 Diagramme d'une Usine d'Osmose Inverse de l'Eau de Mer

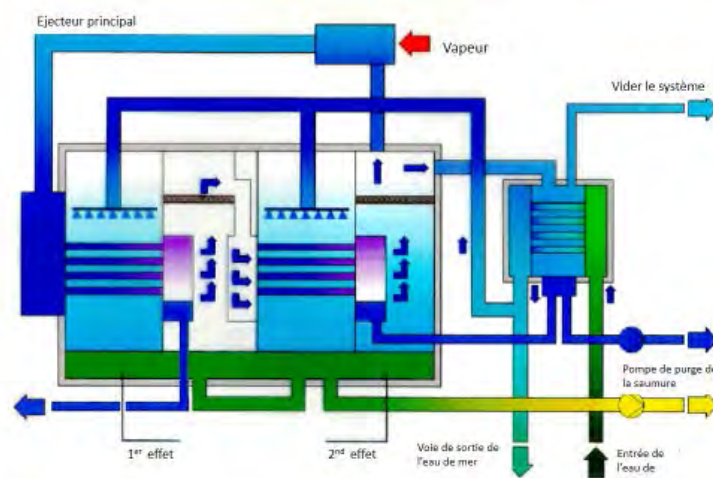
(2) Technologie de Distillation à Effets Multiples (MED)

Dans la procédure de Distillation à Effets Multiples (MED), l'eau salée est dessalée par évaporation et condensation successive. Typiquement, la chaleur nécessaire pour cette procédure thermique est fournie par la vapeur générée extérieurement.

Le principe de déroulement de la procédure de MED est illustré sur la Figure 4.5.3.

Fondamentalement, la vapeur produite à partir de l'eau de mer est utilisée dans l'effet suivant pour l'évaporation de l'eau de mer. La procédure est répétée d'effet à effet avec une progressive baisse de la température et la pression due aux différentes températures exigées pour le transfert de chaleur et d'autres procédures, et des imperfections de l'équipement (élévation du point d'ébullition causée par la salinité, les pertes lors de la baisse de pression, pertes d'isolation).

Dans la méthode de MED, des faisceaux de tubes horizontaux sont utilisés pour l'échange de chaleur: l'eau de mer, arrosée au-dessus des faisceaux mouille successivement l'extérieur des tubes de l'échangeur de chaleur, absorbe la chaleur venant de la vapeur condensée à l'intérieur des tubes et des évaporateurs. Ensuite, la vapeur passe à travers un désembueur et fournit l'évaporation de chaleur pour l'effet suivant.



Source: Fichtner

Figure 4.5.3 Principe de Déroulement d'une Unité de MED-TVC

La procédure est entraînée par une source de chaleur externe qui est ajoutée au premier effet le plus chaud. Fondamentalement, chaque source de chaleur qui produit une quantité de chaleur suffisante à (typiquement) 65°C ou plus, est adaptable.

La vapeur produite dans le dernier effet est conduite dans un dernier condensateur ou l'eau de mer est utilisée comme liquide de refroidissement. Dans plusieurs cas, le dernier condensateur est intégré dans le dernier effet: Selon la température de l'eau, une partie ou toute l'eau de mer préchauffée est introduit dans l'unité de MED, pendant que le reste est rejeté à la mer.

En plus de la chaleur, la méthode de MED a aussi besoin d'énergie électrique. La demande de cette source en énergie équivaut à environ 1,5 à 2,5 kWh par m³ de distillé. L'énergie électrique est principalement utilisée pour augmenter l'eau de mer et la distribuer à travers les faisceaux de l'échangeur de chaleur par arrosage.

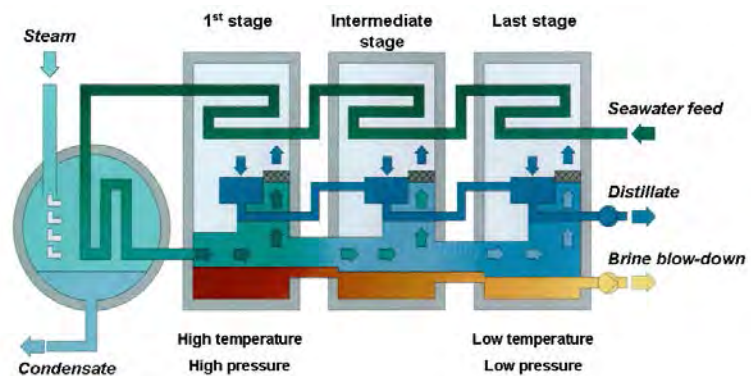
Dans beaucoup de moyens à larges applications commerciales, le MED est équipé avec un thermo-compresseur (TVC). Dans la procédure de MED-TVC correspondante, la vapeur passe à travers un thermo-compresseur avant de fournir la chaleur pour l'effet le plus chaud. Dans le thermo-compresseur, la vapeur agit comme une machine à vapeur qui aspire la vapeur à faible pression à partir de l'effet en aval. Par la suite, chaque vapeur (vapeur motrice et vapeur aspirateur) se mélange et sont finalement déchargées pour un transfert de chaleur adéquat.

Fondamentalement, l'intégration d'un thermo-compresseur dans la procédure de MED réduit le nombre d'effets comparé à une procédure de MED « simple », qui n'a pas de TVC. En outre, avec un TVC il est possible d'adapter la conception de MED à une large variété de pressions de vapeur.

(3) Technologie de Distillation à Détentes Étagées

Dans la procédure de distillation à détente étagée (MSF), l'eau salée est dessalée par méthode d'évaporation et de condensation successive. Typiquement, la chaleur nécessaire pour cette procédure thermique est produite à partir de vapeurs extraites du cycle eau-chaleur d'une centrale électrique.

Le principe de fonctionnement d'une procédure de MSF est montré sur la Figure 4.5. Le flux de l'eau de mer entre dans l'unité de MSF au dernier étage froid et s'écoule à travers l'échangeur de chaleur tubulaire (préchauffage) de tous les stades dans le réchauffeur de saumure. Ici, la chaleur externe (vapeur) est utilisée pour réchauffer l'eau de mer jusqu'à la température



Source: Fichtner

Figure 4.5.4 Principe de Déroulement d'une Unité de MSF (une fois par mode)

de la saumure la plus élevée (TBT). Dans cette condition, l'eau de mer est libérée pour remonter les compartiments de détente des stades suivants. Le patrone du flux et la baisse graduelle de la pression dans les multiples stades, force l'eau de mer à se mettre en ébullition instantanément et vigoureusement (en d'autres termes en flash) à l'entrée de chaque étage. La vapeur produite passe à travers les désembueurs et se condense à l'extérieur des préchauffages, ainsi transférant la chaleur latente vers l'eau de mer froide. Le condensé est collecté dans des plateaux de distillat et retiré pour le dernier étage.

Comparé à une procédure de MED, une procédure de MSF nécessite environ le double en énergie électrique (3 à 5 kWh/m³), à cause de la longueur réelle des conduites de chauffage, le concentré doit circuler à travers

4.5.2 Données Clés des Technologies Commerciales de Dessalement

(1) Données clés de conception

Les données clés de conception des différentes technologies de Dessalement sont listées dans le Tableau 4.5.1. Leurs caractéristiques spécifiques peuvent être expliquées comme suivant:

- Dans la technologie d'osmose inverse de l'eau de mer, des concentrations de solides totalement dissoutes supérieures à 7% sont empêchées par une forte pression osmotique et par une augmentation du risque de la mise à l'échelle.
- Dans les technologies thermiques, c'est le risque de la mise à l'échelle de l'échangeur de chaleur de surfaces, qui limite la concentration de solides totalement dissoutes. Ici, l'écoulement de concentré forcé et les fréquents systèmes de nettoyage à bille à l'intérieur des canaux de l'échangeur de chaleur permettent d'opérer une distillation en détentes étagées (MSF) à une concentration de solides totalement dissoutes (TDS) un peu plus élevée comparé à une usine de distillation multi effets (MED), ou la concentration d'eau de mer prend place sur la surface mouillée des tubes de l'échangeur de chaleur.
- Alors que le fort taux de récupération d'eau de mer est juste sur les spécificités de la procédure (comme expliqué au-dessus), le taux global de récupération de l'eau de mer reflète aussi les conditions environnementales. Les normes de rejet limitent typiquement la montée de température (entre l'eau de mer brute et l'eau de mer concentrée rejetée) à une valeur entre 8K et 10 K.

Tableau 4.5.1 Données de conception clés des Technologies Commerciales de Dessalement

		MED	MSF	SWRO
Maximum TDS dans le Concentré	%	≈ 5,8 - 6,4	≈ 6,9	≈ 7,0
Récupération maximale d'eau de mer	%	≈ 30	≈ 40	≈ 45
Récupération globale d'eau de mer	%	≈ 11 - 14	≈ 11 - 14	≈ 45
	%	≈ 11 - 14	≈ 11 - 14	≈ 45
Eau typiquement produite TDS	ppm	< 25	< 25	≈ 250 - 500(b) ≈ 20 - 100(c) < 5 (d)
Exigences spécifiques sur la zone	m ² /(m ³ /j)	0,13 - 0,25 (e)	0,13 - 0,25 (e)	0,25 - 0,6

Note:

- (a) Sans refroidissement de l'eau
- (b) Qualité du per méat de la première passe
- (c) Qualité du per méat d'une possible deuxième passe
- (d) Qualité du perméat d'une possible troisième passe
- (e) Centres de production sans vapeur

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Par conséquent, le rejet des usines utilisant les technologies de Dessalement thermiques augmente leur alimentation en eau de mer (au-dessus du volume minimum selon les exigences de la procédure) afin de se conformer à l'augmentation de température permissible. Dans ces cas-là, le volume d'eau de mer globalement récupéré peut chuter à des valeurs de 11% à 14%.

- En raison de la période de change qui se passe lors des technologies de dessalement thermal, la qualité de l'eau produit (i.e. la qualité du distillat) est significativement supérieure à la qualité de l'eau produit (la qualité du perméat) de la première passe de la technologie d'osmose inverse de l'eau de mer. Cependant, si une meilleure qualité (que celle réalisable en une seule passe) doit être produite en utilisant la technologie d'osmose inverse de l'eau de mer, une seconde ou même une troisième passe peut être ajoutée.
- Les valeurs citées dans le Tableau 4.5.1 pour les superficies spécifiques sont des indications pour des usines de dessalement moyennes à larges (avec des capacités de production d'approximativement 50 000 m³/jour et plus). Présentement, la superficie de 3,9 ha est considérée comme disponible au niveau du site principal (sans compter la superficie de la station pompage de prise d'eau brute) pour les deux 50 000 m³/jour phases de l'usine de dessalement aux Mamelles. La superficie spécifique requise est $39\ 000\ \text{m}^2 / (2 \times 50\ 000) = 0,39\ \text{m}^2 / (\text{m}^3/\text{jour})$. Il faut bien noter que de tels calculs doivent être traités avec prudence. Néanmoins, une valeur de $0,39\ \text{m}^2 / (\text{m}^3/\text{jour})$ indique que l'éventuelle zone du site permet un raisonnable arrangement des deux usines de 50 000 m³/jour. Ceci s'applique le plus, parce que le site principal de l'usine ne prévoit d'abriter ni la station de pompage de prise d'eau de mer, ni le réservoir d'eau potable.

(2) Données Clés sur l'énergie.

Les besoins en énergie sont un facteur clé pour chaque technologie de dessalement. Les données clés sur l'énergie montrées dans le Tableau 4.5.2 représentent les données pour un jour typique. Elles peuvent être évaluées comme suit:

Il est fondamental, qu'une procédure de technologie d'osmose inverse de l'eau de mer (SWRO) n'exige aucun apport en chaleur. Ceci est la raison principale pour laquelle la technologie d'osmose inverse de l'eau de mer est la technologie la plus efficace de dessalement pratiquée.

- Il est fondamental, qu'une procédure de technologie d'osmose inverse de l'eau de mer (SWRO) n'exige aucun apport en chaleur. Ceci est la raison principale pourquoi la technologie d'osmose inverse de l'eau de mer est la technologie la plus efficace de dessalement pratiquée.
- La température maximale concentrée (appelé Top Brine Température, TBT) de la technologie de dessalement thermique établie, est principalement déterminée par le schéma d'écoulement du concentré, l'efficacité de l'agent antitartre, l'applicabilité de la méthode de nettoyage sur site et, dernièrement mais pas le moindre, la demande de chaleur ciblée. Par conséquent, le TBT typique pour une usine de Distillation Multi Effets (MED) est un peu inférieur à 70 °C, alors que le TBT pour une usine de MSF peut être aussi élevé que 115°C à 120°C.
- Présentement, la demande en chaleur typique de chaque technologie de dessalement thermal s'est nivelée à une valeur correspondant à un taux de performance d'à peu près 10 kg/2326 kJ.
- Contrairement aux similarités en demande en chaleur, les technologies de dessalement thermal sont substantiellement différentes dans leur demande en électricité. Parce que l'effort de

cisaillement des tuyaux du concentré doit passer à travers, la technologie de MSF exige à peu près le double de l'électricité consommé par la technologie de MED. Vice versa, la faible demande d'électricité est l'avantage la plus significative de la technologie de MED; comparée à la technologie de MSF.

Tableau 4.5.2 Données Clés sur l'Energie des Technologies Commerciales de Dessalement

	Unité	MED-TVC	MSF	SWRO
Température Concentrée Maximale	°C	< 70	< 115...120	< 45
Demande en Chaleur Journalière Typique	MJ/m ³	≈ 233...258 (a)	≈ 233...258 (a)	-
Demande en Electricité Journalière Typique	kWh/m ³	1,5 – 2,5	≈ 3,0...5,0	≈ 3,0...5,0

Note: (a) Correspondant à un taux de performance de 9 à 10 kg/2326 kJ

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(3) Données clés sur les coûts

En plus des données techniques clés discutées dans les deux premiers chapitres précédents, les chiffres clés des coûts doivent être évalués, à savoir en premier lieu le cout de l'immobilisation et en dernier le coût de l'exploitation (le suivant mais en un seul chapitre).

1) Dépenses d'Investissement de Capital (CAPEX)

Dans le Tableau 4.5.3, des variables spécifiques de Dépenses d'Investissement de Capital, qui ont été observées depuis la fin des années 90, sont montrées. De 2006 à 2008, les montants des Dépenses d'Investissement de Capital de toutes les technologies de dessalement utilisées ont augmentés comparés à ceux des années d'avant (de 1998 à 2005). Les principales raisons pour cette remarquable augmentation des Dépenses d'Investissement de Capital sont l'augmentation rapide de la demande des nouvelles usines de dessalement et des matériaux brutes (alliages en acier inox), en général.

Tableau 4.5.3 Dépenses d'Investissement de Capital Spécifiques US\$ / (m³/j)

Période	MSF	MED-TVC	SWRO
1998 - 2005	900 – 1750	900 – 1450	650-900
2006 - 2008	1700 - 2900	1700 – 2700	1300 - 2500

Source: Torzewski, A. et al.: Is the Multi Stage Flash Evaporator Obsolescent? EDS Conference, 17-20 May 2009, Baden-Baden

Cependant, les conséquences de la crise financière de 2008/2009 ont causé une importante baisse des Dépenses d'Investissement de Capital spécifiques, prouvant que le marché est en train de devenir de plus en plus le marché des acheteurs.

Par conséquent, il est raisonnable d'assumer que les valeurs inférieures déclarées pour la seconde période sont de bonnes estimations pour les actuels Dépenses d'Investissement de Capital spécifique dans des circonstances normales.

Cela dit, les actuelles Dépenses d'Investissement de Capital spécifique peuvent être exceptées d'être similaires pour chaque technologie de dessalement thermal conventionnel (à peu près US \$1 700/m³/jour par capacité d'installation). Comparé à ce montant, le cout pour la technologie d'osmose

inverse de l'eau de mer est presque 25 % moins élevées.

Dans ce contexte, il faut savoir que même si ces données sont les mieux adaptables, ils sont justes des estimations de base. En outre, les aspects suivant doivent être pris en compte lors de l'interprétation des données présentées dans le Tableau 4.5.3:

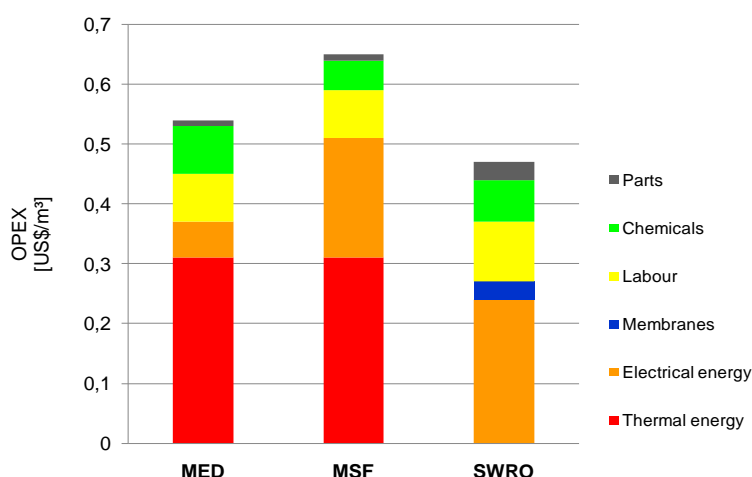
- Les données sur le coût ne distinguent pas si l'usine ou le projet a été contracté sous l'EPC (ingénierie, achat et construction) ou le BOOT (construire, posséder, exploiter et transférer). Plusieurs approches contractuelles sont susceptibles d'affecter le coût de l'usine à cause des différentes conditions du marché, spécialement en ce qui concerne le plafond des dettes.
- Les données sur le coût ne distinguent pas entre les différentes conditions du site (en termes de la qualité de l'eau de mer ou la topographie du site).
- Les données sur le coût ne distinguent pas entre les différentes régions. Par exemple, les Dépenses d'Investissement de Capital spécifique sont comparativement plus élevées dans des régions telles que l'Australie ou les USA, principalement à cause de problèmes de régulation et d'exigences environnementales.
- Enfin, il faut aussi considérer que même les propositions d'offres proposant la même technologie de dessalement pour le même projet peuvent différer substantiellement en termes de montants totaux proposés. Une différence entre l'offre la plus élevée et la plus faible de 50% ou même plus n'est pas inhabituelle; de même, une différence de 10% entre l'offre la plus élevée et l'offre la plus faible n'est pas inhabituelle.

2) Dépenses d'Exploitation (OPEX)

L'OPEX des différentes technologies de dessalement doivent être expliquées et discutées sur la base des données générales présentées sur la Figure 4.5.5.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées à partir de la Figure 4.5.5:

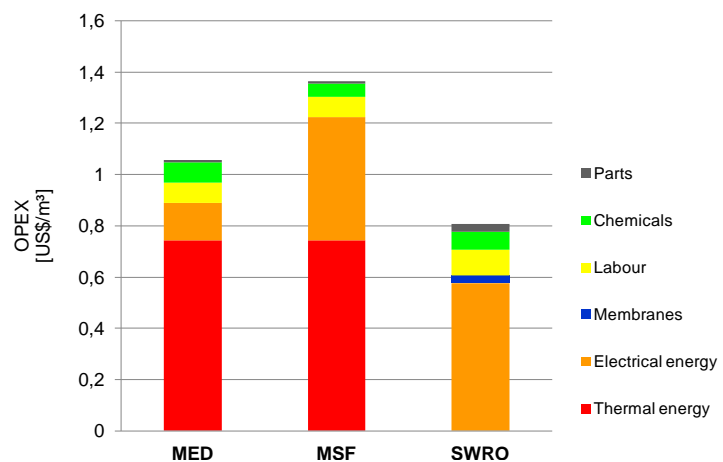
- La technologie d'osmose inverse de l'eau de mer présente le plus économique OPEX (0.47 US\$/m³). L'écart avec le cout du MED (0.54 US\$/m³) est important mais pas immense. Par conséquent ; il est assez réaliste d'assumer que la méthode MED peut encore être en compétition avec la méthode SWRO dans des circonstances particulières. Comparé à cela, le montant bien plus élevé de l'OPEX de la méthode MSF (0.65 US\$/m³), peut être considéré comme étant exagéré.



Source: Équipe d'Étude de la JICA, basée sur les données de Global Water Intelligence, Volume 16, Publié le 2 Février 2015

Figure 4.5.5 OPEX pour les Technologies de Dessalement Conventionnelles dans les Conditions Générales du Taux d'Electricité

- Si nous assumons une demande d'énergie spécifique de 4 kWh/m³ pour les usines de SWRO, le coût de l'énergie électrique utilisée lors de la comparaison en-dessus peut être fixé à 0,6 US \$/kWh.
- Pour chaque méthode de dessalement thermique, le coût de l'énergie thermique est ajouté (0,31 US\$/m³), ainsi un montant à peu près égal à la moitié du montant total de l'OPEX. Alors que cette charge est plus ou moins compensée par le montant très faible de l'énergie électrique dans la méthode MED, elle peut causer la méthode MSF d'être la plus chère en termes d'OPEX
- Les figures pour plus d'éléments OPEX reflètent les différences entre les diverses technologies de dessalement en plusieurs aspects (i.e. des coûts de labeur considérablement plus élevés en raison du besoin d'un personnel qualifié en exploitation d'une usine SWRO et du coût chimique relativement faible pour la méthode MSF). Cependant, les différences sont relativement faibles et n'affectent pas le tableau général de la demande d'énergie électrique et thermique.



Source: Équipe d'Étude de la JICA, basées sur Energy costs adapted to Senegalese conditions and other costs comme publié par Global Water Intelligence, Volume 16, Publié le 2 Février 2015

Figure 4.5.6 OPEX pour les Technologies Conventionnelles de Dessalement sur les Conditions du taux d'Electricité au Sénégal

Notez bien, en ce qui concerne le cas spécifique du Sénégal, le coût de l'électricité est d'environ 0,14 US\$/kWh (basé sur 88,3 FCFA/kWh pour une énergie électrique haute voltage et un facteur de conversion monétaire de 0.00163 US\$/FCFA à la date du 12 Mars 2015), ainsi environ 2,4 fois du coût est assumé dans la considération générale ci-dessus. En ce qui concerne le coût de l'énergie thermique au Sénégal, il serait sensible d'assumer qu'il excède le coût général assumé par un facteur similaire. Sur la figure ci-dessous, les coûts pour l'énergie électrique et thermique ont été modifiés afin de refléter le coût très élevé de l'énergie au Sénégal. Ainsi, il est clair que le coût très élevé de l'énergie au Sénégal rend la méthode SWRO encore plus favorable qu'elle l'était déjà avec les coûts assumés pour la comparaison générale publiée par GWI.

4.5.3 Marché du Dessalement

A la fin des années 2010, approximativement 2 800 usines de dessalement produisaient 27 m³ d'eau fraîche à partir d'eau de mer chaque jour. La Figure 4.5.7 en dessous représente un détaillé des technologies appliquées.

Les circonstances qui ont causé le développement du marché du dessalement seront discutées et expliquées plus en détail dans cette section.

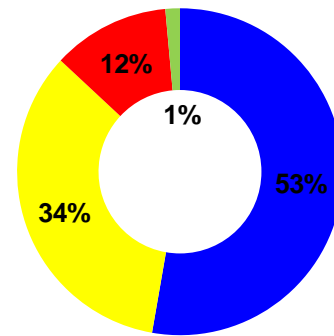
En premier lieu, le développement du marché sera discuté en se basant sur la figure montrant le cumulatif des capacités des principales technologies de dessalement mis en ligne (Figure 4.5.8) et la figure montrant les capacités des usines de dessalement existantes classifiées en termes de tailles et de méthodes de dessalement (Figure 4.5.10). Dans chaque figure, différentes données sont montrées pour les pays membres de la Coopération du Conseil pour les Etats Arabes et le Golf (CCG) 1 et pour les pays ne faisant pas parti du GCC. En plus, chaque figure réfère aux usines de dessalement fournies par de l'eau de mer seulement. Les données ont été générées partir de l'inventaire des usines de dessalement de 2010 (GWI 2010).

Les figures démontrent que les développements dans les pays ne faisant parti de CCG sont différents, presque opposés, de ceux des pays membre de CCG:

- Dans les pays membres du CCG, la technologie de MSF est la plus dominante. Ceci s'applique pour la capacité cumulée absolue, et pour le taux de croissance. En plus, la majorité prédominante (plus de 80%) de la capacité de MSF est apportée par les usines avec capacité supérieur à 100 000 m³/jour.

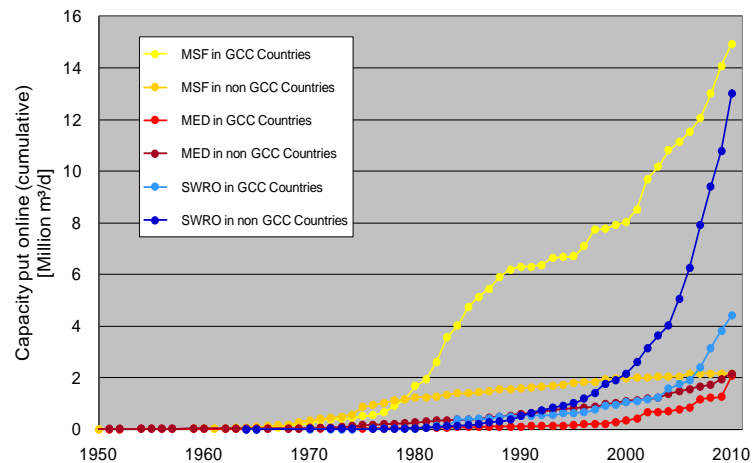
- Indépendamment de la dominance de la technologie de MSF, toutes les autres technologies prennent un élan remarquable dans les pays membres du CCG : la capacité cumulée pour la technologie de SWRO a quintuplée de 2000 à 2010, la capacité cumulée a sextuplée pour la méthode de MED durant cette même période.

■ SWRO ■ MSF ■ MED ■ Other



Source: Fichtner

Figure 4.5.7 Détaillé de la Capacité Totale de Dessalement en Ligne



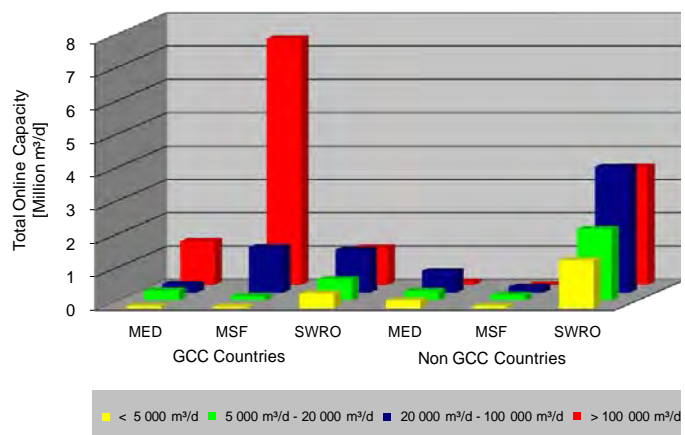
Source: Fichtner

Figure 4.5.8 Cumulatif des Capacités des Principales Technologies de Dessalement mis en ligne dans et en dehors des Pays Membres du CCG

- Dans les pays non membres du CCG, la méthode de SWRO joue le même rôle que la technologie MSF dans les pays membres du CCG: il est la technologie dominante, représentant le cumul de capacité le plus grand, et se développe à un taux supérieur à celui de la technologie de MSF dans les pays membres du CCG. Cependant, la distribution de la taille des usines est beaucoup plus équilibrée comparée à celle des usines de MSF dans les pays de CCG: presque le tiers de la capacité totale en ligne est contribué par les usines avec une capacité de 20.000 m³/jour, un autre tiers des usines entre 20.000 à 100.000 m³/jour, et le reste par des usines avec des capacités supérieurs à 100.000 m³/jour.
- Encore contrairement aux pays membres de CCG, la technologie de MSF est d'une importance inférieure dans les pays non membres du CCG: depuis le milieu des années 90, il n'y avait presque aucune augmentation de la capacité cumulée, l'augmentation dans la présente décennie sera égale à moins de 10%.
- La capacité cumulée de la technologie MED dans les pays non membres du CCG développées à un rythme constant comparable et est considérée d'avoir presque doublée dans le présent, comme dans la décennie passée.

Bien sûr, la sélection d'une technologie de dessalement et la capacité de l'usine doivent être faites selon des conditions spécifiques qui s'appliquent pour ce projet. Néanmoins, les caractéristiques ci-dessus du développement des technologies de dessalement passées peuvent être expliquées par quelques circonstances essentielles et générales:

- Le coût de l'énergie primaire dans les pays du CCG est comparativement faible. Donc, le taux comparativement sur élevé de la demande en énergie des technologies thermales de dessalement est d'importance secondaire dans ces pays. La croissance rapide de la population et de la richesse dans les années 70 (boom pétrolier) ont causé une augmentation rapide de la



Source: Équipe d'Étud de la JICA

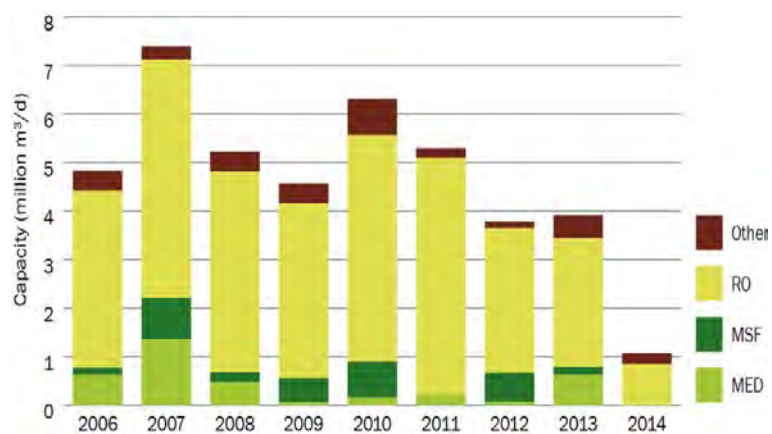
Figure 4.5.9 Usine de Dessalement en Ligne rangées

demande en eau et en énergie. Ici, la technologie de MSF était parfaitement adapté sur deux points : premièrement, c'était la seule technologie avec un vaste bilan pour une longue durée (jusqu'au milieu de la présente décennie). Deuxièmement, la combinaison d'une centrale électrique avec une usine de dessalement thermique dans une double configuration avantageuse pour chaque usine, comme l'usine de MSF prend soin de la condensation de la valeur qui a été générée dans la centrale électrique et doit être condensé. Toutefois, l'utilisation de la valeur générée dans la centrale électrique pour des fonctions de dessalement thermique cause une

certaine réduction de la production efficace d'électricité comparée à une simple centrale électrique.

- Depuis peu d'années; la technologie de MED peut être considérée comme une technologie capable de rivaliser avec la technologie de MSF. Cette position a été atteinte par l'augmentation des capacités de chaque usine de 9.000 m³/jour dans les années 80 à 38.600 m³/jour aujourd'hui, tandis que maintenir une demande en énergie électrique de moins de la moitié de la demande de l'énergie d'une usine de MSF (V. Baujat, et al.: Research and development towards the increase of MED units capacity, IDA World Congress, Bahrain, 2003).

- Durant les années 90, la technologie d'osmose inverse de l'eau de mer, a gagné une mauvaise réputation dans le Golf Arabe, parce que de grandes usines ont manqué d'atteindre leur capacité de conception. Bien que des leçons ont été retenues de ces expériences et de nouvelles grandes usines de SWRO ont été exploités avec succès,



Source: GWI Webinar on Desalination Markets 2014, held on Oct. 9th, 2014

Figure 4.5.10 Capacités Entreprises de 2006 à Octobre 2014

aujourd'hui, quelques réserves contre cette technologie sont toujours observés dans les pays du CCG. Cependant, l'augmentation des contraintes de l'énergie primaire disponible et la montée des couts de l'énergie primaire résultent de la montée rapide de l'utilisation de la technologie SWRO dans les pays du CCG aussi.

- Les usines de SWRO peuvent s'implémenter toutes seules (aucune génération de vapeur n'est requise à proximité des usines de SWRO). En outre, spécialement dans le courant de ce siècle, la procédure s'est développée et l'efficacité énergétique a été substantiellement améliorée. Donc, la technologie de SWRO était le meilleur choix pour les pays avec un coût élevé de l'énergie (comparé aux pays du CCG), ou' le besoin de générer de l'eau potable à partir de l'eau de mer s'est développé plus de dix ans après les pays du CCG.
- Les usines de SWRO exhibent une économie très limitée de capacité d'usine plus grande que 50 000 à 80 000 m³/jour. En plus, les usines de SWRO séparées sont alimentées en électricité par des réseaux électriques, et sont donc découplées des échelles économiques de la centrale économique correspondante. Par conséquent, les usines de SWRO ont été implémentées d'une manière plus décentralisée que les usines de dessalement thermal, et les usines de taille petite à moyen contribuent de manière très importante à la capacité totale de l'usine de SWRO.

Comme on peut le voir sur les capacités contractées et présentées sur la Figure 4.5.10, la prédominance de la méthode de SWRO était maintenue lors de ces dernières années. Notez qu'entre les mois de Janvier à Octobre 2014 aucune capacité de dessalement thermal n'a été entreprise.

4.5.4 Conclusion

Concernant l'Usine de Dessalement aux Mamelles, les conclusions suivantes peuvent être tirées:

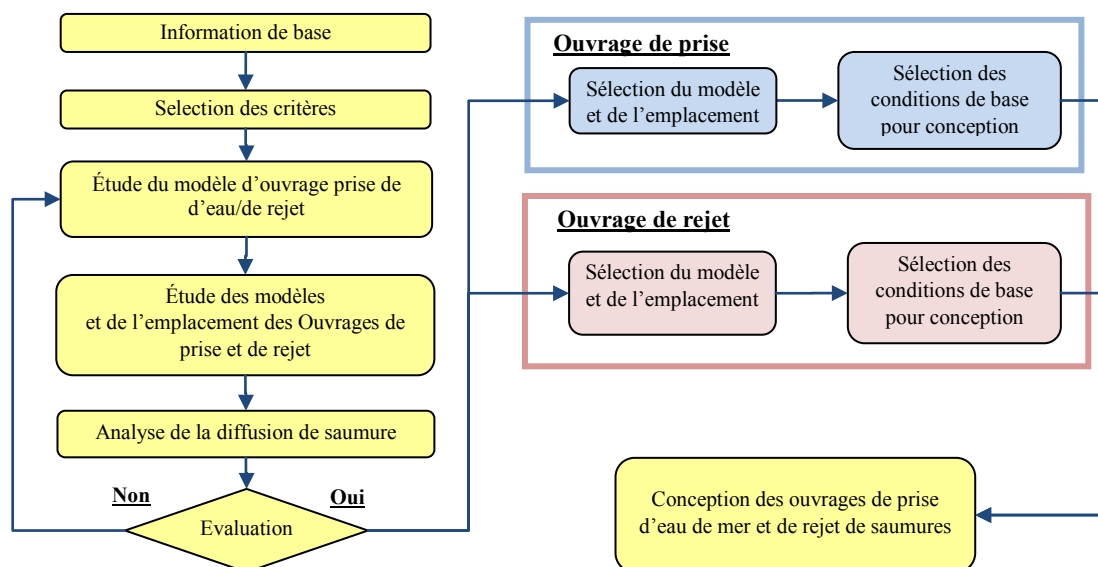
- La technologie d'osmose inverse de l'eau de mer est la plus économe en énergie, si on prend les énergies électriques et thermales en compte. Comparé à une vue plus globale sur le dessalement, cette technologie est la plus décisive vu que l'énergie est comparativement chère au Sénégal.
- Les usines d'osmose inverse de l'eau de mer présentent les couts d'exploitations les plus faibles.
- Pour adopter les méthodes de MED et de MSF, il serait nécessaire de produire de la vapeur sur le site. Par conséquent, il y aurait des émissions de gaz d'échappement, avec une demande pour une importante quantité de refroidissement d'eau et une montée de température à un point de décharge typiquement égal à 8 K.
- Si la méthode de MED ou de MSF est appliquée, la décharge de l'usine devra être une décharge ouverte à cause de la quantité d'eau de refroidissement dont elle aura besoin. Ceci causera qu'une bonne partie de la plage peut être dédiée aux besoins de l'usine (au lieu d'être réservée au public).
- Actuellement, il n'y a pas d'indications spécifiques sur le site qui sont contre l'adaptation de la méthode de SWRO. En particulier, la zone considérée pour l'emplacement de l'usine pour les deux phases est considérée suffisante, pour le moment.

En résumé, la méthode de SWRO est considérée comme étant la méthode la plus adaptée à cause de ces efficacités en ce qui concerne la demande en énergie et les coûts ainsi que les impacts environnementaux défavorables pouvant être causés par les technologies thermales.

4.6 Étude des Modèles d'Ouvrages de Prise d'Eau de Mer et de Rejet des Saumures

4.6.1 Sélection des Types d'Ouvrages de Prise d'Eau de Mer et de Rejet des Saumures et de leurs Emplacements

Les types et emplacements des ouvrages de prise et de rejet de saumure sont choisis en fonction de la procédure indiquée dans la Figure 4.7.1. Suivant les informations de base telles que les données océanographiques existantes ainsi que les modes d'utilisation des plages et de la mer, des études sur les types d'ouvrages et leurs emplacements sont provisoirement menées en vue d'une future sélection. Par la suite, sur la base des types d'ouvrages et de leurs emplacements en tant que données d'entrée, une analyse de la diffusion de la saumure est mise en œuvre dans le but d'examiner la validité technique et environnementale. Si cette dernière est vérifiée par l'analyse, les types d'ouvrages de prise d'eau et de rejet de saumure ainsi que leurs emplacements devront finalement être déterminés. S'il s'avère que l'analyse comporte des manquements ou des lacunes, les types d'ouvrages sélectionnés et leurs emplacements feront l'objet d'une autre analyse.



Source: Équipe d'Étud de la JICA

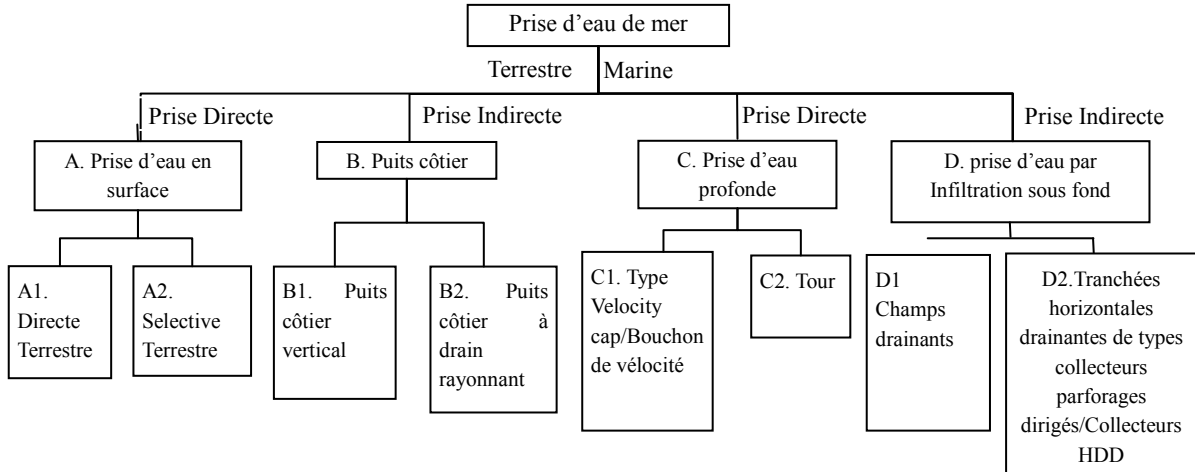
Figure 4.6.1 Procédures de Sélection des Types d'Ouvrages de Prise d'Eau de Mer et de Rejet de Saumure et leurs Emplacements

4.6.2 Étude de la Sélection du Type de Prise d'Eau de Mer

Les ouvrages de prise d'eau de mer sont à peu près classés en quatre groupes en fonction de leurs emplacements (sur la cote au large des côtes) et des méthodes (directe / indirecte), des types de d'ouvrages de prise d'eau comme le montre la Figure 4.6.2 et les Tableaux 4.6.1 et 4.6.2. Ces quatre groupes sont d'avantages catégorisés en huit types.

D'abord les ouvrages de prise d'eau en surface et ceux de prise d'eau profonde constituent la méthode directe de prise d'eau fréquemment adoptée pour des usines de dessalement d'eau de mer à grande échelle. Ce procédé nécessite une station de prétraitement avant le processus de dessalement pour éliminer les organismes marins ainsi que les matières en suspension présentent dans l'eau de mer.

D'autre part, la méthode indirecte, qui comprend le captage par puits côtiers et le captage par infiltration sous les plages ou sous le fond marin, a un avantage du fait que le prétraitement est souvent inutile. Cependant, les ouvrages de prises de cette méthode sont généralement d'une capacité limitée, comparés à ceux de la méthode de prise directe, en raison de la restriction provenant des caractéristiques géologiques et de l'espace disponible et du fait qu'ils ne soient pas adaptés aux Usines à grande échelle.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

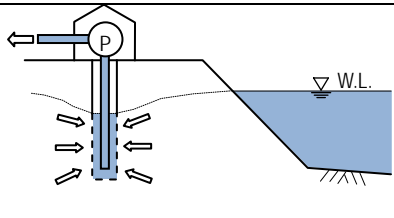
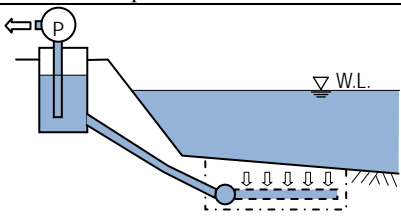
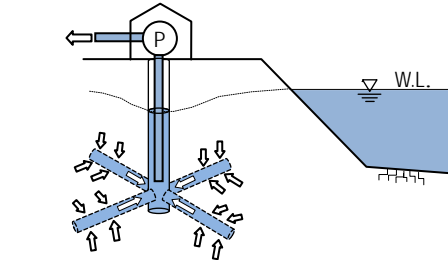
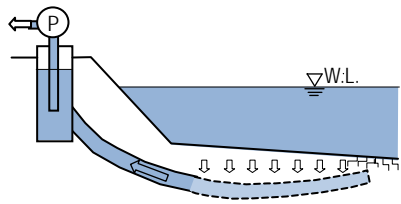
Figure 4.6.2 Classification des Types de Prise d'Eau de Mer

Tableau 4.6.1 Schéma Conceptuel des Ouvrages de Prise d'Eau de Mer Directe

	Prise d'eau	
	Terrestre	Marine
	A. Prise d'eau en surface	C. Prise d'eau profonde
Schéma Conceptuel		
Type de prise d'eau	A1. Directe Terrestre	C1. Bouchon de Vitesse/ Velocity cap
Schéma Conceptuel		
Type de prise d'eau	A2. Selective Terrestre	C2. Tour

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Tableau 4.6.2 Schéma Conceptuel des Ouvrages de Prise d'Eau de Mer Directe

	Prise d'eau Terrestre B. Puit côtier	Prise d'eau Marine D. Prise d'eau par Infiltration sous fond ou plage
Schéma Conceptuel		
Type de prise d'eau	B1. Puit côtier vertical	D1. Champs drainants
Schéma Conceptuel		
Type de prise d'eau	B2. Puit côtier à drain rayonnant	D2. Tranchées horizontales drainantes de types collecteurs par forages dirigés

Source: Équipe d'Étude de la JICA

D'après les exemples tirés des autres projets, la méthode de prise d'eau profonde et le captage par infiltration sous les fonds marins sont généralement adoptés pour les usines de dessalement à moyenne ou grande échelle (50 000 m³/jour ou plus). L'utilisation de puits côtiers se limite aux usines de dessalement de petite échelle. Un cas exceptionnel de méthode de captage au moyen de puits côtier a été observé au niveau de l'usine de dessalement d'eau de mer d'Oman qui a une capacité de 80 000 m³/jour. Il est cependant bien de souligner que, les puits côtiers de l'usine de Sur sont dispersés sur un large terrain vacant d'environ 5 ha au niveau de la zone côtière. Il est généralement assez difficile de pouvoir sécuriser des ha de terrains si larges en zone côtière.

Concernant l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par OI aux Mamelles les méthodes de prise d'eau en surface et la méthode de captage par puits côtiers sont écartées des options possibles pour les raisons suivantes:

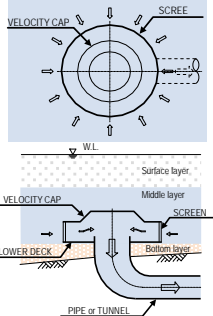
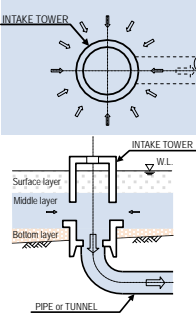
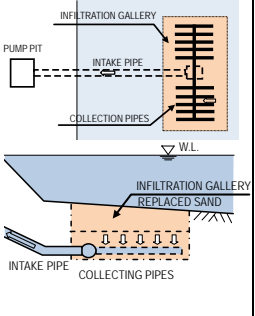
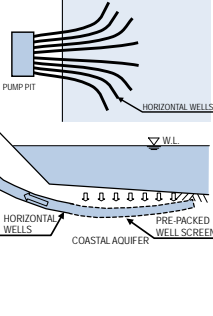
- La majeure partie de la zone côtière située près de l'usine est composée de falaise verticale longeant le littoral. Il existe un petit étendu de plage d'environ 200 m de distance par rapport à l'usine, cependant la plage mesurant environ 300 m de longueur et 20 m de largeur, n'est pas assez large pour abriter des ouvrages pouvant permettre la production de 100 000 m³/ jour d'eau, même si aucun test de pompage de forages n'a été effectuée sur le site ;
- La construction de puits côtiers et de conduites de prise d'eau de mer au niveau de la plage pourrait avoir un impact sur les activités récréatives pratiquées dans cette zone y compris le tourisme.

- La prise d'eau en surface nécessite la construction d'un canal ouvert pour diriger l'eau de mer vers la station de pompage. La construction d'une structure en canal ouvert ne permettrait pas d'éviter les dommages sociaux ci-dessus précités également causés par les puits côtiers.

Dans le Tableau 4.6.3, la méthode de prise d'eau profonde et le captage par infiltration sous les plages ou fonds marins, sont comparées afin de sélectionner la méthode la plus optimale. Comme résultats de la comparaison, le bouchon de vélocité a été recommandé comme meilleur option pour les raisons suivantes :

- La méthode de captage par infiltration sous les fonds marins par champs drainant occupe une importante surface pour les conduites de collecte. Par exemple, les conduites de collecte de Mamizu Pia dans la préfecture de Fukuoka au Japon, la première usine de dessalement d'une capacité de 50 000 m³/jour alimentée par un champ drainant occupent une grande superficie d'environ 2,9 ha. En outre, le débit nécessaire ne peut pas être maintenu en raison de la diminution de la perméabilité à l'eau causée par le colmatage du système de filtration due au sable ;
- Les Tranchées horizontales avec collecteurs de forages dirigés présentent des inconvénients similaires au type de «Champs drainants». En outre, des exemples d'adoption de ce type de méthode de prise sont assez rares et reste à être prouvés ;
- La prise «Tour» a pratiquement les mêmes caractéristiques que le Bouchon de vélocité. Cependant, ce type de prise est vulnérable aux vagues. Par conséquent, il n'est pas recommandé pour les Mamelles qui sont exposées à de hautes vagues en provenance de l'océan Atlantique.

Tableau 4.6.3 Caractéristiques de modèles de prise d'eau de mer

Systèmes	C. Prise d'eau Profonde		D. Filtration sous fond marin			
	C1. Bouchon de vélocité	C2. Tour	D1. Champs drainants		D2. Collecteurs "HDD"	
Plan /Profil						
Adaptabilité aux débits	Adaptable à tous les débits	a	Adaptable pour des débits relativement grands	b	Adaptable pour les petits débits	b
Encombrement	Presque le même quel que soit le débit.	a	Presque le même quel que soit le débit.	a	Plus grand selon la proportion du débit	c
Sélection de prise d'eau	Sélectionnable.	a	Sélectionnable.	a	Sélectionnable.	a
Contre-mesures pour les vagues	Pas nécessaire	a	Nécessaire en raison du grand impact des vagues.	b	Si les fonds marins de la zone de prise se migrent par l'effet des vagues, une protection contre les vagues doit être aussi placée	b
Prise des matières flottantes	Pas de stagnation ni rajout du fait de l'étendue de la zone d'eau	b	Pas de stagnation ni rajout du fait de l'étendue de la zone d'eau	b	Les matières flottantes n'atteignent pas le fond marin.	a
Déversement de pétrole	Débit entrant évitable pendant un certain temps.	b	Débit entrant évitable pendant un certain temps.	b	Le pétrole n'atteint pas le fond marin.	a
Impact Environnemental	Impact mineur uniquement sur la Côte pendant la construction	a	Impact mineur uniquement sur la Côte pendant la construction	b	L'installation de galeries d'infiltrations empiéterait sur les habitats d'algues et de coraux	c
Maintenance	Maintenances presque nécessaires et effectuées par des plongeurs	b	Maintenances presque nécessaires et effectuées par des plongeurs	b	En cas des conduites de petits diamètres, Presque impossible de faire la maintenance une fois qu'elles sont installées.	c
Coût de la Construction	La deuxième moins chère, et presque tous les travaux sont réalisés en mer	a	La moins chère, et presque tous les travaux sont réalisés en mer	a	La plus chère, et le dragage et le déplacement de sable fin sur une grande surface sont nécessaires	c
Evaluation exhaustive	Prise stable avec faible niveau de vagues, pas d'impact de vague prévu	a	La moins chère, cependant vulnérable aux hautes vagues	-	La plus coûteuse	-

a: Excellent, b: Bon, c: Convenable

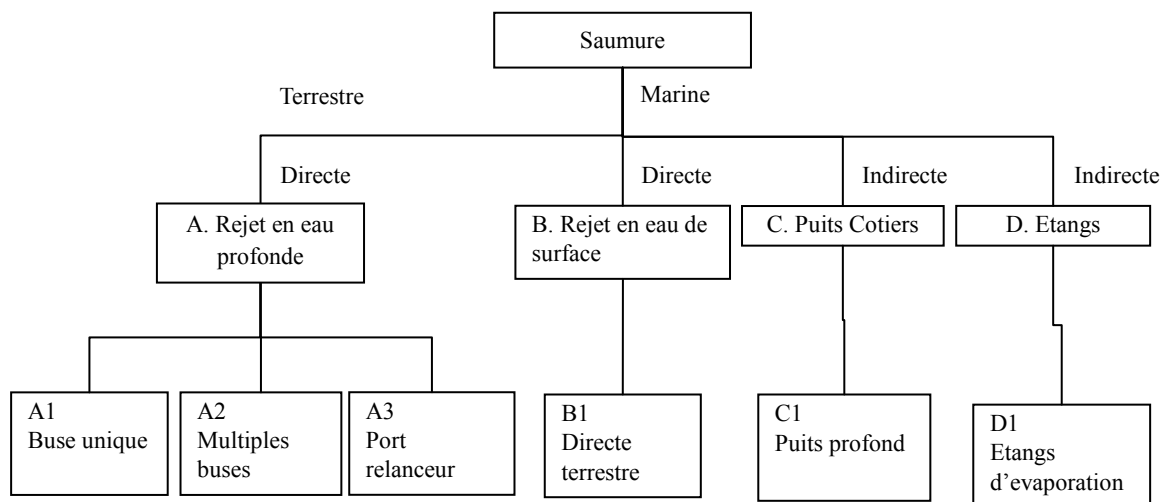
Source: Équipe d'Étude de la JICA

4.6.3 Études des Types d'Émissaires de Rejet de Saumure

Les rejets de saumures sont généralement classés en quatre groupes qui sont les suivants: le rejet à la côte, le rejet au large au moyen d'un émissaire, le rejet à partir de puits côtiers et les rejets dans les étangs, comme le montre la figure 4.6.3, le Tableau 4.6.4 et 4.6.5.

Le rejet à la côte et le rejet au large au moyen d'un émissaire sont les méthodes de rejet direct, par lesquels l'eau de saumure est directement rejetée dans la zone côtière ou marine. Cette méthode est la plus couramment utilisée dans les usines de dessalement toute capacité de production comprise. Cependant, étant donné que les rejets de saumures peuvent affecter les organismes marins, il serait préférable de prendre en considérations des mesures d'atténuation.

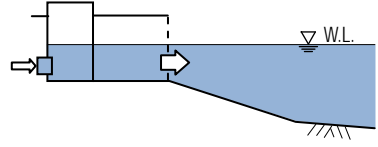
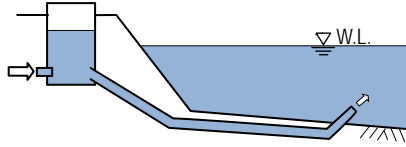
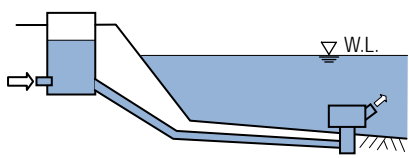
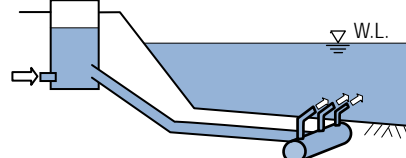
Quant aux méthodes indirectes de rejet qui sont les rejets à partir des puits côtiers et les rejets dans les étangs, elles sont de capacités limitées en raison des caractéristiques géologiques et de l'emprise, comparées à la méthode de rejet direct. Bien que la saumure rejetée n'ait pas d'impact sur les organismes marins, elle affecte néanmoins les aquifères.



Source: Équipe d'Étud de la JICA

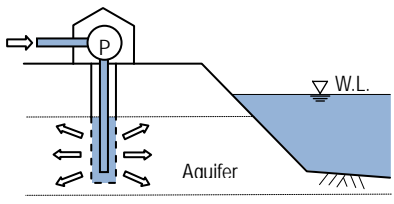
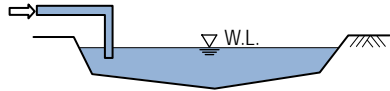
Figure 4.6.3 Classification des Méthodes de Rejet de Saumure

Tableau 4.6.4 Schéma Conceptuel des Méthodes de Rejet Direct de Saumures

Type	Rejet Terrestre		Rejet à la Mer	
	A. Rejet à la surface		B. Rejet par infiltration sous la mer	
Schéma Conceptuel				
Type de rejet	A1. Directe terrestre		B1. Buse unique	
Schéma Conceptuel				
Type de rejet	B2. Buse multiples		B3. Port relanceur/diffuseur	

Source: Équipe d'Étud de la JICA

Tableau 4.6.5 Schéma Conceptuel des Méthodes de Rejet Indirecte de Saumure

Type	Rejet terrestre	
	C. Puits profond	D. Etangs
Schéma Conceptuel		
Type de reje	C1. Rejet par infiltration sous les plages	D1. Etangs d'évaporation

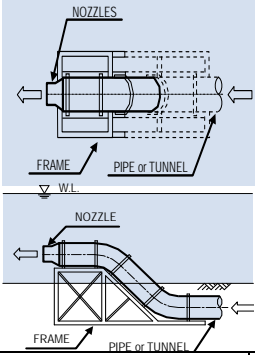
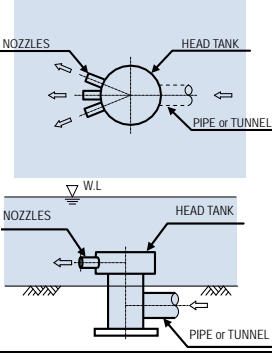
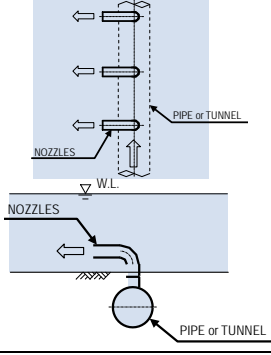
Source: Équipe d'Étud de la JICA

D'après les résultats réels observés le rejet en eau profonde est la méthode généralement adoptée pour les usines de dessalement à moyenne et grande échelle d'une capacité de 50 000 m³/jour ou plus en raison des aspects liés aux impacts environnementaux et de la contrainte relative au volume de rejet possible.

Dans le cadre de l'étude, une comparaison est effectuée entre les type de rejet en mer en tenant compte des aspects d'impact environnementaux et de la contrainte relative au volume de rejet possible.) , au terme de laquelle la méthode de rejet de saumure la plus optimale sera sélectionnée.

Comme décrit dans le tableau 4.6.6, le rejet par multiples buses et port relanceur sont les plus prisés en en raison du faible impact sur les organismes marins. Le port relanceur est sélectionné dans ce projet, en raison des avantages qu'il comporte. En effet il comporte moins de buses, est d'une faible emprise et par dessus tous est moins coûteux

Tableau 4.6.6 Comparaisons des Types d'Émissaires de Rejet de Saumure

Type	B. Rejet en eau profonde			
	A1. Mono-buse	A2. Multi-buses	A3. Port relanceur	
Plan /Profil				
Adaptabilité aux débits	Adaptable a tous les débits	a	Adaptable a tous les débits	a
Encombrement zone de construction	Presque le même quel que soit le débit.	a	- Presque constant quel que soit le débit. - Le plus compact.	a
Control vélocité en surface	Contrôlable par ajustement de la vélocité de sortie et angle vertical dans la limite de débit.	b	Contrôlable par ajustement de la vélocité de sortie, du nombre de buses, et l'angle verticale	a
Intervalle de Diffusion	Plus petit que le type direct terrestre	c	Plus petit des systèmes directs de rejets.	a
Protection contre les vagues	Pas nécessaire	a	Pas nécessaire	a
Impact Environnemental	Impact mineur uniquement sur la Côte pendant la construction	a	Impact mineur uniquement sur la Côte pendant la construction	a
Impact sur organismes marins	Impact plus large du fait de la grande zone de diffusion	b	Le plus petit du fait de son plus petit intervalle de diffusion dans les systèmes de rejets directs	a
Maintenance	Pas facile: Presque toutes les maintenances sont effectuées par des plongeurs	c	Pas facile: Presque toutes les maintenances sont effectuées par des plongeurs	c
Construction en zone marine	La zone de construction marine est limitée aux endroits où l'on doit ensouiller conduites et mono-buses	a	La zone de construction marine est limitée aux endroits où l'on doit ensouiller conduites et multi-buses	a
Coût de la Construction	Couteux	c	Couteux	c
Evaluation exhaustive	Plus grand impact environnemental et couteux		Moins d'impact environnemental mais couteux	-
			Moins cher en terme de cout possibilité de bien controler les impacts environnementaux dans un gamme acceptable par la conception tenue en compte	a

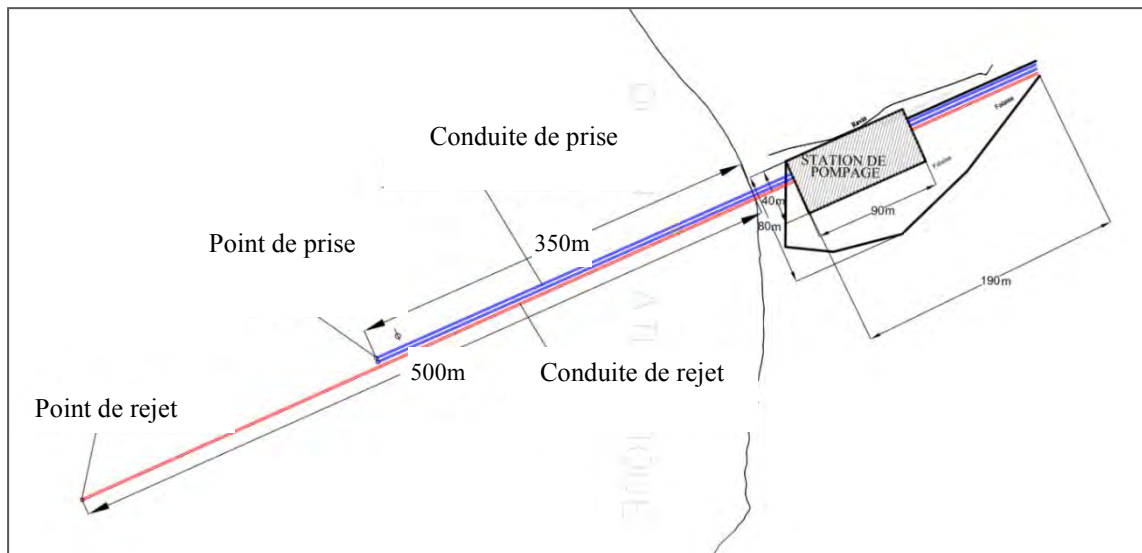
Source: Équipe d'Étude de la JICA

4.6.4 Étude des Emplacements des Ouvrages de Prise d'Eau et Émissaires de Rejet de Saumure

Les emplacements des ouvrages de prise d'eau de mer et exutoires des émissaires de rejet de saumure sont déterminés sur la base des considérations mentionnées ci-dessous :

- La recirculation des saumures du point de rejet au point de prise doit être évitée;
- La tête prise d'eau doit être profondément placée et le plus loin possible des Côtes afin de s'assurer d'avoir une eau de mer stable et de bonne qualité ;
- Afin de réduire l'impact du rejet de saumure sur les algues et autres organismes marins, la direction de rejet ainsi que le point de rejet devront être choisis, de plus il est préférable qu'ils soient situés dans une zone de faible densité d'organismes marins ;
- Du point de vue de l'efficacité de la construction et du coût, il serait préférable de disposer les conduites de prise et de rejet de sorte qu'elles soient parallèles les unes des autres ;
- Il est aussi préférable de disposer les conduites de prise et de rejet de manière perpendiculaire à la côte ainsi qu'aux contours des fonds marins ;
- Afin de réduire l'impact des rejets de saumure sur les organismes marins il serait préférable de choisir un point de rejet situé dans une zone à faible densité d'organismes marins, où un meilleur effet de dilution de la saumure est attendu ;
- La distance séparant l'exutoire de rejet et la prise doit être la plus courte possible tant qu'elle satisfait aux exigences.

Enfin, les emplacements des prises d'eau et exutoires de rejet de saumure seront déterminés après analyse de la portée de diffusion de la saumure sur la base des résultats de l'enquête océanographique, de la carte bathymétrique, des caractéristiques géographiques du sous-sol et des fonds marins, ainsi que des conditions environnementales près de la zone de construction. A partir des données océanographiques existantes il sera établi les emplacements provisoires, des prises d'eau et exutoires de rejet, situés respectivement à 350 m et 500 de la plage, tel que présenté dans la Figure 4.6.4.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.6.4 Points des Emplacements des Ouvrages de Prise d'Eau et des Émissaires de Rejet de Saumure

4.6.5 Étude de la Configuration et du Plan de Phasage des Ouvrages de Prise d'Eau de Mer et Émissaires de Rejet des Saumures

De par des extensions par étapes de la capacité de production de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles, la configuration et le plan de phasage des ouvrages de prise d'eau de mer et des émissaires de rejet de saumure sont proposées en termes de coût d'Exploitation et de Maintenance, ainsi que de contre-mesure en cas de panne d'urgence. Quatre options de plans sur la configuration et le phasage sont comparés comme indiqué dans le Tableau 4.6.7.

Comme résultat de l'évaluation globale tel que expliqué dans le Tableau 4.6.7, l'option n°4 est recommandée. Dans cette option, l'ouvrage de prise d'eau de mer sera divisé en deux unités pour éviter que tout accident ou travaux de maintenance n'entraînent un arrêt de fonctionnement de l'usine de dessalement. De plus, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des travaux de construction marins supplémentaires à l'avenir en vue d'une extension de l'usine de dessalement.

Tableau 4.6.7 Caractéristiques du passage de construction des ouvrages de prise et ed rejet

	No.1	No.2	No.3	No.4
Schématique Et plan de Phasage				
	<p>1ère phase Ouvrage de prise : 200,000m³/j Ouvrage de rejet : 100,000m³/j</p> <p>2ème phase Pas de mise au point</p>	<p>1ère phase Ouvrage de prise : 200,000m³/j Ouvrage de rejet : 100,000m³/j</p> <p>2nd phase Ouvrage de prise : 200,000m³/j</p>	<p>1ère phase Ouvrage de prise : 100,000 m³/j Ouvrage de rejet : 50,000 m³/j</p> <p>2nd phase Ouvrage de prise : 100,000m³/j Ouvrage de rejet : 50,000m³/j</p>	<p>1ère phase Ouvrage de prise - 100,000m³/j x 2 Ouvrage de rejet 100,000m³/j</p> <p>2nd phase Pas de mise au point</p>
Construction	a	c	c	a
En cas de panne d'une Installation de Prise d'eau	c	c	c	a
Entretien du Diffuseur et Nettoyage de la Conduite	a	a	b	b
Coût de construction (coûts de la pompe est exclu)	a	a	c	b
Evaluation	c	b	c	a

Taux de récupération: 50%, Capacité de Prise = Capacité de rejet / 0.5

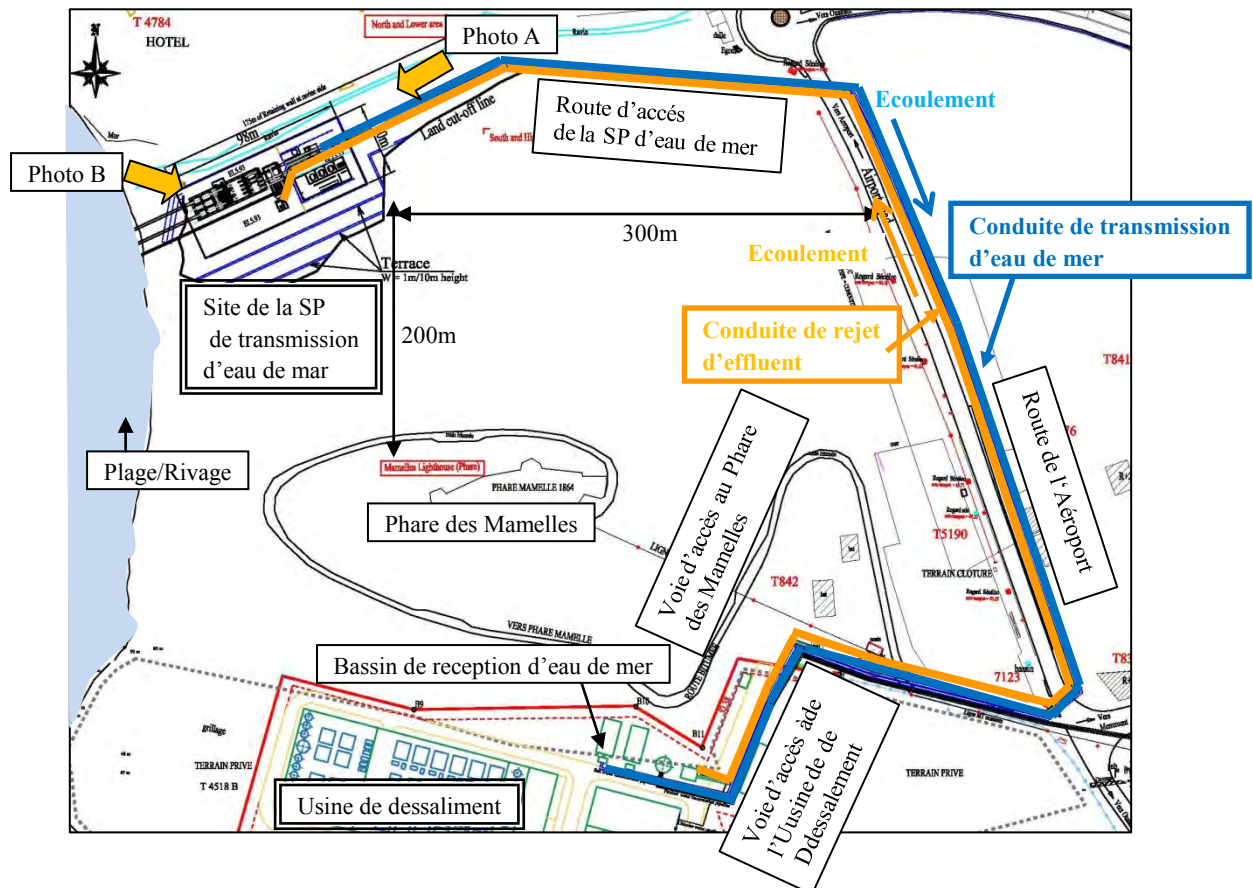
A:Excellent, b: Bon, c: Convenable

Source: Équipe d'Étud de la JICA

4.7 Étude sur les Systèmes de Transmission d'Eau de Mer et Émissaires de Rejet des Saumures

4.7.1 Plan d'Implantation de la Station de Pompage de Transmission d'Eau de Mer

La construction de la station de pompage de transmission est prévue à 200 m au Nord du Phare des Mamelles et à 300 m à l'Ouest de la route de l'Aéroport à proximité de la plage comme décrit sur la Figure 4.7.1. Un hôtel fonctionnel se trouve près du site prévu pour la station de pompage. La situation actuelle du site prévu pour la station de pompage est présentée par les Photos 4.7.1.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.7.1 Emplacement de la Station de Pompage de la Conduite de Transmission d'Eau de Mer et de L'Émissaire de Rejet de d'Effluent

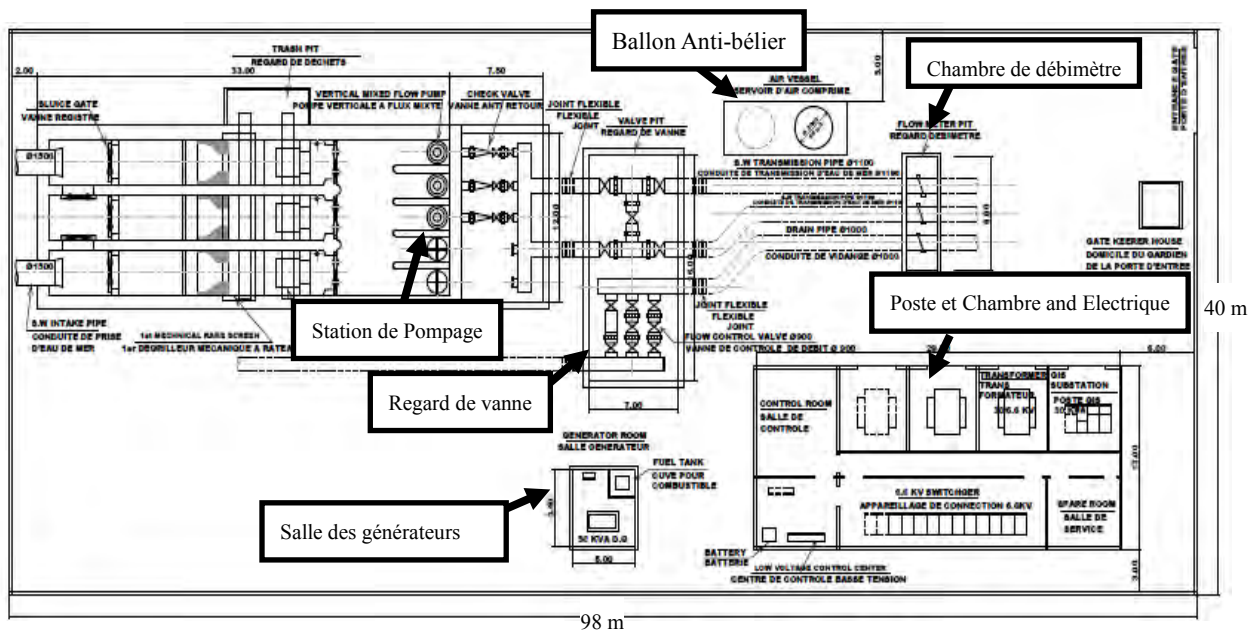


Source: Équipe d'Étude de la JICA

Photo 4.7.1 Situation Actuelle du Site Prévu pour l'Implantation de la Station de Pompage de Transmission d'Edsdsdau de Mer

L'eau de mer nécessaire à l'usine de dessalement sera transférée à la station de pompage de transmission d'eau de mer par écoulement gravitaire via les conduites de transmission d'eau de mer immergées sous le fond marin à partir du point de prise d'eau. Par conséquent, il est préférable que la station de pompage soit construite sur un site autant que possible à proximité du rivage afin de minimiser la profondeur d'excavation lors de la construction de la station de pompage. Dans ce présent Projet, la station de pompage sera construite juste derrière la plage à une hauteur supérieure au niveau maximum de la marée et de celui des vagues de l'océan.

Le plan d'implantation général de la station de pompage de transmission d'eau est présenté sur la Figure 4.7.2. Les équipements qui seront installés dans la station de pompage de transmission d'eau sont les suivants:

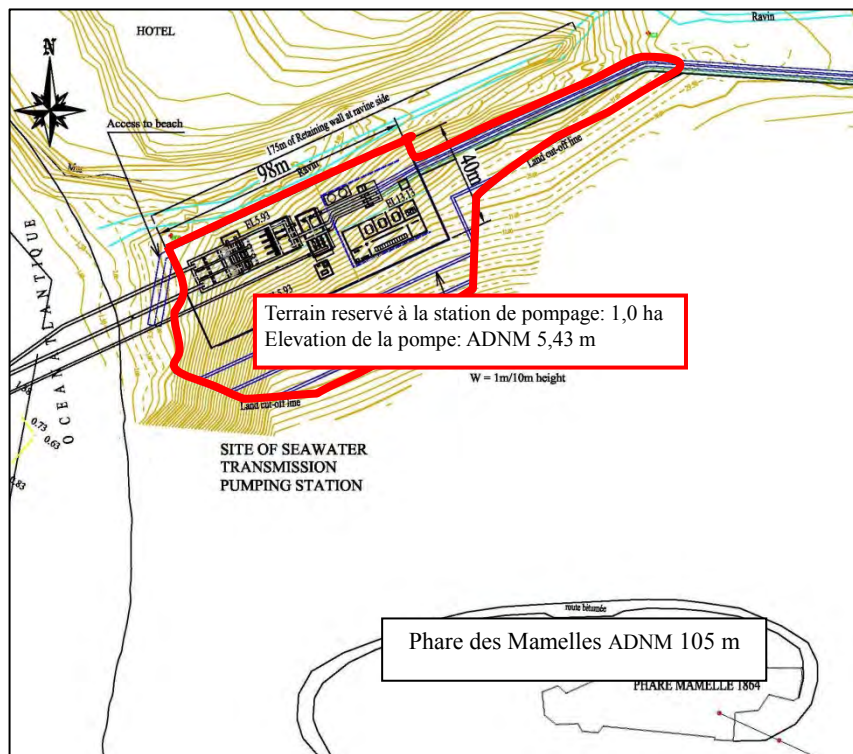


Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.7.2 Plan d'Implantation de la Station de Pompage et De Transmission d'Eau de Mer

- Conduite d'aspiration pour le transport de l'eau de mer ;
- Station de pompage ;
- Chambre des débitmètres pour les conduites de transmission et des conduites de drainage ;
- Chambre des vannes, poste électrique de 30/6.6kV et de chambre électrique de 6.6kV/400V ;
- Chambre groupes électrogènes ;
- Ballon Anti-bélier pour lutter contre les coups de bélier.

Comme présenté sur la Figure 4.7.2, la station de pompage de transmission d'eau de mer requiert un terrain de 98 m de long sur 40 m de large afin de sécuriser une superficie de terrains suffisante pour la station de pompage, étant donné que cette dernière est située au pied et sur une pente sur la montagne des Mamelles comme présenté sur la Photo 4.7.2, la SONES a besoin d'une superficie plus large pour les travaux terrestre. La superficie de terrains nécessaire pour la construction de la station de pompage est approximativement 1 ha comme illustré sur la Figure 4.7. 3.

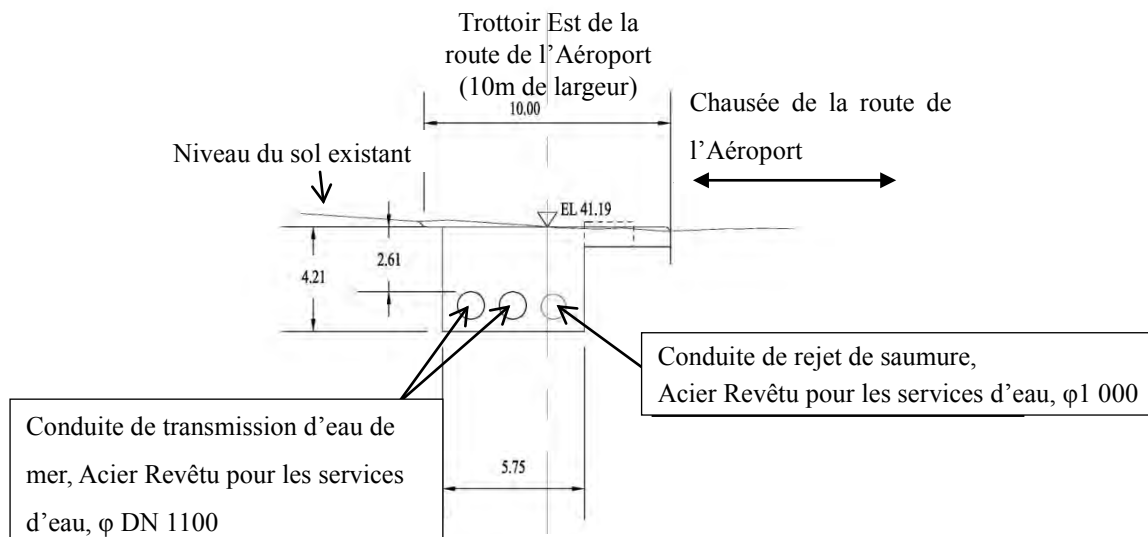


Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.7.3 Superficie de Terrains Nécessaire pour la Station de Pompage de Transmission d'Eau de Mer

4.7.2 Plan d'Implantation des Conduites de Transmission d'Eau de Mer et de Rejet de Saumure

Les conduites de transmission transféreront l'eau de mer de la station de pompage vers l'usine de dessalement. L'émissaire de rejet des saumures transfèrera de façon gravitaires comme indiqué dans la figure 4.7.1 Comme le montre la figure 4.7.1, ces conduites de transmission et de rejet de saumures seront installées de façon parallèle entre la station de pompage et l'usine de dessalement. Au niveau de la route de l'Aéroport, ces conduites seront installées sur le trottoir du côté Est de la route comme présenté dans la figure 4.7.4.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.7.4 Profile en travers des Conduites de Transmission
et de Rejet d'Effluents au niveau du Tronçon de la Route de l'Aéroport

La couche de revêtement de terre des conduites de la route de l'Aéroport est présumée être de 2,6 m. Selon la SONES, il y a présence de conduites de distribution à environ 1,5 m de profondeur à partir de la couche de revêtement de terre. La couche de revêtement supposée des conduites de transmission de l'eau de mer et de rejet de la saumure est fixée en tenant compte du diamètre de la conduite de distribution à 300 mm et 80 cm d'espace entre les conduites.

Les spécifications des conduites de transmission d'eau de mer sont les suivantes:

Conduite de transmission de l'eau de mer:

- 2 conduites 1 conduite pour chaque phase mais les deux conduites seront installées en première phase
- 1 km de longueur par ligne, $\phi 1100\text{mm}$, en Acier Revêtu pour les services d'eau

Conduites de rejet de saumure:

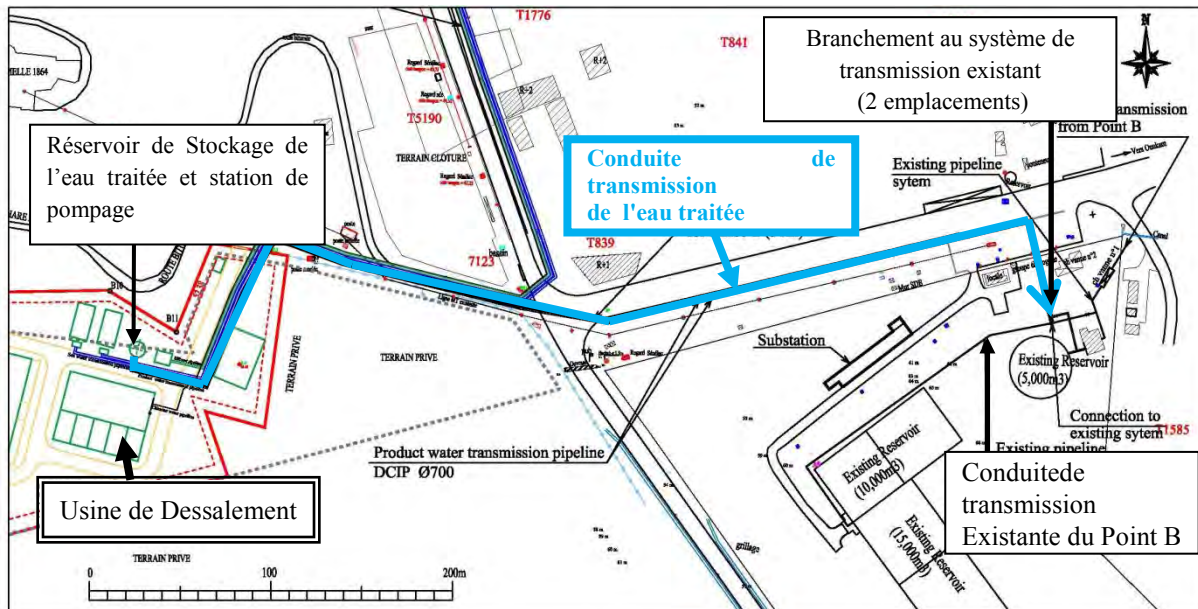
- 1 km de longueur (à partir de l'usine de dessalement à la station de pompage de transmission de l'eau de mer), $\phi 1\ 000\ \text{mm} \times 1$ conduite en Acier Revêtu pour les services d'eau
- 0,6 km de longueur (à partir de la station de pompage de transmission de l'eau de mer à la tête de rejet), $\phi 710 \times 1$ conduite PEHD,

Toutes les trois conduites de transmission de l'eau de mer et de rejet de saumure seront installées dans la phase 1 du projet. Avec l'achèvement de la construction de ces conduites, les travaux de construction supplémentaires au niveau de la voie d'accès à la station de pompage de transmission de l'eau de mer seront évités dans la phase 2 ce qui représente un avantage pour l'exploitation et la maintenance de la station de pompage et des installations maritimes de l'usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse. La sélection du matériau de la conduite sera expliquée dans le paragraphe 5.4.2, Tandis que le calcul hydraulique pour cette dernière est présenté à l'annexe 4-3.

4.8 Plan du système de transmission de l'eau traitée

4.8.1 Système Global

Le système de transmission de l'eau traitée sera composé d'un réservoir de stockage de l'eau traitée, d'une station de pompage de transmission de l'eau traitée et d'une conduite de transmission de l'eau traitée comme illustré sur la Figure 4.8.1.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.8.1 Système de transmission d'eau produite

4.8.2 Réservoir d'Eau de l'usine de Dessalement

Dans plusieurs cas d'usines de production d'eau, l'eau traitée est stockée dans un/des réservoir(s) avant d'être transmise ou distribuée dans le réseau d'approvisionnement en eau. La fonction de tels réservoirs est d'amortir les écarts entre le taux du débit de la production de l'usine et la demande croissante d'eau. La capacité des réservoirs de stockage pour la fonction de tampon est constituée généralement d'un volume équivalent à la production pour 1 à 2 heures and (par exemple: si la capacité de production est de 100 000 m³/jour, la capacité minimale du réservoir est généralement d'environ 5 000 m³) et quelques réservoirs ont des capacités équivalents à 6 heures de production.

Etant donné que l'eau traitée au niveau de l'usine de dessalement sera transportée directement aux nouveaux réservoirs des Mamelles (10 000 m³ x 1 unité + 15 000m³ + 1 unité, 5 000m³ x 1 unité = 30 000 m³ au total) immédiatement, il n'est pas nécessaire de doter l'usine de dessalement d'un réservoir tampon. La capacité de stockage du tout nouveau réservoir des Mamelles qui recevra l'eau dessalée est de 30 000 m³. Cette capacité de stockage est équivalente au volume de production d'une durée de 72 heures dans l'usine de dessalement de ce fait les nouveaux réservoirs des Mamelles pourront contenir assez d'eau traitée en provenance de l'usine de dessalement pour assurer la fonction de réservoir tampon ..

Ainsi, l'usine de dessalement n'a pas besoin de la fonction de tampon dans ses locaux mais il est prévu d'installer un réservoir d'eau traitée pour l'injection de produits chimiques comme pré-traitement et pour la fonction de forage de pompage pour la station de pompage d'eau traitée. Les produits chimiques à injecter dans le réservoir sont l'hydroxyde de calcium et le chlorure. L'hydroxyde de calcium sera un supplément d'éléments minéraux à l'eau dessalée et pour l'ajustement du Ph. La capacité de stockage du réservoir d'eau traitée est à déterminer afin d'obtenir un temps de contact suffisant avec les produits chimiques. Un réservoir de 2 000 m³ divisé en deux unités est proposé en supposant un temps de contact de 30 minutes.

4.8.3 Station de Pompage de Transmission de l'Eau Traitée

L'eau traitée est stockée dans le réservoir d'eau traitée. A partir du réservoir, l'eau traitée sera refoulée vers les nouveaux Réservoirs des Mamelles via les pompes de transmission d'eau traitée. Le débit de l'eau traitée au niveau de chaque phase est décrit ci-dessous, et déterminé par la capacité nominale de l'usine de dessalement tel qu'expliqué dans la Section 5.1:

- Taux du débit Phase 1 : 53,191 m³/j (voir la Sous-section 5.5.1 pour le calcul du taux du débit)
- Taux du débit Phase 2 : 53.191 m³/j supplémentaire

Les équipements à installer dans la station de pompage sont les suivants :

- Pompes de transmission;
- Démarreurs moteur de 400V;
- Conduite d'aspiration et conduite de rejet ;
- Equipements contre les coups de bélier

4.8.4 Conduite de Transmission de l'Eau Traitée Produite

Comme décrit sur la Figure 4.8.1, la conduite de transmission d'eau dessalée transporteront transféreront l'eau traitée produite à partir de l'usine de Dessalement. La conduite sera connectée au système de transmission existant qui assure actuellement le transport de l'eau du point B vers les réservoirs des Mamelles. La connection au système de transmission existant permettra le stockage de l'eau traitée au niveau des Nouveaux Réservoirs des Mamelles (5000, 10 000 et 15 000m³).

Afin d'atténuer les risques liés à un arrêt total du système de transmission, le système de transmission d'eau traitée sera doté d'une conduite indépendante pour chaque phase, les deux conduites seront construites dans les phases respectives. La longueur de chaque linéaire de conduite est supposée être de 0,6 km et avec un diamètre de 800 mm. Le type matériau de la conduite sera en fonte ductile. Le calcul hydraulique pour la conduite de transmission de l'eau traitée sear présenté dans l'Annexe 4.3

4.9 Étude sur les Ouvrages Supplémentaires de l'Usine de Dessalement

(1) Poste et ligne électrique provenant d'un réseau externe

Comme expliqué dans la Sous-section 4.4.3, l'usine de dessalement d'eau de mer des Mamelles sera alimentée par la ligne électrique existante de 90 kV. La capacité de puissance électrique requise pour l'usine de dessalement d'eau de mer, y compris les pompes de transmission d'eau de mer a été calculée comme étant de 26 MW sur la base de la capacité de production maximale de 100 000m³/jour. La capacité du poste électrique pour l'usine de dessalement est établie comme suit:

Phase 1	: 13MVA
Phase 2	: 26MVA

(2) Groupe Électrogène de Secours

Dans la lettre de requête d'assistance financière du Gouvernement du Sénégal au Gouvernement du Japon pour le Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles, émise en juillet 2013, un groupe électrogène pouvant couvrir toutes les unités de traitement a été inclus dans le Projet. Ce plan émane de la préoccupation de la SONES à savoir qu'une source d'énergie fiable ne soit pas disponible au niveau de l'usine.

Comme expliqué dans la Sous-section 4.4.3, l'Équipe d'Étude de la JICA considère toutefois que l'usine de dessalement sera en mesure de recevoir une puissance électrique suffisante et stable de la SENELEC. En outre, un groupe électrogène pour couvrir toutes les charges électriques la mise en service de l'usine de dessalement s'élèvera à environ 12 milliards de F CFA (soit 2,4 milliards de Yens) tout en supposant une capacité nécessaire en 1ère phase de 13 MW.

Compte tenu du coût extrêmement élevé du groupe électrogène et de la fiabilité attendue de la source d'alimentation de 90 KV de la SENELEC, il est conclu que le groupe électrogène de secours sera prévu de sorte qu'il puisse sécuriser l'alimentation électrique des équipements auxiliaires que les suivants :

- Éclairage en cas d'urgence;
- Équipements et instruments de surveillance ;
- Appareils de ventilation et de climatisation.

En cas de coupure d'électricité, la production d'eau de l'usine de dessalement sera suspendue.

Cependant, les Nouveaux Réservoirs des Mamelles, qui ont une capacité totale de stockage de 35.000 m³/jour, pourront continuer l'approvisionnement en eau pendant plusieurs heures afin de satisfaire la demande en eau dans sa zone de distribution. L'actuelle consommation d'eau dans la zone de distribution des Nouveaux Réservoirs des Mamelles est de 70 000 m³/jour, ce qui représente le débit réel refoulé par la Station de Pompage du point B aux Réservoirs des Mamelles. Considérant la capacité de stockage et les besoins en eau dans la zone de distribution, les réservoirs peuvent assurer l'approvisionnement en eau pendant plus de cinq heures, si la moitié de la valeur de la capacité de stockage de l'eau est contenue dans les réservoirs en cas de coupure d'électricité. Ceci est également

une des raisons pour lesquelles l'investissement très onéreux pour l'acquisition du groupe électrogène afin d'assurer la continuité du service de production d'eau ne sera pas nécessaire.

(3) Système de Récupération de l'énergie à partir de l'écoulement gravitaire des Saumures

Étant donné que la saumure extraite de l'usine de dessalement de l'eau de mer dispose d'une énergie potentielle de 40m de charge hydraulique, il sera possible de générer de l'électricité. Les spécifications techniques de la turbine pouvant être utilisée sont établies comme suit.

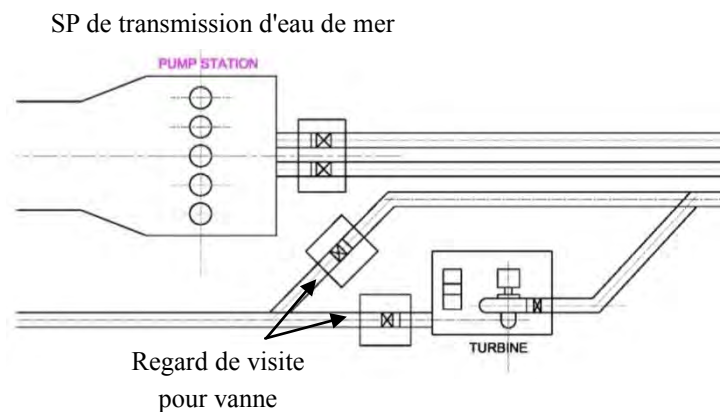
- Type de turbine : Turbine Francis à arbre horizontal (capacité totale des deux phases)
- Débit : 151000 m³/j en Phase 2
- Charge Actuelle : 40 m
- Pertes de charges linéaires et singulières : 20 m
- Charge effective : 20 m
- Puissance générée : 260 kW
- Nombre d'unité : 1 unité

Le possible plan d'implantation de la

Turbine de la station est présenté sur la Figure 4.9.1. La superficie requise pour la construction de la turbine de la station est d'environ 100 m² en outre, deux regards de visite pour vannes de 20 m² seront nécessaires. Ces ouvrages seront situés à côté de la station de pompage de transmission d'eau de mer.

D'autre part, la station de turbine présente un risque d'influences négatives sur l'usine de dessalement. ,

Les difficultés techniques dans la conception et l'O&M de l'usine de dessalement et de la turbine sont décrites dans le Tableau 4.10.1.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.9.1 Plan d'Implantation des Stations de Turbine pour la récupération de l'Énergie provenant des Saumures

**Tableau 4.9.1 Influences causées par l'Installation de la Turbine au niveau l'Usine de
 Dessalement**

Problème	Phénomène	Résultats inverses causés par le problème
Arrêt d'urgence lorsque la turbine tombe en panne	Développement du coup de bélier dans la conduite	Fluctuation de la surface d'eau au niveau du bassin de rejet de saumure
Il est nécessaire d'installer un système de by-pass pour changer la direction de l'écoulement lorsque la turbine ne fonctionne pas	Le rejet est limité pendant les travaux de réparation	La capacité du bassin de rejet des saumures nécessite une extension afin d'éviter un débordement lorsque le débit de rejet est limité.
La pression du rejet de la turbine varie en fonction du niveau de la marée et des vagues de l'océan	La génération de la turbine varie dans un cycle court.	L'actuelle valeur devient instable en raison de la pression de rejet fluctuante de turbine. Il est difficile de garder les performances de génération de la turbine en raison de l'état instable du régulateur de turbine.
Saumures	Corrosion et encrassement de sel au niveau du régulateur de turbine.	Une maintenance régulière et le renouvellement des pièces seront nécessaires. Les risques de panne deviennent élevés.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Bien que l'électricité produite par la turbine (260 kW) équivaut à seulement 1 % de la capacité de charge de toute l'usine. L'installation de la turbine comporte plusieurs difficultés techniques comme présenté dans le Tableau 4.9.1. En plus, le terrain pour la station de pompage de transmission d'eau de mer est si limitée que l'installation de la turbine générera un coût additionnel pour les travaux de préparation du terrain. Par conséquent, il est a été conclu que la construction de la station de turbine n'était pas faisable.

4.10 Étude sur la Nécessité de l'Amélioration du Réseau de Distribution

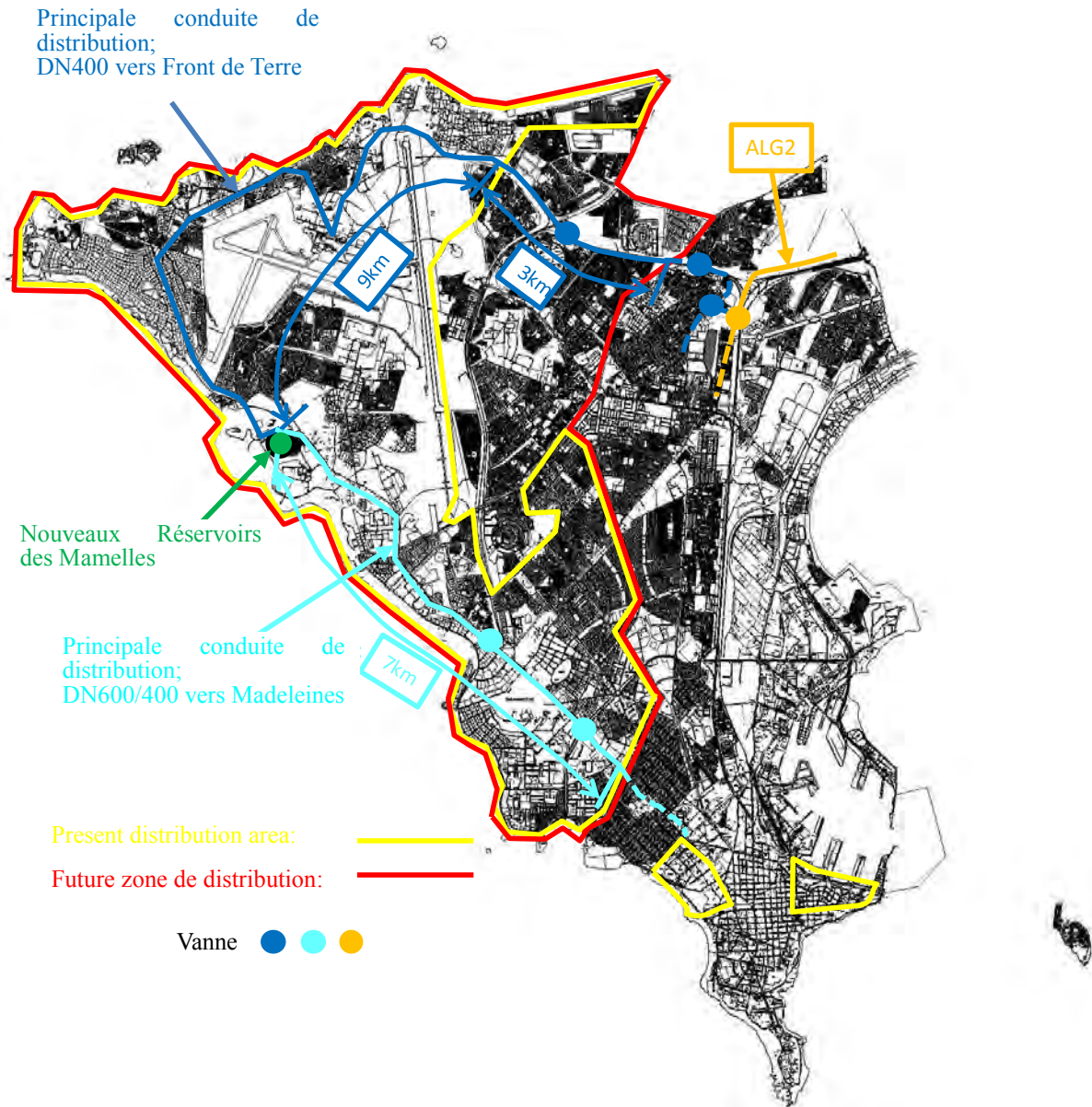
Dans le but de maximiser les retombées du Projet de construction de l'Usine de Dessalement d'eau de mer par Osmose Inverse aux Mamelles, l'Équipe d'Étude de la JICA propose le renouvellement des conduites de distribution afin de réduire les pertes d'eau, d'améliorer la pression de l'eau et de garantir un service d'approvisionnement en eau de 24 heures dans la zone de distribution de l'usine de dessalement.

(1) Réseau de distribution actuelle de l'Usine de Dessalement par Osmose Inverse aux Mamelles

L'eau traitée de l'usine de dessalement sera distribuée à travers les nouveaux réservoirs des Mamelles. L'actuel réseau de distribution des nouveaux réservoirs des Mamelles n'est pas déterminé, car le réseau alimenté par ces réservoirs n'est pas totalement indépendant de l'ensemble du réseau. Toutefois, la SONES et la SDE contrôlent principalement la zone de distribution en utilisant des vannes clés se trouvant dans les conduites principales de distribution. À partir du mode de fonctionnement habituel de ces vannes, la zone de distribution actuelle du nouveau réservoir des Mamelles était estimée approximativement comme illustré dans la Figure 4.10.1.

(2) Zone de distribution future de l'Usine de Dessalement par Osmose Inverse aux Mamelles

Après la construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles, la SONES envisage d'étendre la zone de distribution du nouveau réservoir des Mamelles comme illustrée dans la Figure 4.10.1. Actuellement, la zone d'extension prévue reçoit l'eau à partir de l'ALG2, la conduite d'adduction venant de l'UTE de KMS2. Toutefois, en vue d'approvisionner suffisamment en eau à partir de KMS2 au Point B (Usine de pompage du point B), la SDE est contrainte de limiter le débit à la zone d'extension prévue, en contrôlant la vanne reliant l'ALG2 à cette zone. La SONES et la SDE envisagent d'échanger les sources d'eau de la zone de KMS2 vers l'usine de dessalement d'eau de mer par OI aux Mamelles en fermant la vanne dans le branchement et en ouvrant à l'inverse la vanne dans la principale conduite de distribution DN400 de Front de Terre.



Source: Équipe d'Étude de la JICA, données fournies par la SDE/SONES

Figure 4.10.1 Actuelle et Future Zone de Distribution du Groupe des Nouveaux Réservoirs des Mamelles

- (3) Situation actuelle des services d'approvisionnement en eau dans l'aire de distribution de l'usine de dessalement par osmose inverse aux Mamelles

Comme expliqué dans la Section 3.7, le réseau de distribution d'eau dans la région de Dakar comporte plusieurs insuffisances et le réseau dans la zone de distribution actuelle et future de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par OI aux Mamelles n'en demeure pas une exception. Ces insuffisances sont énumérées ci-dessous ;

- Comme expliquée dans la Sous Section 3.4.10, la zone de Dakar 1 enregistre le pire taux et volume d'ENF de la région de Dakar et les situations des pertes d'eau s'empirent. Le réseau de

distribution d'eau dans la zone de distribution de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par OI aux Mamelles aura les mêmes conditions.

- Comme expliquée dans la Sous-Section 3.4.9, la pression de l'eau dans le réseau de distribution dans la Région de Dakar risque de trop baisser dans quelques zones spécialement aux heures de pointe de la consommation en eau. Les résultats de l'Enquête de Référence Sociale expliqués dans la Sous-section 3.3.2 ont montré que les zones de distribution actuelles et futures de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par OI aux Mamelles, qui sont les secteurs de Yoff, Grand Dakar, et Sicap Liberté et une partie du secteur de Dakar Plateau, rencontrent les mêmes problèmes.
- D'après les résultats de l'Enquête de Référence Sociale, le secteur de Front de Terre qui est hors de la zone de distribution de l'Usine de Dessalement aux Mamelles présente le plus faible niveau de service dans la Zone de Dakar 1. Ce faible niveau de service découle la réception directe d'eau de l'ALG2. Si la zone de distribution d'eau de l'Usine de Dessalement est élargie, le service d'approvisionnement en eau nécessaire de cette zone pourrait être amélioré en raison de la réduction du volume d'eau de l'ALG. Cela permettra d'améliorer le niveau du service du secteur de Front de Terre. ,.

- (4) Nécessité de renouvellement des conduites de distribution défectueuses pour réduire les pertes d'eau

Comme décrit dans la Sous-Section 3.4.10, les situations des pertes en eau où le volume d'ENF dans la zone de Dakar 1 sont pires comparées à d'autres zones de la région de Dakar. Toutes les indices des pertes en eau tel que le taux d'ENF, le volume d'ENF et l'IPL décrivent les pires situations dans la zone de Dakar 1 et révèlent que les situations s'empirent chaque année. La perte d'eau quotidienne dans la zone de Dakar 1 en 2014 était de 42000 m³. Cela dépasse la capacité de production de l'UTE de Ngnith (40.000m³/jour) et demeure supérieur à la capacité totale de stockage des Réservoirs de Mamelles. En l'état actuel, si l'usine de dessalement venait à être construite, la grande quantité de l'eau traitée dans l'usine se verrait perdue avant d'être servi aux usagers. Cela va compromettre l'avantage du projet du point de vue du rapport coût-efficacité et de la satisfaction de la demande en eau.

Le volume ENF dans la zone de Dakar 1 a été selon le contrat de performance entre SONES et SDE, 85 % des recettes d'eau ou 15 % du volume ENF donné comme une valeur d'indice de services d'approvisionnement en eau, Dans la zone de Dakar 1 le ratio d'ENF était de 20% et a connu une hausse jusqu'à atteindre les 26,9 % en 2014. L'Equipe d'Etude de la JICA considère que 15% peut être une cible trop exagérée et propose que 20 % du volume ENF soit la cible minimum de la réduction de perte d'eau à atteindre d'abord.

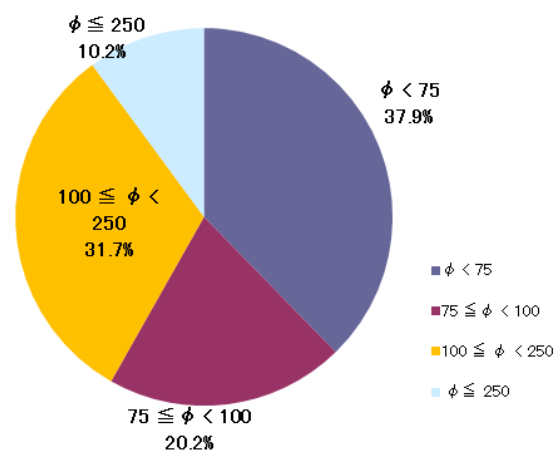
Dans la Région de Dakar, tous les branchements disposent d'un compteur. En plus, il a été rapporté que la région n'est pas une zone qui enregistre beaucoup de branchements clandestins. Dans ces situations, la fuite d'eau provenant de vieux réseaux de distribution et de branchements sont

soupçonnés d'être la principale cause de la perte d'eau. L'Équipe d'Étude de la JICA propose le renouvellement de toutes les conduites de distribution et branchements âgés de 40 ans ou plus.

Plus d'informations sur le remplacement des conduites pour réduire les pertes d'eau seront disponible dans la Sous-section 5.10.

- (5) Nécessité de renouvellement des conduites de distribution de petit diamètre pour améliorer la pression de l'eau

Selon la SONES la pression d'eau minimale ciblée est de 0,1 MPa à la fin de la réalisation des branchements aux services .Mais cette valeur n'est pas atteinte dans les grandes zones de la région de Dakar. La pression d'eau insuffisante est un des défauts du service d'approvisionnement en eau dans la région de Dakar. Selon le résultat de l'enquête de référence sociale effectuée par l'Équipe d'Étude de la JICA, 63,3 % des répondants ont avancé que la pression de l'eau était faible ou régulièrement faible. Plus de 31,7% des répondants ont avancé qu'ils n'étaient pas approvisionnés en eau de manière continue par les services. Il est considéré que dans de nombreux cas la rupture de l'approvisionnement en eau est causée par la faible pression de l'eau qui est fréquente durant les heures de pointe de la demande. Donc la faible pression de l'eau est considérée comme le principal problème auquel le réseau de distribution de l'eau dans la région de Dakar est confronté.



Source:Équipe d'Étude de la JICA, données fournies par la SDE

Figure 4.10.2 Composition duDiamètrede la Conduite dans la Zone de Dakar 1

L'Équipe d'Étude de la JICA considère que la faible pression de l'eau est due à la faible capacité des conduites de distribution. 37,9% des 1064,9 km de la longueur totale du réseau de distribution dans la zone de Dakar 1, concerne les conduites de moins de 75 mm de diamètre et 58,1% concerne les conduites de moins de 100 mm comme montré sur la Figure 4.10.2. En général, les systèmes d'approvisionnement en eau en milieu urbain dans les pays en voie de développement et les pays développés n'utilisent pas les conduites de moins de 75 mm quand de nouvelles conduites sont installées dans la zone de distribution. Cependant dans la zone de Dakar 1 le ratio de telles conduites de petits diametre (conduites de moins de 75 mm) representent plus de la moitié des conduites présentes dans le réseau de distribution

L'Équipe d'Étude de la JICA propose que les conduites de diamètre inférieur à 70 mm ayant 30 ans d'âge de service ou plus soient remplacées par des conduites de diamètre de plus grand diamètre. D'amples informations sur le remplacement des conduites de distribution de la pression de l'eau, y compris les critères d'amélioration du diamètre des conduites à remplacer, seront fournies dans la Section 5.10

- (6) Nécessité d'installation des principales conduites de distribution a partir du Nouveau Réservoir aux Mamelles

Comme décrite sur la Figure 4.10.1, il y a deux (2) principales conduites de distribution à partir du Nouveau Réservoir aux Mamelles, qui sont DN400 de Front de Terre et DN600 vers Madeleines. Les ratios du débit de ces principales conduites de distribution, mesurés au déversoir des nouveaux réservoirs des Mamelles sont présentés dans le Tableau 4.10.1.

Tableau 4.10.1 Débits dans les Principales Conduites de Distribution du Nouveau Réservoir aux Mamelles en 2014

Unité: m/s

		Fév. 2014	Mars 2014	Avril 2014	Mai 2014	Max
DN400 vers Front de Terre	Moyenne	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7
	Max	2,6	2,9	2,6	2,9	2,9
DN600 vers Madeleines	Moyenne	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
	Max	2,1	2,1	2,0	1,9	2,1

Source: Équipe d'Étude de la JICA, données provenant de la SDE

Généralement est dit que le débit maximum admissible dans une conduite de distribution est de 3 m/s. En outre, il est préférable que le débit moyen soit à moins de 2 m/s pour éviter les dommages physiques sur les conduites par l'alimentation de l'énergie. En prenant en compte cette norme commune, la DN400 existant vers Front de terre est presque saturée du fait des conditions actuelles du débit, même si l'actuelle DN600 n'est pas encore dans la même situation. Etant donné que la zone des nouveaux réservoirs des Mamelles fera l'objet d'une extension comme monté dans la Figure 4.10.1, de toute évidence il est nécessaire de renforcer la DN400 existante. L'Etude propose d'installer de nouvelles conduites principales de distribution DN700 parallèle à la DN400 existante comme présenté dans la Figure 4.10.1. La conception des nouvelles conduites principales de distribution sera expliquée dans la section 5.1

- (7) Longueur proposée des conduites de distribution à renouveler et à remplacer

- 1) Zone cible des travaux d'amélioration du réseau de distribution

L'eau traitée en provenance de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles sera distribuée aux réseaux de distribution existant qui ont fait l'objet d'extension depuis les nouveaux réservoirs des Mamelles existants. Les conduites de distribution existantes sont la DN400 allant vers le Front de Terre et la DN600/400 allant vers les Madeleines. Ces principales conduites de distribution ne sont pas indépendantes des zones de desserte des autres réservoirs et de la station des stations de pompes. Pratiquement les zones d'affectations des nouveaux réservoirs Mamelles changent constamment en fonction de la pression de l'équilibre de la pression dans le réseau de distribution d'eau.

Face à cette situation l'Équipe d'Étude de la JICA, propose que l'amélioration de réseau de distribution existant dans le cadre du Projet couvre toute la zone de Dakar 1. Ce plan va contribuer à

une maximisation des bénéfiques de la construction l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI et à la grande contribution du Projet à l'amélioration des conditions de vie des populations de la région de Dakar

- 2) Longueur totale des conduites à renouveler ou à remplacer dans la zone de desserte de l'Usine de Dessalement des Mamelles

Les conduites âgées de 40 ans ou plus, qui entrent dans les critères de renouvellement des conduites pour réduire les pertes d'eau, est estimée à 412km dans la zone de Dakar 1. En outre, l'Équipe d'Étude de la JICA propose que les conduites de moins de 75 mm et âgées de 30 ans ou plus soient remplacées par des conduites de diamètre plus important afin d'améliorer la pression du service d'approvisionnement en eau. Ces conduites dans la zone de Dakar 1 sont de 167 km d'après l'inventaire de la SONES/SDE. La déduction de la longueur en chevauchement des deux catégories de conduites qui représentent celles inférieures à 75mm et supérieures ou égales à 40 ans d'âge. Le linéaire proposée de conduites à renouveler ou à remplacer pour l'amélioration du réseau de distribution existant est de 442km est dans le Tableau 4.10.3 il est présenté la longueur de conduite à installer concernant les renouvellements et les renforcements.

Tableau 4.10.2 Longueur des Conduites de Distribution à Renouveler

Objectifs	Reduction des pertes d'eau	Amélioration de la pression de l'eau	Amélioration de la capacité d'approvisionnement en eau
Cible du remplacement ou renforcement	Conduite de distribution âgée de 40 ans ou plus de service (renouvellement)	Conduite de distribution de diamètres inférieurs a 75 mm et âgées de 30 ans ou plus (renouvellement)	DN 700 vers Font de Terre (renforcement)
Length	412km	167 km	13.5 km
	442 km*		

*: Etant donné qu'il ya un chevauchement entre les conduites à renouveler pour la réduction des pertes d'eau (412 km) et l'amélioration de la pression de l'eau (167 km), parce que la longueur totale (km) n'est pas la simple somme de la longueur de chaque objectif.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

- (8) Installation des pompes de surpression et sectorisation du réseau de distribution

La SONES / SDE est entrain de réaliser un suivi régulier de la pression de l'eau dans certains points du réseau de distribution. Certains des points de contrôle représentent les emplacements fixes et les autres les emplacements temporaires. Grace au suivi, la SONES / SDE parvient à identifier les zones ou il existe des perturbations au niveau des services d'approvisionnement en eau dans la zone de Dakar1,d ont la plupart sont causées par la pression d'eau insuffisante. En superposant les emplacements de ces zones et les contours, on observe que les zones de haute altitude ont tendance à souffrir des perturbations des services d'approvisionnement en eau du fait de la pression d'eau insuffisante. Dans le cadre du Projet afin d'améliorer les services d'approvisionnement en eau dans ces zones de haute altitude, l'Étude propose d'installer les pompes de surpression. Ce plan sera expliqué dans la Section 5.10.

Dans le cadre du Projet, en plus des pompes de surpression, l'Équipe d'Étude JICA propose de réaliser la « sectorisation » du réseau de distribution existant ou la configuration des quartiers équipés de compteurs. Combinée aux travaux de renouvellement des conduites détériorées et des conduites de distribution de petit diamètre, la sectorisation permettra d'atteindre une bonne gestion des pertes d'eau et de la pression d'eau. Ce plan sera également expliqué dans la Section 5.10.

4.11 Principales Caractéristiques du Projet

Sur la base des études mentionnées précédemment, la portée générale du Projet est planifiée comme présentée dans le Tableau 4.11.1. Le plan d'implantation global du Projet, n'incluant pas l'amélioration du réseau de distribution est présenté dans la Figure 4.11.1.

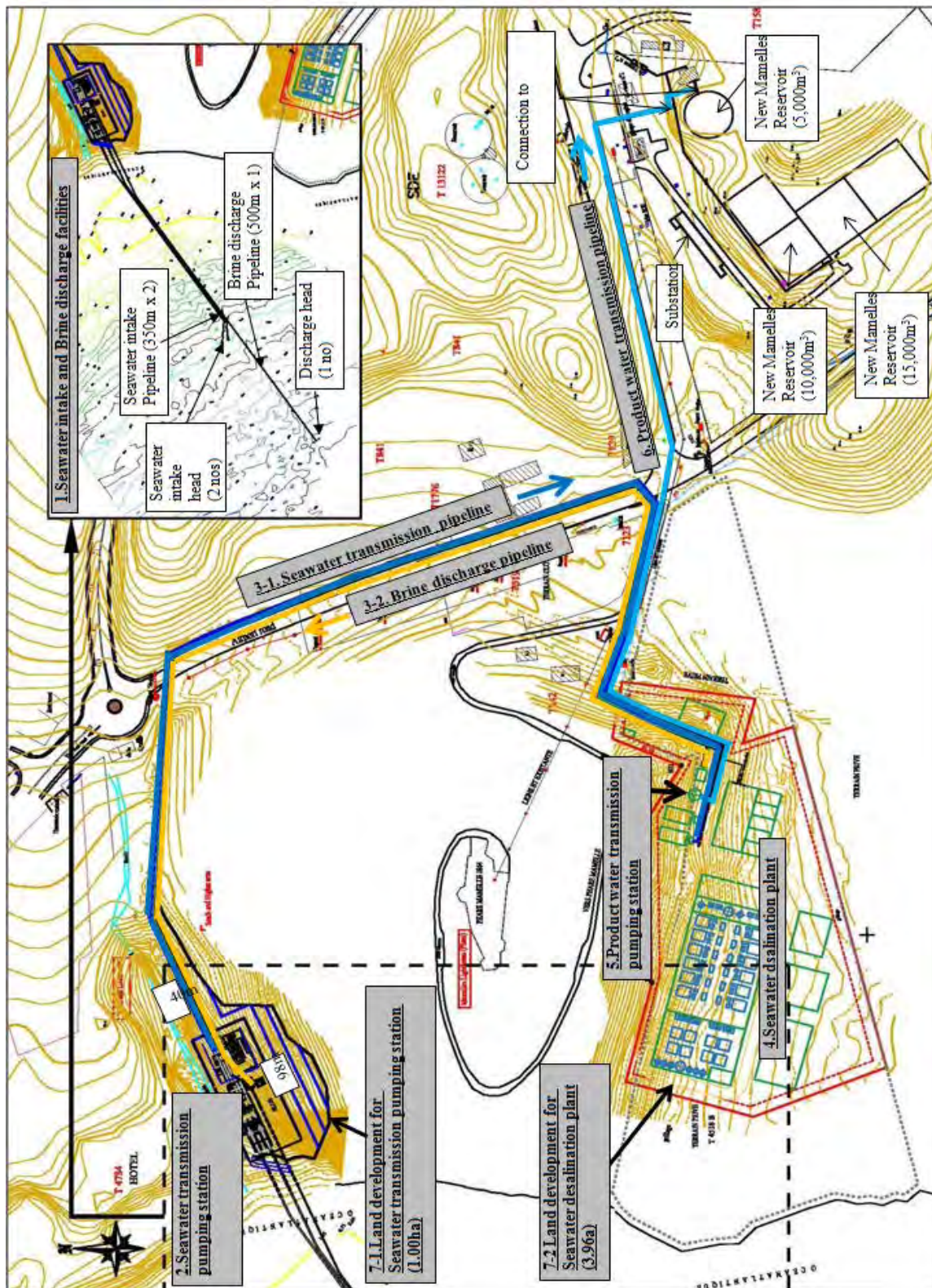
Tableau 4.11.1 Portée Générale du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles

Désignation	Spécification
I. Ouvrages de dessalement d'eau de mer	
1. Ouvrages de prise d'eau de mer et de rejet de saumures	
Prise d'eau de mer	Prise d'eau profonde Conduite de prise d'eau de mer: D = 1,200 mm, L = 350 m x 2 conduites, PHD* ¹
Rejet de saumures	Rejet de saumure en eau profonde Emissaire de rejet: (du regard de vanne à la tête de rejet D = 710 mm, L = 500 m* ² , PHD* ¹
2. Station de pompage de transmission d'eau de mer	Pompe vertical à vitesse mixte C = 44,83 m ³ /min (64 560 m ³ /jour), H = 62 m, 3 unités comprenant une de réserve
3. Conduite de transmission d'eau de mer et émissaire de rejet de saumure	
Conduite de transmission	D = 1 100 mm, L = 1,01 km x 2 conduites, Acier Revêtu pour les services d'eau
Emissaire de rejet Regard de vanne de l'Usine de Dessalement	D=1 000mm, L=0,96km, Acier Revêtu pour les services d'eau
4. Usine de dessalement d'eau de mer	C = 53 191 m ³ /jour, Taux de récupération: 45% Procédé d'Osmose Inverse (OI) Comprenant un poste électrique (90 kV/30 kV, 13 MVA)
5. Station de pompage de transmission d'eau traitée	Pompe horizontale à double aspiration C = 18,47 m ³ /min (26 600 m ³ /jour), H = 22 m, 3 unités comprenant 1 de réserve
6. Conduite de transmission d'eau traitée	Fonte ductile, ø800 mm, 0,63 km Conduite en fonte ductile
7. Aménagement du terrain prévu pour les sites de l'usine	4,96 ha (1,00 ha: station de pompage de transmission d'eau de mer) (3,96 ha: usine de dessalement)
II Amélioration du réseau de distribution	<ul style="list-style-type: none"> - Installation de la principale conduite de distribution (D700, L = 13,5 km) - Renouvellement des conduits de distribution existantes (Zone de desserte de l'Usine de Dessalement des Mamelles: D75 – D700, L = 242,7 km) - Renouvellement des conduits de distribution existantes (Zone de Dakar à l'exception de la zone de desserte de l'Usine de Dessalement des Mamelles: D75 – D700, L = 198,6 km) - Renouvellement des branchements au service, connectés à partir des conduites de distribution à renouveler et des compteurs d'eau - Station de Pompage de surpression; 3 emplacements - Sectorisation du réseau de distribution

*1 PHD: Polyéthylène Haute Densité

*2 Longueur basée sur les résultats de l'analyse de diffusion de la saumure mentionnés dans le Chapitre 5

Source: Équipe d'Étude de la JICA



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 4.11.1 Plan d'Implantation du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles

CHAPITRE 5 CONCEPTION PRÉLIMINAIRE DU PROJET

5.1 Conception de l'Usine de Dessalement

5.1.1 Conditions de Conception

(1) Capacité nominale

La capacité de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles est calculée comme décrit dans le Tableau 5.1.1. La capacité brute du perméat de l'usine pour chaque Phase est calculée sur la base de la capacité ciblée, de la disponibilité de l'usine et de la consommation interne d'eau.

Le taux de disponibilité de l'Usine de Dessalement par OI des Mamelles a été fixé à 94 % sur la base des pratiques communes des usines de dessalement au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Parfois, les usines de dessalement par OI ont besoin de suspendre une partie ou la totalité de leur fonctionnement dans le cas où les unités réserves d'OI ne peuvent plus recouvrir leur capacité de conception. De tels cas auront besoin d'être planifiés et de même les événements (interventions) inattendus comme l'inspection annuelle des ouvrages de prise d'eau mer, les travaux majeurs de maintenances qui nécessitent une suspension de l'exploitation, et les défaillances simultanées survenues sur plusieurs unités de traitements etc. Dans le but d'atteindre une production annuelle moyenne ciblée de 50,000 m³/jour, la capacité nominale de l'usine de dessalement devra prendre en compte un surplus de capacité de 6 % en plus sa capacité nette.

La consommation interne d'eau est principalement dérivée des utilisations de l'eau pour les solutions ou dilutions des produits chimiques, le rinçage des membranes d'Osiose Inverse, nettoyage sur place (NSP) des membranes UF et l'utilisation interne d'eau potable.

Tableau 5.1.1 Capacité de l'Usine de Dessalement aux Mamelles

Capacités de l'Usine	Unité	Phase 1	Phase 1&2
Capacité journalière ciblée (nette)	m ³ /j	50 000	100 000
Capacité annuelle ciblée (nette)	m ³ /a	18 250 000	36 500 000
Taux de Disponibilité	%	94	94
Capacité Nominale en Eau (CNE) par jour	m ³ /j	53 191	106 382
Capacité Nominale en Eau (CNE) par heure	m ³ /h	2 216	4 433
Taux de Consommation Interne (relative à la CNE)	%	0,5	0,5
Consommation Interne (relative à la CNE)	m ³ /j	266	532
Capacité Brute de Perméat par jour	m ³ /j	53 457	106 914
Capacité Brute de Perméat par heure	m ³ /h	2 227	4 455

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(2) Qualité de l'eau

La conception de la qualité de l'eau brute et la qualité de l'eau traitée ciblée du Projet sont décrites dans le Tableau 5.1.2.

Les valeurs de la conception de la qualité de l'eau brute sont préparées sur la base des résultats des tests de qualité de l'eau de mer réalisés en Mars et Juin 2015 dans le cadre de l'Étude.

Concernant la qualité ciblée de l'eau traitée, les valeurs ont été fixées dans le but de respecter les Lignes Directrices de l'OMS en matière d'eau potable, lesquelles sont appliquées par la SONES étant donné qu'il n'existe pas de normes spécifiques sur la qualité de l'eau potable au Sénégal. En plus, des paramètres spécifiques dans les Lignes Directrices de l'OMS, l'Indice de Saturation de Langelier, lequel est un indicateur qui évalue l'agressivité de l'eau pouvant causer la corrosion des conduites métalliques, est considérée comme étant l'un des paramètres cibles de la qualité de l'eau.

Comme la conception de la qualité de l'eau brute a été déterminée sur la base des résultats de tests obtenus sur une période limitée au cours de l'Étude, la SONES se chargera de réaliser des analyses de qualité de l'eau de mer sur une période d'une année. Les résultats de ces analyses seront utilisés dans les Termes de Références de l'Appel d'Offres International qui sera lancé pour la sélection de l'Entrepreneur EPC qui effectuera la conception détaillée.

Tableau 5.1.2 Conditions de Conception de la Qualité de l'Eau de l'Usine de Dessalement aux Mamelles

Paramètre	Unité	Conception de la qualité de l'eau brute	Valeurs guides l'OMS en matière d'Eau Potable Quatrième Édition	Qualité ciblée de l'eau traitée
Température	°C	15-30	-	-
pH	-	7.9-7.8	6,5–8,5	6,5 – 8,5
Conductivité	µS/cm 20°C	50 600-50 700	-	< -
Total de solides dissous	mg/l	32 000-36 000	< 1 000	< 1 000
Chlorure	mg/l	19 107	< 250	< 250
Sulfate	mg/l	3 010	< 500	< 500
Dureté	as mg CaCO3/l	6,7	< 200	80 - 200
Sodium	mg/l	10 830	< 200	< 200
Fluorure	as mg F/l	0,4	< 1,5	< 1,5
Bore	mg/l	<5,0	< 2,4	< 2,4
Turbidité	NTU/JTU	0	< 1,0	< 1,0
Chlore libre	mg/l	0	-	1,0 – 1,5
Indice de Saturation de Langelier (LSI)	-	-	-	0 - 1

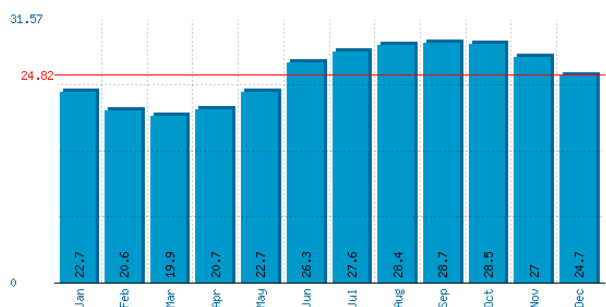
Source: Équipe d'Étude de la JICA

Les configurations des conditions pour les principaux paramètres dans la conception de la qualité de l'eau sont expliquées ci-dessous:

1) Température de l'eau

La température de l'eau de mer mesurée en Février et Juin 2015 variait entre 15 à 25 (°C).

D'autre part, selon les données de la National Oceanic and Atmospheric Administration (ci-après désignée « NOAA »), qui mène des



Source : <http://www.seatemperature.org/africa/senegal/dakar.htm>

Figure 5.1.1 Température de l'Eau de Mer dans la Région de Dakar

relevés quotidiens par satellite, l'eau de mer de la Région de Dakar a une température minimale moyenne de 19,9 °C et une température maximale moyenne de 28,7°C comme présenté dans la Figure 5.1.1.

En examinant l'ensemble des données ci-dessus et tenant compte de la possible fluctuation horaire dans une plus large gamme, l'Équipe d'Étude de la JICA a fixé la conception de la température de 15 °C à 30 °C.

2) Total de solides dissous (TDS)

TDS est un facteur clé impactant directement sur la consommation d'énergie. La valeur de TDS est préparée sur la base des résultats des tests de l'eau de mer prélevée pendant la saison sèche, vu que la zone des Mamelles ne possède pas de grandes rivières pouvant impacter sur la qualité de l'eau au point de prise.

3) Bore

Les tests de la qualité de l'eau de mer montrent indiquent que le niveau du bore est d'environ 4,0 ppm. Pour les calculs de la conception préliminaire de l'usine, une concentration de 5,0 ppm est prise en compte afin de refléter une base de conception raisonnable. La concentration du bore pour l'eau traitée est tirée des Lignes Directrices de l'OMS en matière d'eau potable qui établissent la limite maximale à 2,4 ppm.

4) Strontium

L'eau de mer brute autour du point prévu pour la prise contient du strontium plus élevé que le niveau standard d'eau de mer. Le strontium pourrait favoriser un entartrage sur les membranes d'osmose inverse. Par conséquent, un agent inhibiteur d'entartrage sera dosé et injecté en continu dans l'eau d'alimentation des membranes d'osmose inverse pour empêcher l'entartrage de bore et les autres entartrages additionnels des autres composés.

5) Dureté de l'eau

L'eau dessalée par membrane d'osmose inverse ne renferme pas beaucoup de minéraux, et respecte ainsi la valeur guide dictée par les normes de l'OMS. Toutefois, la dureté de 80 mg/L est conçue comme valeur minimale pour produire sa valeur en tant qu'eau potable.

L'eau contenant la dureté de plus de 120 mg/L est généralement appelée eau dure. Dans le cas de la norme japonaise, la dureté de 10 mg/L à 100 mg/L est recommandée en termes du goût de l'eau.

6) Indice de Saturation de Langelier

L'Indice de Saturation de Langelier (LSI) est un paramètre qui indique l'agressivité de l'eau pouvant provoquer la corrosion des conduites métalliques. Une valeur absolue de LSI élevée indique une eau de forte agressivité. Toutefois, si la valeur est positive, un film de protection en carbonate de calcium sera formé à l'intérieur des conduites.

Selon les normes d'eau potable en vigueur au Japon, la valeur de LSI de -1 à 0 est recommandée. Bien que la valeur positive soit plus souhaitable que celle négative, les normes japonaises ne peuvent pas forcer la valeur positive aux services d'eau en raison de la générale douceur de l'eau au Japon. Pour l'Usine de Dessalement aux Mamelles, l'Équipe d'Étude de la JICA recommande la valeur de LSI de 0 à 1 pour empêcher la corrosion des conduites et mais aussi la formation d'un film de protection à l'intérieur des conduites.

(3) Situations du Site

Le site de construction de l'usine est situé au côté sud du Phare des Mamelles. Son altitude est de 50 m à 55 m au-dessus du niveau de la mer. Ce site est également en pente du Nord vers le Sud.

La surface du sol est constituée de sables bruns. D'après les études géotechniques, la valeur du nombre de couches N de 2 m à 3 m de profondeur de la surface du sol est supérieur à 20. Les couches rencontrées essentiellement composées d'argiles (y compris du gravier). En dessous, il y'a une couche de basaltes.

La charge maximale des structures devant abriter une usine de dessalement est généralement comprise entre 30 à 35 KN/m² y inclus la charge de tous les équipements. Prenant en compte les conditions géotechnique du site et toutes les structures au niveau de l'usine de dessalement par OI des Mamelles sera implanté sur de larges fondations. Les fondations des structures faibles (legeres) seront construites sur les couches superficielles, tandis que les structures lourdes seront contruites sur la couche de basaltes après excavation des couches superficielles.

Quelques herbes et arbustes sont répandus dans le site et des plantes plus grandes ont été masquées.

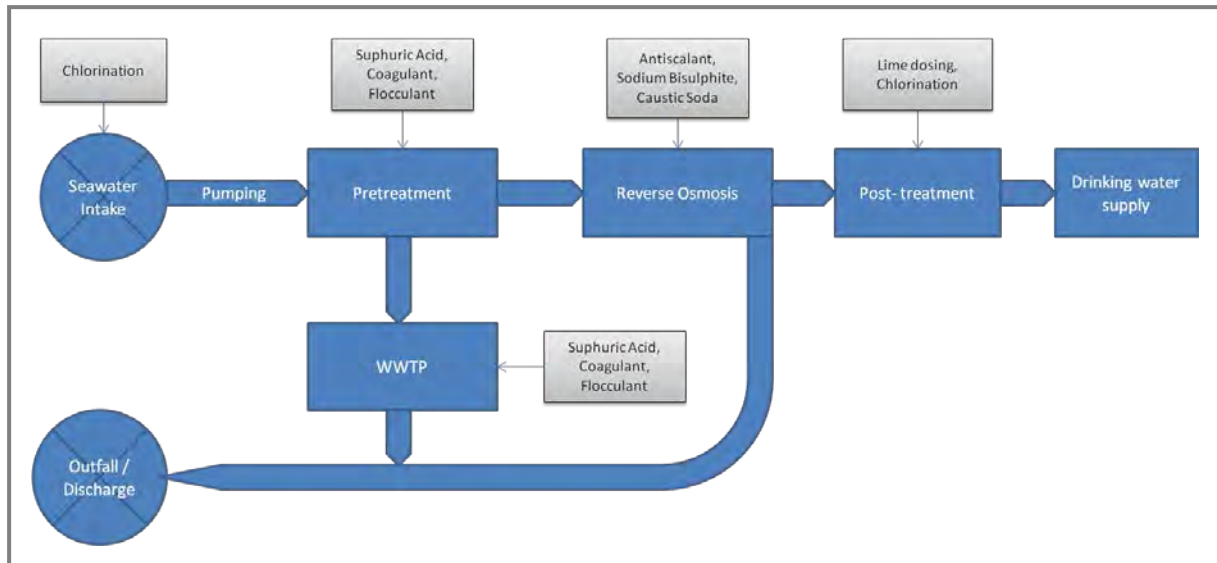


Photo 5.1.1 Situation Actuelle du Site de Construction

(Côté gauche: Vue panoramique, Côté droite: Surface du sol et quelques plantes)

(4) Procédé de traitement

Le diagramme d'ensemble de l'usine est présenté dans la Figure 5.1.2. Dans l'usine, l'eau de mer sera dessalée par les unités d'osmose inverse et comme post-traitement le dosage de minéraux et la désinfection seront réalisés. Les eaux usées produites dans le procédé de pré-traitement seront traitées et rejetées à la mer avec la saumure.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.1.2 Diagramme d'Ensemble de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer

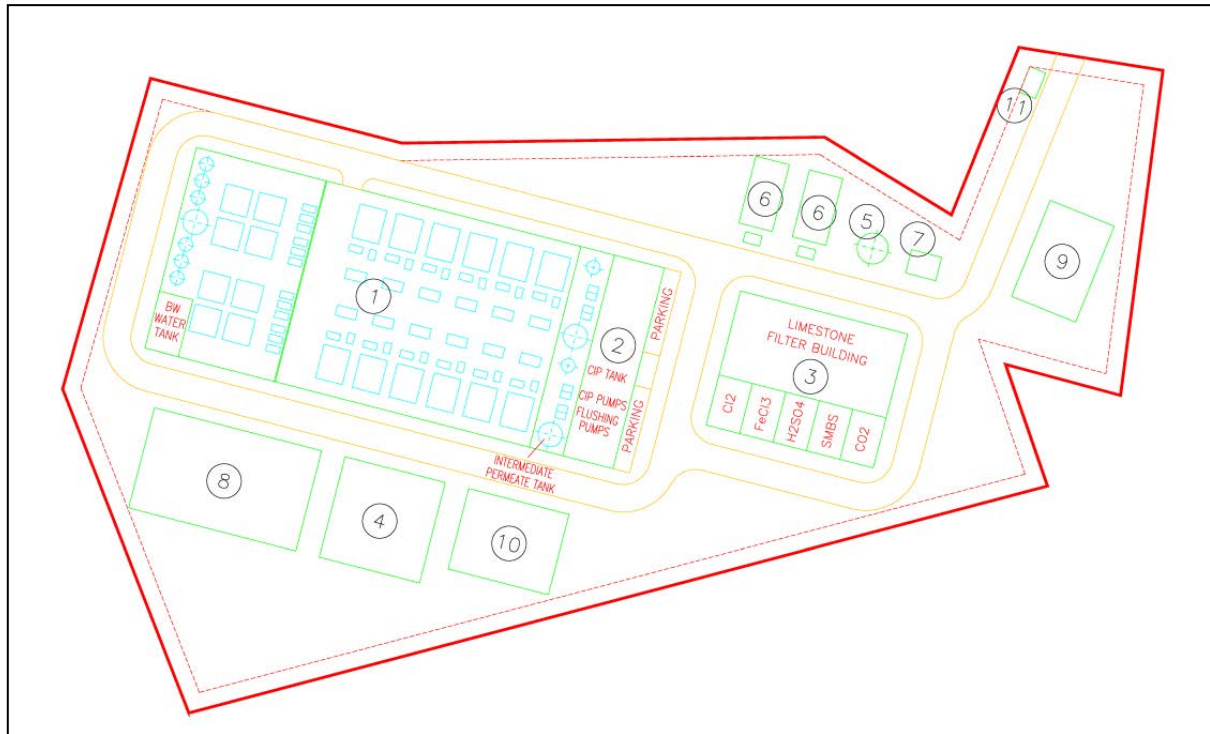
(5) Plant d'Implantation

Le plan d'implantation de l'Usine de Dessalement est illustré dans la Figure 5.1.3. Ce plan d'implantation indique comment l'usine et l'ensemble de son équipement pour les Phases I et II peuvent être disposés sur la surface disponible.

La surface de l'usine sera nivelée en trois niveaux différents et cette approche comporte un avantage relatif aux coûts en raison de l'écoulement de l'eau par gravité comme indiqué ci-dessous :

- + 50 m comprenant les réservoirs de réception, le réservoir d'effluents, le réservoir d'eau traitée et le bâtiment administratif.
- + 46 m comprenant le bâtiment principal renfermant le procédé de traitement et le bâtiment pour le post-traitement.
- + 42 m comprenant le bâtiment de l'unité de traitement des eaux usées, le bâtiment électrique et des commandes et l'atelier.

Les détails concernant chaque bâtiment de l'usine sont indiqués dans le Tableau 5.1.3. Certains bâtiments y compris le bâtiment principal du procédé sont censés être des bâtiments à deux étages.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.1.3 Plan d'Implantation de l'Usine de Dessalement aux Mamelles

Tableau 5.1.3 Liste des bâtiments de l'Usine

	Bâtiments	Explications
1	Bâtiment de Pré-traitement / OI	Ce bâtiment est le bâtiment principal renfermant le procédé de traitement de l'usine. Il comprend: en commençant par le côté gauche, les pré-filtres et réservoirs de produits chimiques, les skids-UF pour les deux phases, suivies des pompes basses pressions pour transporter l'eau vers la section d'OI. Au centre du bâtiment, les trains d'OI sont aménagés. Chaque train inclut une pompe haute pression, une pompe booster et un système de récupération d'énergie. Les installations de rinçages et nettoyages sont installées séparément sur la droite.
2	Bâtiment Électrique Principal & Salle de Contrôle	Cette partie du bâtiment principal est destinée aux équipements électriques nécessaires pour le procédé principal. Au deuxième étage, il y aura la salle de contrôle équipée de fenêtres vers la Zone-OI.
3	Zone du Post-Traitement et des Produits Chimiques	Dans la zone des produits chimiques, le procédé de post traitement sera réalisé. A côté du bâtiment de filtres à calcites, il est prévu d'installer le réservoir de stockage des produits chimiques.
4	Bâtiment de Traitement des Eaux Usées & Boues	Le Bâtiment de Traitement des Eaux Usées & Boues sera conçu pour traiter en commun les Phases 1 et 2. Dans cette zone, tous les flux d'eaux usées telles que chimiques ou huileuses seront traités. Les boues générées seront déshydratées et préparées pour le transport.
5	Réservoir ou Bâche de Stockage de l'Eau Traitée/Station de Pompage d'Eau Traitée	Ce réservoir recevra l'eau traitée et servira de prise pour la pompe d'eau traitée. La pompe de transmission d'eau traitée pompera l'eau traitée vers les Réservoirs existants des Mamelles via les conduites de transmissions.
6	Réservoirs de Réception d'Eau de mer	L'eau pompée à partir des ouvrages de pré-traitement situés sur le site de la plage sera stockée dans ce Réservoir. Sa capacité sera de 2 x 1800 m ³ .
7	Réservoir d'Effluents	Dans ce réservoir, les flux d'eau de mer traitée et les saumures sont mélangés, stockés puis rejetés à la mer.
8	Salle Électrique & Commandes	Ce bâtiment renferme les installations électriques nécessaires au fonctionnement de l'usine.
9	Bâtiment Administratif	Le bâtiment renferme les bureaux pour le personnel administratif.
10	Atelier & Bâtiment de Stockage	Les pièces de rechange seront stockées ici. En outre, la maintenance et la réhabilitation des équipements seront effectuées dans ce bâtiment. Un laboratoire d'analyses d'eau sera construit à côté de ce bâtiment.
11	Entrée Principale / Porte d'Entrée	Poste de sécurité pour les visiteurs et le personnel.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.1.2 Conception du Procédé de Pré-traitement

(1) Nécessité du Pré-traitement

D'après les tests sur la qualité de l'eau réalisés par l'Équipe d'Étude de la JICA, le SDI, qui est une exigence de la qualité de l'eau d'alimentation des membranes d'OI, indique une valeur de limite de 6.7 au niveau de l'emplacement prévu pour la prise d'eau et dépasse fortement la valeur standard de 3 qui est celle recommandée pour l'eau d'alimentation des membranes d'OI. Cependant la mesure de la

turbidité sur ce même emplacement choisie pour la prise donne une valeur inférieure à 1 NTU/JTU. En plus, les filtres de diamètres 0,45 micron utilisés pour le test SDI ont été colorés à plusieurs reprises par les échantillons de l'eau de mer.

Par conséquent, le pré-traitement par coagulation est nécessaire pour flocculer et filtrer les substances fines d'encrassement.

(2) Étude alternative sur le procédé de pré-traitement

En général, trois pré-traitements sont effectués avant le système d'OI: la flottation par air dissous (FAD), le pré-traitement conventionnel et la filtration membranaire de pointe.

Le FAD est adapté à l'eau contenant des contaminants organiques qui flottent et s'enlèvent facilement, cependant, l'eau de mer de la zone des Mamelles contient des substances organiques extrêmement fines.

Toutefois, le FAD est exclu de la liste de sélection et le pré-traitement conventionnel et la filtration membranaire de pointe sont comparés pour le procédé de pré-traitement avant le système d'OI.

1) Pré-traitement conventionnel

Le pré-traitement consiste en une coagulation/floculation suivie de l'élimination des matières en suspension via une filtration sur double couche et une filtration finale par cartouche pour sécuriser l'équipement en aval.

Les matières en suspension dans l'eau de mer brute peuvent être éliminées par un procédé de filtration qui peut être renforcé par coagulation et floculation. Le procédé chimique est bien connu et a été la norme pour le pré-traitement de dessalement d'eau de mer par osmose inverse.

2) Filtration membranaire de pointe

La filtration membranaire de pointe comprend un filtre de sécurité utilisant des filtres à treillis métalliques s'auto-nettoyant, un système d'injection de coagulants et des membranes d'ultrafiltration (UF)

La filtration sur membrane offre une élimination de particules à partir de l'eau de mer brute vu qu'elle forme une barrière physique contre les particules en suspension, les matières colloïdales, limons, algues et bactéries.

En fonction de la qualité de l'eau de mer, la coagulation préalable à la membrane d'ultrafiltration peut renforcer le procédé de séparation au niveau des membranes. Les faibles concentrations de coagulant (par exemple FeCl_3) peuvent être dosées dans le flux d'alimentation d'UF. Au point de dosage, un mixeur statique fournit un mélange de coagulant pour atteindre un cisaillement et une turbulence suffisante afin d'améliorer le processus de coagulation.

3) Sélection du procédé de pré-traitement

Pour l'étude alternative sur les deux procédés de pré-traitement, les caractéristiques clés et dépenses d'exploitation des deux procédés sont respectivement présentées dans les Tableaux 5.1.4 et 5.1.4 et l'étude prend en compte la capacité des Phases 1 et 2.

Comme mentionné dans le Tableau 5.1.4, la filtration membranaire de pointe peut réduire considérablement la charge de polluants d'eau de mer comparée au pré-traitement conventionnel. En outre, la membrane d'UF, comme partie de la filtration membranaire de pointe, peut éliminer les bactéries dans l'eau de mer brute et empêcher l'auto-encrassement interne des membranes d'OI qui est un phénomène provoqué par la croissance des bactéries à l'intérieur du système d'OI en raison du manque de désinfectants.

D'autre part, le pré-traitement conventionnel comporte des avantages économiques mineurs comme indiqué dans le Tableau 5.1.5.

Toutefois, la filtration membranaire de pointe a été sélectionnée sur la base des avantages suivants dans l'étude :

- Faible fréquence d'échange de membranes d'OI ;
- Faible quantité de boues produites;
- Faible susceptibilité de faire face à une qualité d'eau de mer inférieure ;
- Nécessite un plus faible encombrement au sol etc.

Le procédé de pré-traitement devra être finalement sélectionné en prenant en compte l'ensemble des procédés de pré-traitement y compris la conception de l'unité de dessalement d'eau de mer par OI sur la base des données de la qualité annuelle de l'eau de mer. Par conséquent, durant la phase d'appel d'offres, le procédé de pré-traitement approprié devra être à nouveau proposé par les soumissionnaires.

Tableau 5.1.4 Comparaison des Procédés de Pré-traitement

Caractéristiques clés	Pré-traitement conventionnel	Membrane de filtration avancée
Qualité du filtrat	Raisonné aux membranes d'OI (SDI <3)	Généralement de qualité supérieure et moins volatile
Taux de récupération (eau de mer vs. eau d'alimentation du système d'OI)	95%, selon les conditions d'eau de mer	92 %
Gamme des produits chimiques	<ul style="list-style-type: none"> - Chlorure ferrique (FeCl₃); ou - Sulfate de fer (Fe₂(SO₄)₃) - Acide sulfurique (H₂SO₄), ou Acide chlorydrique (HCl), - Flocculant 	<ul style="list-style-type: none"> - Produits chimiques de nettoyage pour Rétro-lavage Chimique (CEB) et Nettoyage en Place (CIP): - Hypochlorite de sodium (NaOCl); - Hydroxide de sodium (NaOH), - Acide citrique (C₆H₈O₇), - Acide sulfurique (H₂SO₄), ou Acide Chlorydrique (HCl), - Bisulfite de sodium (NaHSO₃) - Chlorure ferrique (FeCl₃) pour renforcer la performance - Sauvegardes sur les membranes d'OI de produits chimiques expectés de dériver à partir d'une fréquence plus faible des cycles de nettoyage
Besoin spécifique d'énergie	Perméat d'OI 0,22 kWh/m ³	Perméat d'OI 0,25 kWh/m ³
Superficie requise	approx. 3 300 m ²	approx. 1 750 – 2 000 m ²
Complexité technique	- Conception du procédé relativement simple et robuste	<ul style="list-style-type: none"> - Relativement simple. - Système automatique
Sensibilité concernant la qualité de l'eau de mer	- Prise submergée souhaitable.	- Pourrait faire face à de l'eau de mer plus complexe
Implication sur le système d'OI	<ul style="list-style-type: none"> - Le flux est habituellement limité à près de 14 l/m²h. 	<ul style="list-style-type: none"> - En raison de la qualité supérieure de filtrat, le système d'OI peut être exploité à un taux de flux plus élevé en principe. - Cependant, cette option de conception est rejetée, ici, parce qu'elle pourrait provoquer un besoin d'énergie anormalement élevé. - Des procédures moins fréquentes de CIP dans les trains d'OI sont escomptées. Le coût d'utilisation de produits chimiques, la maintenance et le renouvellement des membranes sera sauvegardé. - Les filtres à cartouche peuvent être omis.
Implication sur les unités de traitement des eaux usées	- Système de boue requis: Quantité de boue d'environ 8,2 t/d (moyenne annuelle, substance sèche 25%)	- Système de boue requis: Quantité de boue d'environ 5,8 t/d (moyenne annuelle, substance sèche 25%)

Caractéristiques clés	Pré-traitement conventionnel	Membrane de filtration avancée
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> - Fonctionnement largement automatisé mais le taux de dosage devrait être adapté à la fluctuation des conditions d'alimentation. - Renouvellement périodique CF (Cartridge filtration) 	<ul style="list-style-type: none"> - Système automatique. - Renouvellement de membrane d'UF peu fréquent.
Risques	<ul style="list-style-type: none"> - Faible risqué comme c'est un procédé bien connu et il est bien connu et mis en œuvre dans la plupart des grandes usines de dessalement. Les entrepreneurs sont expérimentés. - Faibles risques d'encrassement des membranes d'OI. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de conception et dimensionnement corrects, ce qui peut être réduit par les tests de l'usine pilote. - Faible risque du niveau de la concurrence
Disponibilité de matériaux de filtre de rechange	<ul style="list-style-type: none"> - Non lié à certains fournisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Lié à une fabrique de membrane
Coût estimative du CAPEX	12 400 Million F.CFA	15 000 Million F.CFA

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Tableau 5.1.5 Coûts d'Exploitation

Cost	Pré-traitement conventionnel	Filtration sur membrane avancée
Electricité	502 000	562 000
Procédés chimiques	400 000	170 000
Consommables (Filtres à Cartouche, Membranes d'UF)	17 000	250 000
Produits chimiques de nettoyage (CIP premier pass d'osmose inverse)	21 000	16 000
Maintenance	30 000	38 000
Mise en décharge des boues	29 400	20 000
Total OPEX	999 400	1 056 000

Note: Sur la base du coût de l'électricité de 62 F CFA/kWh et le coût de mise en décharge des boues 10 000 F CFA/t

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(3) Types et adaptabilité de la membrane d'UF

Pour la filtration de l'eau de mer comme un pré-traitement, les membranes à taille de pores de 0,1µm ou plus petites seront appliquées.

Dans l'étude, ces membranes sont appelées membranes d'UF parce qu'il est difficile de distinguer les UF et les membranes MF de même taille de pores.

Présentement, le marché est hétérogène et il n'existe aucune norme industrielle. Néanmoins, les membranes d'UF désignées devraient comporter les avantages suivants.

- Haute résistance chimique contre la variété de produits chimiques
- Haute élasticité pour résister au nettoyage physique (nettoyage fréquent par air, etc.)
- Haute résistance contre les pollutions

Les caractéristiques des membranes d'UF utilisées pour le pré-traitement préalable au système d'OI sont présentées comme suit.

Tableau 5.1.6 Membrane d'UF

Fournisseur	DOW	GE-Zenon	Hydranautics	Hyflux	INGE	Norit X-Flow	Sumitomo	Asahi Kasei
Configuration	Dead-end, submergée	de l'extérieur à l'intérieur, submergée	de l'intérieure à l'extérieure, tangentielle, dead-end	de l'extérieure à l'intérieure, submergée, tangentielle	de l'intérieure à l'extérieure, tangentielle, rinçage vers l'avant	de l'intérieure à l'extérieure, Dead-end	de l'extérieure à l'intérieure	de l'extérieure à l'intérieure
Surface active	Extérieure	Extérieure	Intérieure	Extérieure	Intérieure	Intérieure	Extérieur	Extérieure
Matériaux de la Membrane	PVDF	PVDF	PES	PES ou PVDF	PES	PES	PTFE	PVDF
Taille nominale des pores	0,03 µm	0,02 µm	0,1 µm	120-200 kDa	0,02 µm	n.a.	0,1 µm	0,1 µm
Marque commerciale	Omexell	Zee Weed	HydraCap	Kristal	Multibore	Seaguard	Poreflow	Microza

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(4) Description de la section de pré-traitement

1) Filtration de Protection

L'eau de mer est envoyée directement dans des pré-filtres (Equipements servant de pré-filtre pour les membranes UF), dont la taille des pores est de 150µm. Ce dispositif permet d'éliminer les contaminants coagulés avant d'attaquer les membranes d'UF. Le pré-filtre réduit la charge de contamination des membranes et améliore ainsi les performances de récupérations de ces membranes par simple nettoyage. Le chlorure ferrique en tant qu'agent coagulant est dosé à une concentration d'environ 1mg/l. Le rétro-lavage d'un pré-filtre est automatique et s'effectue pendant 45 secondes pour chaque 40 mn

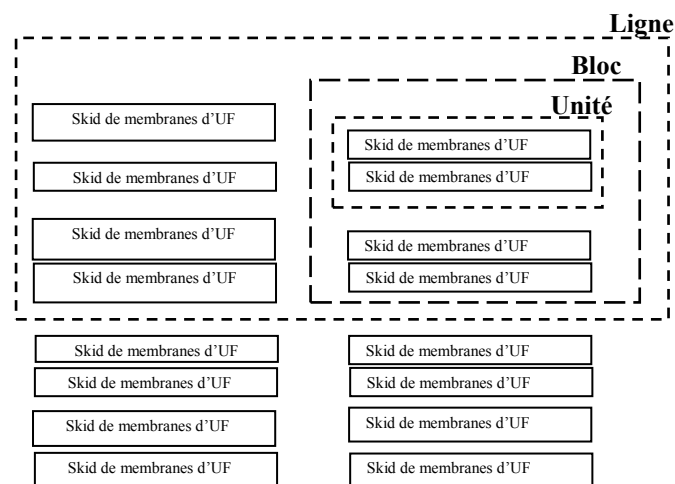
- Type de Pré-filtre : Filtre Auto-Nettoyage
- Coagulant: 1 mg/l de FeCl₃
- Nombre de Pré-filtre avec rétrolavage automatique: 3 unités
- Taille nominale de separation d'un pré-filtre: 150µm

2) Membranes UF et plaques membranaires

Environ 1 300 éléments de membranes d'UF sont nécessaires pour chaque phase et les éléments seront installés dans les trains de membranes. .

Les trains seront disposés en deux lignes parallèles. Pour l'accessibilité, chaque ligne sera composée de deux blocs comprenant deux unités. Et une unité est composée de 2 trains de membranes comme indiquées dans la Figure 5.1.4.

- Vitesse de filtration : 60 l/m² (1,44 m/jour)
- Pression de service: 0,3 bar
- Nombre d'éléments de membranes d'UF : 1 300 éléments
- Taux de perméat de membranes d'UF: 4 950 m³/h
- Taux de conversion de l'eau: 92,0 %
- Durée de vie de la membrane: 7 années
- Superficie des membranes d'UF: 5 600 m²
- Volume du réservoir d'eau de mer filtrée: 700 m³
- Nombre de plaques de membrane : 16 plaques
- Nombre de membranes UF par tube de pressions: 20 éléments /tube de pression



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.1.4 Disposition Générale des Skids de Membranes d'UF

3) Rétrolavage

La performance de filtration des membranes d'UF est maintenue grâce au nettoyage physique intermittent qui s'effectue fréquemment (le rétro-lavage avec de l'eau filtrée et le nettoyage par air sont automatiquement effectués une fois toutes les 30 minutes environ).

Au cas où, la performance de la membrane n'est pas récupérée par nettoyage intermittent physique, le nettoyage chimique devra être effectué pour essayer de maintenir la performance de filtration. Le nettoyage chimique devra être effectué environ entre 1-2 fois/an, en utilisant de l'acide sulfurique

(H₂SO₄), de l'acide chlorhydrique (HCl), de la soude caustique (NaOH), de l'eau chlorée (Cl₂), et des acides organiques tels que l'acide citrique (C₆H₇O₈) à travers la méthode de nettoyage CIP. Étant donné que les conditions du nettoyage chimique dépendent de la chimie de l'eau brute, la vérification des détails à travers des tests de terrain est requise.

- Durée du cycle de filtration: 30 min
- Temp de rétrolavage: 45 sec
- Nombre de pompe de rétrolavage: 2 unités (dont 1 en secours)
- Débit d'eau des pompes de rétrolavage: 1400 m³/h
- Nombre de pompes de nettoyage chimique: 2 unités (dont 1 en secours)
- Débit des pompes de nettoyage chimique: 750 m³/h

(5) Les exigences pour la conception détaillées du process des membranes d'UF

1) Les Références nécessaires et Pilote d'usine pour test

Concernant l'aptitude à sélectionner des fabricants actuels de membranes, l'entrepreneur EPC devra demander au fabricant sélectionné, de démontrer ou confirmer les performances et efficacités du système de membranes d'UF selon les conditions du site en utilisant un dispositif pilote.

Dans la phase d'exécution du projet, un pilote d'usine pour test devra être mené sur une durée d'au moins quatre (4) mois et dans des conditions d'eau de mer les plus défavorable. Ce qui permettra ainsi, de confirmer le process du pré-traitement sélectionnés, de vérifier son efficacité et d'optimiser les ratios de dosage des produits chimiques.

2) Omission des filtres à cartouches

Selon les déclarations de tous les trois fabricants (fournisseurs) de membranes les plus pertinents du secteur, il n'est pas nécessaire d'installer des filtres cartouches avant les membranes d'OI, si les membranes d'UF sont utilisés comme dispositifs alimentant directement le premier Pass des tubes de pressions de membranes d'OI, c'est à dire sans utilisation d'aucun réservoir de rupture ou tampon entre les unités d'UF et les trains de membranes d'OI. Par conséquent, les filtres à cartouches ne seront pas considérés pour le pretraitement basé sur l'utilisation de membranes.

5.1.3 Conception de la Section de Membranes d'OI

(1) Conditionnement de l'eau d'alimentation

L'eau d'alimentation sera conditionnée avant d'attaquer les membranes d'OI, parce que le composé SrSO₄ (Sulphate de strontium) qui est un agent d'entartrage, pourrait précipité sur la surface des membranes, vue qu'il y'a une forte concentration en strontium dans l'eau d'alimentation. Il sera aussi nécessaire d'éliminer le chlore résiduel en ajoutant du SBS (Sodium bisulphite) pour neutraliser l'hypochlorite de sodium.

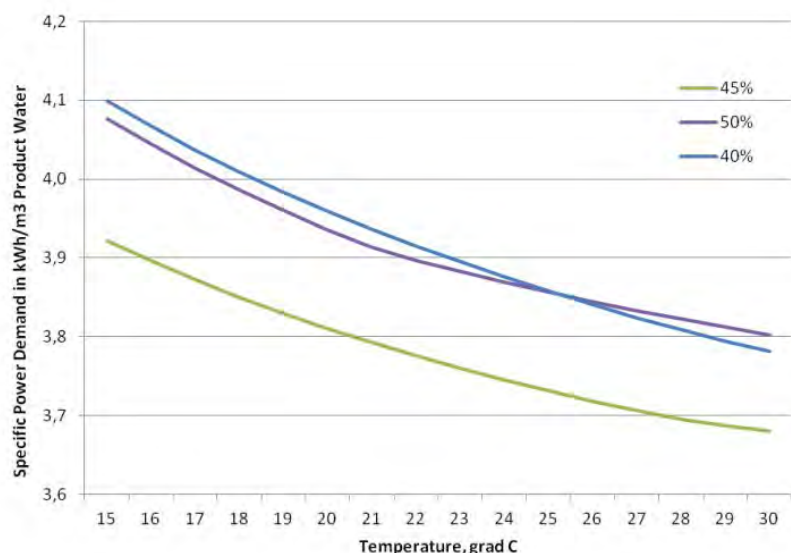
(2) Taux de conversion de l'eau

Le taux de conversion de l'eau qui dépend essentiellement de la salinité et de la température de l'eau de mer est typiquement entre 40 % et 45 %.

Vue que l'usine de dessalement par OI des Mamelles sera située approximativement à 50 m au dessus niveau de la mer, et que l'eau de mer devra être refoulée jusqu' à cette auteur en consommant une energy supplémentaire, une evaluation a été faite pour comparer les taux de conversion de 40%, 45% et 50 %.

Pour le calcul de la demande en énergie, la consommation d'énergie a été considérée partant de la station de pompages de transmission de l'eau mer jusqu'à la station de transmission de l'eau traitée qui refoule sur les réservoirs d'eau potable de 3 bars. Cependant, la turbine de récupération d'énergie à basse pression localisée au niveau de la prise d'eau n'a pas pu être prise en compte.

Les résultats ont été comparés avec la demande spécifique totale de l'eau traitée (kWh/m³) à des différentes températures d'eau de mer.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.1.5 Demande Spécifique en Energie en Relation de la Temperature et à des Différents Taux de Conversions

Comme le montre la Figure 5.1.5, la demande spécifique en énergie correspondant à la configuration 45 % est toujours plus faible que celles des configurations 40% et 50 %

Le coût du CAPEX pour l'usine est estimé pour être reduite approximativement de 3%, en augmentant le taux de conversion de 5%. Ceci est dû au fait que la section de prétraitement sera beaucoup plus petite.

Sur la base des calculs ci-dessus, le taux de conversion de 45 % sera considéré pour l'usine de dessalement des Mamelles.

(3) Nombre de passes de Filtration Membraire par OI

Certaines usines de dessalement d'eau de mer par osmose inverse comportent de multiples passes de filtration membranaire par OI afin d'éliminer le bore jusqu'au niveau acceptable. Le Tableau 5.1.7 présente un examen des densités escomptées de bore dans l'eau traitée au niveau de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles par un pass. Le niveau acceptable de bore exigé dans les Lignes Directrices de l'OMS en matière d'eau potable sera réalisé sur la base d'un seul pass de filtration membranaire par osmose inverse.

Tableau 5.1.7 Projection de la Densité de Bore dans l'Eau Traitée avec Un Pass de Filtration Membranaire par Osmose Inverse

Désignation	Conditions/Résultats	Remarques
1. Caractéristiques Générales		
No. de pass de membrane d'OI	1 pass	
Taux de récupération	45%	
2. Densité de bore		
Eau de mer brute	5,0 mg/L	
Cible dans l'eau traitée	2,4 mg/L	
Saumure	9,09 mg/L	= 5,0 / (1-0,45)
3. Spécification des membranes d'OI		
Nombre d'éléments de membrane par réservoir pressurisé	7	
Taux d'élimination de bore	89%	Performance expectée d'une membrane d'OI toute neuve
Détérioration du taux d'élimination de bore	1%	Détérioration standard
Durée de vie de la membrane	7 ans (max)	
4. Projection de bore dans l'eau traitée		
Moyenne d'âge des membranes dans les cuves	4 ans	Juste avant le renouvellement annuel des membranes par 14% (Durée de vie=7 ans), une cuve contient des membranes âgées de 1 à 7 ans. Par conséquent, la moyenne d'âge des membranes dans une cuve est de 4 ans.
Moyenne de densité de bore de l'eau brute	7,05 mg/L	= (5.0 + 9.09) / 2 La densité est la même que celle de l'eau de mer à l'entrée de la cuve, alors qu'elle est la même que celle de la saumure à la sortie.
Moyenne d'élimination du taux de bore	85%	= 89 - 1 x 4 1% détérioration de 89%
Densité de bore dans l'eau traitée	1,06 mg/L	=7,05 x (1-0,85)
5. Examen	OK	1,06 mg/L < 2,4 mg/L (=Exigence des Lignes Directrices de l'OMS en

Désignation	Conditions/Résultats	Remarques
		matière d'eau potable)

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(4) Types de membranes d'OI

1) Matériaux

Il existe deux types de matériaux de membranes d'OI: l'un est l'Acétate de Cellulose (CA) et l'autre est le Polyamide (PA). La membrane acétate de cellulose est résistante au chlore dans une gamme comprise entre 0 et approximativement 1 mg/l et donc appropriée pour la stérilisation. Ainsi, elle n'est pas appropriée à résister à de forte concentration de chlore de l'ordre de 1 000 à 2 000 mg/L, lesquelles concentrations ont des effets de nettoyage très élevés. En plus sa gamme de pH se trouve entre 5 et 7, et la dégradation de la membrane (biologiquement ou dégradation par hydrolyse) intervient et est progressif dans les gammes de pH plus élevées.

Par conséquent, le nettoyage effectif par des produits chimiques ne peut être appliqué pour la membrane acétate de cellulose.

Par ailleurs, la membrane polyamide s'oxyde très rapidement et se dégrade par le chlore à des concentrations négligeables utilisées pour la stérilisation, mais ce problème pourrait être résolu par une dé-chloration avec un réducteur. En plus, la membrane polyamide a une panoplie d'avantages tels qu'une large gamme de pH (2 à 12) et une forte tolérance de températures.

2) Configuration des membranes

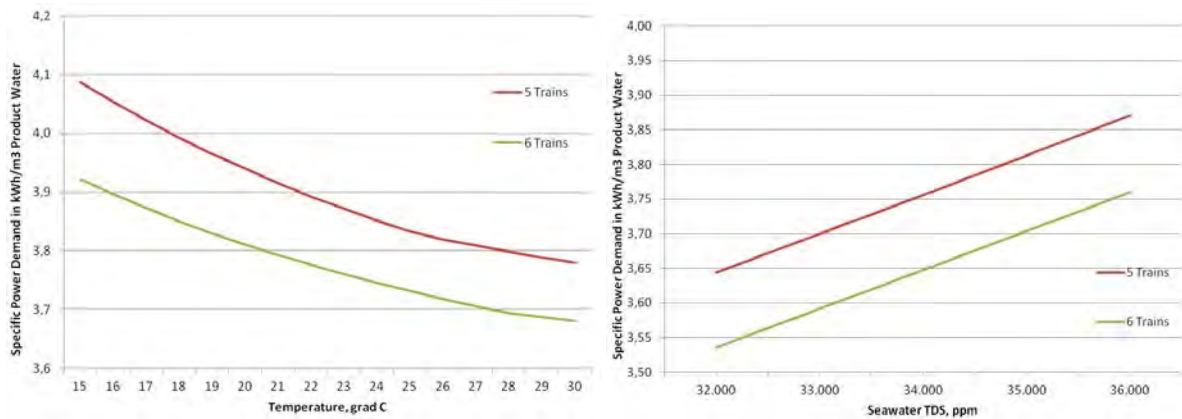
Il y'a deux types de configurations pour les modules membranes à savoir le type fibres creuses et celui en spirales. Le type fibres creuses a une forte exigence d'avoir un SDI₁₅ très élevé, et la valeur de son eau d'alimentation doit être plus faible que 3, cependant le type en spirale nécessite un SDI₁₅ de 4 ou moins. En plus, les performances de récupération du type spirales par nettoyage sont meilleures parce que une large sélection de conditions de nettoyages de membranes pourrait être appliquées pour la membrane polyamide.

Par conséquent, les informations ci-dessus, la membrane module de type spirale a été sélectionnée pour l'usine de dessalement d'OI des Mamelles.

(5) Exploitation des membranes d'OI

1) Nombre d'unités fonctionnelles dans le mode habituel

Six (6) trains de membranes d'OI seront mis en place et exploités généralement. Dans le cas de remplacement et de nettoyage de membranes, l'exploitation d'un (1) train sera stoppée parce que l'exploitation avec six (6) trains à un taux plus faible, consomme moins d'énergie que celle avec Cinq (5) trains à un taux maximal (Figure 5.1.6).



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.1.6 Relation entre le nombre de Trains et la Demande Spécifique en Energie
 (Axe des X : Gauche-Température, Droite -salinité)

La section de membrane d'OI est contrôlée avec un inverseur pour éviter une augmentation ou une diminution rapide de la pression par augmentation graduelle de la pressurisation ou une dé-pressurisation. Quand l'inverseur s'arrête l'eau dessalée retourne dans la partie de l'eau d'alimentation, dû au phénomène naturel d'osmose. Une fois qu'on arrête le fonctionnement, l'eau dessalée devra alimenter partant du côté de l'eau produite (permeat) jusqu' au côté de l'eau d'alimentation avec les pompes de remplacement d'eau pour complètement remplacer l'eau du système de membranes d'OI.

2) Procédure de démarrage après retour de coupure d'électricité

En cas de coupures d'électricité, l'eau dessalée retourne de façon naturelle à partir du réservoir de stockage intermédiaire vers les unités d'OI par pression osmotique, par laquelle les unités d'OI seront remplies par l'eau dessalée. En raison de ce phénomène, les membranes ne seront pas séchées et éviteront d'être endommagées par la boue sèche ou le calcaire sur la surface. Par conséquent, si la durée de la coupure d'électricité est de moins de 3 jours, l'usine de dessalement de l'eau de mer par OI sera en mesure de redémarrer sans aucune procédure spéciale.

Par contre, si la coupure d'électricité dure plus de 3 jours, l'exploitant de l'usine aura besoin d'appliquer un agent réducteur comme le bisulfate de sodium afin de préserver les membranes d'OI dans de bonnes conditions. Ce traitement permettra de maintenir les membranes sur une durée de 3 mois. Après le retour de l'électricité, l'exploitant de l'usine se chargera de renouveler l'eau dessalée stockée contenant l'agent réducteur avec l'eau de mer. Lorsque la densité de l'agent réducteur est abaissée au niveau habituel, l'usine de dessalement d'eau de mer par OI redémarrera son fonctionnement normal.

(6) Nettoyage sur place

L'usine de dessalement des Mamelles sera équipée avec un système de nettoyage sur place (NSP) qui permet d'enlever ou de nettoyer les dépôts sur un train de membrane en une seule fois. Puisque ces sortes de dépôts ne peuvent pas être prévus et puisque les agents de nettoyage et les procédures de

nettoyages qui seront appliqués seront différents selon le type de dépôts, le système de NSP doit être capable de d'éliminer l'encrassement physique, l'encrassement biologique et l'entartrage. Les effluents générés par le NSP seront traités (neutralisés) dans l'usine de traitement des eaux usées.

(7) Description de la section d'OI

1) Trains de membranes d'OI

Les Septs (7) éléments de membranes d'OI seront placés sur chaque tube de pression. Chacun des six (6) skids de membranes d'OI sera équipé avec 100 tubes de pression. Les skids de membranes laisseront un espace de réserves pour un surplus de 20% des tubes de pressions, qui est une approche raisonnable pour les usines normales.

- Type de membrane d'OI: Polyamide spiral avec éléments de 8 pouces
- Durée de vie moyenne des membranes : 3.5 ans (14 % des membranes seront remplacées chaque années)
- Augmentation du taux de passage de sels: 7 % / an
- Nombre de trains d'OI (chacun équipé d'une PHP, SRE, MS): 6 trains
- Nombre de tubes de pression par skid de membrane: 100 tubes
- Nombre d'éléments de membrane par tube de pression: 7 éléments
- Nombre d'éléments de membrane d'OI: 700 éléments / train
- Arrangement des tubes de membranes (y compris espace réserve): 10 colonnes avec 12 lignes
- Réservoir d'eau intermédiaire (Réservoirs d'aspiration retour): $50 \text{ m}^3 \times 2$ Réservoirs

2) Pompe

La pression nécessaire pour conduire le procédé d'OI varie avec la température de l'eau de mer, la salinité de l'eau mer et de la vitesse d'écoulement. Dans ce présent cas, c'est les pompes de hautes pressions seront équipées avec des Dispositifs de Variateur de Fréquence (DVF) dans le but de contrôler en conséquence la pression d'alimentation des membranes.

La pression de contrôle sera tirée des pompes de hautes pressions. L'entrepreneur EPC pourra plutôt évaluer les options pour contrôler la pression au niveau des pompes booster d'alimentation.

- Débit d'une pompe de haute pression: $371 \text{ m}^3/\text{h} - 445 \text{ m}^3/\text{h} \times 6$ unités
- Hauteur Manométrique Totale d'une pompe de haute pression: 52.0 bar - 61.1 bar

3) Dispositif de Récupération d'énergie

Le système de récupération d'énergie de type isobarique sera employé pour récupérer l'énergie potentielle inhérente de la pression résiduelle du concentrat. Cette technologie offre aujourd'hui la meilleure efficacité énergétique disponible. Grâce à cette technologie, le transfert d'énergie est réalisée par contact direct ou indirect (séparée par un piston) entre l'eau de mer fraîche et celle concentrée. Les systèmes de vannes spécifiques ou les canaux de sectionnement permettent de faire transister un

volume défini qui remplis d'abord d'eau de mer fraîche sera ensuite poussée à une haute pression par la pression résiduelle du concentrat.

Le type « PX » ou « DWEER » qui a forte efficacité de récupération sera sélectionné.

Tableau 5.1.8 Comparaison entre deux SRE Isobariques

Type de SRE	DWEER	PX
Emprise nécessaire	Élevée	Faible
Niveau du bruit	Faible	Élevé
Partie amovible	Pistons	Rotor céramique
Rinçage excessif	2%	0
Augmentation de la salinité	0,6 %	2,6%
Efficacité maximale	93%	95%
Demande spécifique en énergie	Similaire	Similaire

Source:Équipe d'Étude de la JICA

- Type: Isobarique (i.e. PX or DWEER)
- Débit volumique: 454 m³/h– 544 m³/h × 6 unités

5.1.4 Section Post-traitement

(1) Débit dans la section post-traitement

L'eau dessalée subira d'autres process afin d'améliorer non seulement son goût, mais aussi d'éliminer son agressivité aux surfaces en béton ou métalliques. A cet effet, le dioxyde de carbone (carbonisation) et le calcium (alcalisation) seront ajoutés. L'alcalinisation se fait par absorption de calcium à partir du gravier de calcaire installé dans des filtres à calcite.

L'eau dessalée sera divisée en deux lignes. Une ligne, égale à 50% de l'eau dessalée sera mélangée avec du CO₂, et puis envoyée dans les filtres à calcite.

L'eau filtrée avec un excès de CO₂ devra voir son pH ajusté par neutralisation avec de la soude caustique. L'eau traitée sera ensuite dosée avec des minéraux en plus de l'ajout du chlore gazeux (gaz de Cl₂) comme désinfectant.

Enfin, l'eau produite sera versée dans le réservoir d'alimentation d'eau traitée.

(2) Description du post-traitement

1) Acidification avec du dioxyde de carbone

Dans tous les cas, le dioxyde de carbone doit être ajouté, afin d'atteindre le niveau requis de l'acidité. Un cycle d'amorçage est utilisé pour assurer une dissolution suffisante du dioxyde de carbone. Le Gaz CO₂ est dissous à partir de la bouteille de gaz de CO₂ pour ajuster le pH de l'eau à environ 4.

- Méthode de carbonisation: L'injection de dioxyde de carbone par cycle d'amorçage
- Nombre de réservoirs de CO₂: 2 réservoirs
- Capacité des reservoirs de CO₂: 10 m³

- Méthode d'évaporation: système de chauffage à la pression atmosphérique
- Consommation en dioxyde de carbone: 65 kg/h
- Évaporateur de dioxyde de carbone: 2 unités

2) Filtres à calcite

Le filtre à calcite comporte quatre étapes. Chaque étape a environ à un temps de contact de 20 minutes. Chaque étape pourrait être exploitée séparément.

Lorsque vous remplissez la filtre à calcite avec du nouveaux calcaires, vous avez besoin d'effectuer un rétrolavage avec l'eau dessale et de l'air pour éliminer les contaminants déposés sur la surface initiale qui a été au paravant remplies de nouveaux calcaires.

- Nombre de filtres à calcite: 4 unités
- Méthode d'alkalization: Désorption à partir de grains de calcaire
- Vitesse de filtration: 7,5 m/h
- Vitesse de rétrolavage: Eau de rétrolavage: 30m/h, air de rétrolavage: 60m/h
- Hauteur du lit d'un filter à calcite: 3 m to 3,5 m
- Fréquence de remplissage: 1 fois /7 jour
- Tailles des particules de calcaires: Environ 4 à 6 mm

3) Réservoir d'eau traitée et les pompes booster d'eau traitée

L'eau traitée sera recueillie dans un réservoir (bâche) d'eau traitée. Ce réservoir tampon aura un temps de stockage de 50 min pour la phase 1. Ce temps sera réduit à 25 minutes, une fois qu'on démarrera l'exploitation de l'usine de dessalement par OI des Mamelles dans sa Phase 2.

- Nombre de réservoir: 1 réservoir
- Capacité du réservoir: 2000 m³

(3) Mesure et Suivi de la qualité de l'eau système

L'eau traitée sera complètement transférée aux réservoirs d'eau traitée après une analyse ou mesure des paramètres de gestion de la qualité suivants, comme indiqué dans le tableau 5.1.9.

L'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles sera équipée de capteurs et d'analyseurs pour ces paramètres:

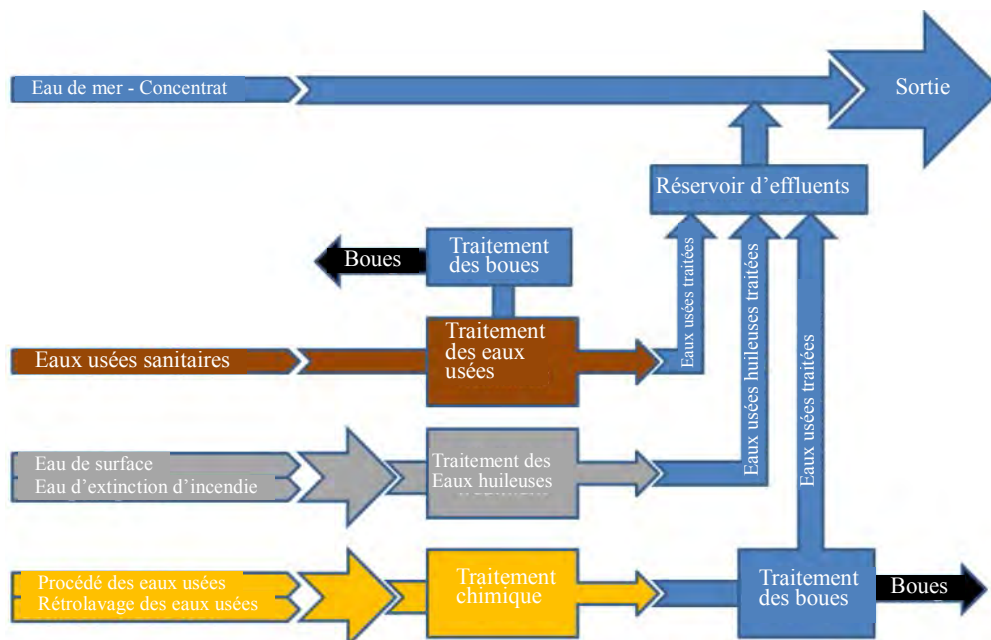
Tableau 5.1.9 Eléments de la Qualité de l'Eau pour le Suivi

Paramètres	Méthode
Conductivité	Suivi
pH	Suivi
Température	Suivi
Turbidité	Suivi
Chlore résiduel	Suivi
Alcalinité;	Suivi
TDS	Analyse au laboratoire
ISL	Analyse au laboratoire

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.1.5 Systèmes de Traitement des Eaux Usées et Décharge

Les ouvrages de traitement des eaux usées et leurs systèmes auxiliaires sont conçus pour recueillir, traiter / clarifier et disposer les différents produits chimiques, les huiles, les eaux usées domestiques et sanitaires provenant de l'usine de dessalement des Mamelles. Chacun des différents types d'eaux usées seront collectées séparément comme le montre la Figure 5.1.7.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.1.7 Diagramme de la Collecte des Flux d'Eaux Usées et leur respectif Procédé de Traitement

1) Traitement chimiques

Les effluents issues du nettoyage des membranes d'OI, du nettoyage des membranes d'UF et ceux provenant de l'ajustement du dosage des produits chimiques seront neutralisés par agitation et aération avant d'être transférés vers les pré-filtres de rétrolavage de membranes d'UF du système de traitement des eaux usées.

2) Traitement des huiles des effluents

Les eaux usées contenant des huiles générées dans le système seront traitées par flottation et les surnageants seront stockés dans le réservoir renfermant déchets d'huile, tandis que la boue sera de stockée dans le réservoir de boue.

3) Pré-traitement des pré-filtres de membranes d'UF, du rétrolavage des eaux usées et des effluents contenant les produits chimiques

Elles seront traitées dans le bassin de décantation en ajoutant un coagulant polymère après aération. Les surnageants seront mixés avec l'eau traitée provenant des eaux usées contenant de l'huile et transférés vers le réservoir de drainage avant leurs rejets.

4) Rétrolavage des eaux usées des filtres à calcites

Elles seront mixées avec de la boue précipitées, sédimentées dans le réservoir de sédimentation et ensuite traitées par le procédé de concentration de boues. Les surnageants seront transférés vers le système des pré-filtres de rétrolavage de membranes d'UF du système de traitement des eaux usées et y seront traitées.

5) Traitement des boues

Les boues concentrées seront déshydratées par centrifugation. Les boues déshydratées seront encore séché dans un lit de séchage à air, etc. La quantité de boues a été estimée à 3,2 t / jour, soit un total de 2,9 t / jour à partir du pré-traitement et 0,3 t / jour à partir de le post-traitement.

6) Station de traitement des eaux usées

Elles seront mixées avec de l'air dans les réservoirs d'eau brute, transférées au niveau du bassin d'aération pour y effectuer le traitement biologique par aération et enfin envoyées au réservoir de drainage avant la décharge. Les eaux usées traitées seront pompées au niveau des l'effluents et rejetées avec les saumures dans la mer.

5.1.6 Stokage des produits chimiques

L'exploitation de l'usine de dessalement d'OI des Mamelles nécessitera l'utilisation d'une large gamme de produits chimiques. Au total, deux réservoirs de stockages seront installés pour les produits chimiques.

Le volume de stockage couvrira une période de 14 jours à la charge nominale, ou tout au moins 125% d'une charge de camion.

Le Tableau 5.1.10 présente les rôles et points de dosage ainsi que le volume de consommation des produits chimiques.

Tableau 5.1.10 Rôles, Points de Dosage et Volume de Consommation des Produits Chimiques qui Seront Utilisés Pour l'usine de Dessalement des Mamelles

Type de produits chimiques / Consommables	Concentration commerciale	Point de dosage	Objectif	(t/an)
Chlore Gazeux (Cl ₂)	100 %	Prise d'eau de mer	Inhibiteur de Bio-encrassement	21
Solution de chlorure Ferrique (FeCl ₃)	40 %	En amont pré-traitement	Coagulation	110
Acid Sulfurique (H ₂ SO ₄)	98 %	En amont OI (1er « pass »)	Adjustment du pH	1760
Bisulfate de Sodium (NaHSO ₃)	100 %	En amont OI (1er « pass »)	Dé-chloration	35
Agent Inhibiteur d'entartrage pour membranes d'OI	100 %	En amont des trains d'osmose inverse	Contrôle l'entartrage	61
Dioxyde de Carbone (CO ₂)	100 %	Post-traitement	Stabilisation	1095
Calcaire (CaCO ₃)	95 %	Post-traitement	Stabilisation	1133
Soude Caustique (NaOH)	50 %	Post-traitement	Adjustment du pH	292
Chlore Gazeux (Cl ₂)	100 %	Post-traitement	Désinfection	

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.1.7 Contrôle et Instrumentation

Chaque ouvrage devra être contrôlée en boucle ouverte / boucle fermée contrôlée et vérifiée pour les performances des équipements. Il doit être entièrement automatique, semi-automatique ou exploités et alarmé manuellement. Les enregistrements et les rapports de contrôle seront toujours conservés pour aider à maintenir un état de fonctionnement normal de l'usine.

- (1) Les paramètres à analyser pour la qualité de l'eau, et le contrôle de la gestion des commandes

Les paramètres à analyser dans les différents échantillons d'eau sont montrés au Tableau 5.1.11.

Quant à la qualité de l'eau d'alimentation des membranes d'OI, la surveillance et le contrôle du Potential Oxydant-Réducteur (POR) devront toujours être réalisés et maintenus constamment en dessous de 250 mV. Le système sera équipé d'un dispositif d'urgence en cas de coupure qui injectera du SBS si le POR de l'eau brute dépasse 250 mv.

L'analyse de chaque composant sera régulièrement effectuer pour voir si l'eau traitée est conforme aux normes standard d'eau potable.

Tableau 5.1.11 Paramètres sur la qualité de l'eau pour le suivie et le contrôle

	Paramètres à analyser sur la qualité de l'eau brute (Fonctionnement /Enregistrement automatique)	Qualité de l'eau d'alimentation des membranes d'OI (Fonctionnement /Enregistrement automatique)	Qualité de l'eau traitée (Fonctionnement /Enregistrement automatique)
1	SDI (Silt Density Index, ASTM Guides D4195)	SDI (Silt Density Index, ASTM Guide line D4195)	Température de l'eau
2	Température de l'eau	Température de l'eau	pH
3	Conductivité	Conductivité	Conductivité
4	Salinité	pH	Alcalinité
5	Turbidité	Turbidité	Turbidité
6	Chlore résiduel	Chlore résiduel	Chlore résiduel
7	COT (approximativement 1 fois /month)	POR	TDS
8			Indice de Saturation de Langelier

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(2) Méthodes de contrôle et d'enregistrement

Le système sera automatiquement commandé par réglage de la pression en fonction du volume de production d'eau et le taux de récupération de consigne.

Le taux de rejet des membranes d'OI sera déterminé en continuellemnt à partir de la conductivité de l'eau d'alimentation, du perméat et du concentrat, afin de faire une courbe de tendance pour gérer la tendance des performances. En outre, l'analyse de la qualité de l'eau sera effectuée de façon régulière pour vérifier les performances.

En fonction l'équipement des membranes d'OI, de la performance déterminée à partir du rejet de sel des membranes d'OI, la pression d'entrée de membrane d'OI et de la pression différentielle trans-membranaire, le nettoyage ou le remplacement de la membrane sera réalisée.

Il est préférable pour un opérateur de garder une trace de la performance de chaque cage d'OI de l'équipement des membranes et d'être en mesure d'identifier les éléments de membrane d'osmose inverse devant être remplacée.

Le transfert du débit de l'eau traitée devra être également être contrôlée et enregistrée.

5.1.8 Considérations des Technologies et Produits de Marque Japonaise

L'usine de dessalement par membranes d'OI comprend une variété d'équipements tels que les membranes d'UF pour le pré-traitement, les membranes d'OI pour le dessalement, les pompes à haute pression, les pompes booster, les systèmes de récupération d'énergie, les équipements de traitement d'eaux usées etc. Plusieurs firmes japonaises ont développé et sont entrain de développer des produits et technologies de pointes dans le but d'améliorer la qualité de l'eau produite et à moindre coût. Dans cette sous-section, de tels produits et technologies des firmes japonaises sont présentés et les possibilités de leur utilisation dans ce Projet sont prises compte comme suit:

(1) Membranes d'OI pour le dessalement

Les ventes mondiales des membranes d'OI fabriquées au Japon pour le dessalement de l'eau de mer sont illustrées dans la Figure 5.1.8. La part du marché est d'environ 50% en 2008. Il a été rapporté également que cette part du marché des membranes japonaises est encore en hausse.

Il existe trois fabricants japonais de membranes d'OI: Nitto Denko (SWC séries) et Toray (SU séries) qui produisent des types en forme de spirale et Toyobo (HR séries) qui produit des types en fibres creuses.

Ces firmes fournissent une variété de membranes d'OI, en fonction de la cible qu'on aimerait éliminer dans l'eau et son exploitation dans l'environnement : membranes d'OI à haute efficacité d'élimination du bore, surface de membranes d'OI finis ayant un faible encrassement etc.

En raison des nombreuses performances antérieures et de la technologie de pointe, leur introduction dans l'Usine de Dessalement aux Mamelles s'avère acceptable.

(2) Membranes d'UF pour le pré-traitement

Les membranes d'UF fabriquées par Sumitomo Electric (PORE FLOW avec membranes PTFE) et par Asahi Kasei (Microza de membranes PVDF) produisent une excellente performance dans le procédé de pré-traitement pour le dessalement de l'eau de mer en termes de tolérance physique et de stabilité chimique.

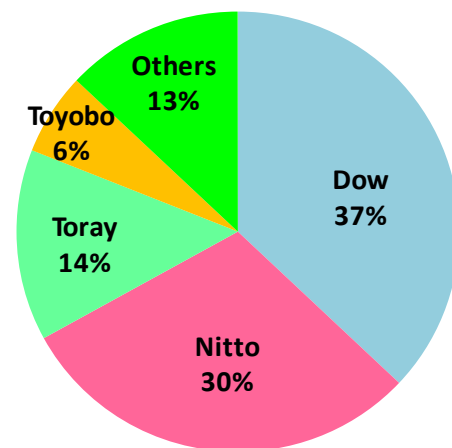
En particulier, les membranes d'UF de Sumitomo Electric, fabriquées à partir de PTFE, sont tolérantes à la pollution.

Par conséquent, son introduction dans l'Usine de Dessalement aux Mamelles est fortement escomptée.

(3) Pompes pour dessalement d'eau de mer

Les usines de dessalement de l'eau de mer sont équipées de divers types de pompes telles que la pompe de prise, la pompe d'alimentation, la pompe à haute pression, la pompe booster, la pompe de transfert etc. Il est important d'utiliser les pompes ayant une forte résistance à la corrosion et des performances antérieures élevées pour cette application.

Les fabriques de pompes japonaises comportent des technologies suffisantes pour les exigences ci-dessus. En outre, les firmes Kubota et Dengyosha offrent tous les types de pompes.



Source: Fuji Kezai

Figure 5.1.8 Part du marché des ventes de membranes d'OI japonaises

En particulier, Torishima en tant que fabricant de pompes japonaises totalise 50% des parts du marché dans le Moyen Orient et 40% des parts mondiales pour les pompes de dessalement d'eau de mer. Par conséquent, l'introduction des pompes japonaises est fortement escomptée.

(4) Constructeurs d'usines

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. et Hitachi enregistrent des performances antérieures sur la construction d'usine de dessalement comprenant les méthodes d'évaporation et de membranes d'OI.

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. a construit plus de quatre (4) usines de dessalement. Et Hitachi est en train de mettre en œuvre le projet de construction d'une usine de dessalement d'OI en Iraq avec un contrat de type DBO (Conception, Construction et Exploitation)

(5) Nouvelles technologies de dessalement de l'eau de mer avec procédé de membranes d'OI au Japon

Il existe des défis concernant les technologies actuelles de dessalement de l'eau de mer: réduction de la charge de pollution dans la nature qui est générée par la contamination chimique et le coût d'exploitation. Les technologies de pointe suivantes sont développées au Japon en particulier pour la réduction de la consommation électrique et le coût de construction:

1) Système de Récupération d'Énergie (SRE)

Il y a deux types de SRE fabriquées au Japon.

- Le type circulaire est produit par Kubota. Son taux de récupération d'énergie est supérieur à 95%.
- Dans le monde, 98% du ratio de récupération a été réalisé par Energy Recovery, inc. De ce fait, la technologie de Kubota a Presque atteint le top niveau mondial.
- Kubota a effectué des démonstrations du système qui combine une pompe à haute pression avec celle booster.
- Vu que la technologie a été établie, l'introduction du SRE de type circulaire sera attend dans un future proche.
- Un type de piston (méthode isobare) de SRE est en train d'être promu par Dengyosha. Ce système est toujours dans sa phase de développement ; et par suite, il serait difficile de l'installer au niveau de l'Usine de Dessalement des Mamelles.

2) Système « Megaton » (Système d'eau « Megaton ») /NEDO

Le système « Megaton » est un nouveau système de dessalement basé sur les concepts suivants.

- Réduction des coûts de fabrication par l'agrandissant des composantes et la diminution de leurs quantités.
- Réduction coût de la construction en écourtant la période de construction sur le site en raison de la fabrique d'unités d'installations, qui résulte seulement d'un simple assemblage sur le site. (Cette méthode permet de réaliser l'amélioration de la qualité du produit final.)

- Réduction de la charge de pollution en réduisant l'utilisation des produits chimiques.
- Réduction du coût de fabrication en agrandissant le SER et les éléments d'OI (production d'éléments de membranes d'OI à 16 pouces avec 4 fois la surface de la membrane comparé aux éléments conventionnels de membranes d'OI à 8 pouces)
- Économie d'énergie par le développement de types de membranes d'OI à faible pression avec une capacité de taux de haute récupération.

Les éléments d'OI à 16 pouces ont été commercialisés par Nitto et TORAY. Le test de démonstration du système « Megaton » est en train d'être transporté hors du Japon et sera bientôt en démarrage en Arabie Saoudite.

Par conséquent, l'introduction du système « Megaton » sera attendue dans un futur proche.

3) Système « Remix Water » (Hitachi)

Le système « Remix Water » produit de l'eau douce avec une faible pression en réduisant la pression osmotique de l'eau de mer brute en la mixant avec des eaux usées traitées (la pression osmotique d'une eau de mer de 2,5 MPa peut être réduite à 1,0 MPa). En outre, ce système peut réduire la charge de pollution par l'utilisation des eaux usées.

Dans l'avenir, lorsque d'autres usines de traitement d'eaux usées seront construits dans la Région de Dakar, les usines de dessalement pourront être construites également à leurs côtés afin d'appliquer le système « Remix Water » pour produire de l'eau douce utilisée à d'autres fins, excepté l'eau potable.

5.2 Conception de l'ouvrage de Prise d'Eau de Mer

5.2.1 Conditions de Conceptions

(1) Débit entrant

Le débit entrant est calculé en fonction du volume d'eau traitée produite et du taux de conversion des membranes d'UF et d'OI comme présenté ci-dessous.

- Phase 1: 129120 m³/jour (1.494 m³/sec)
- Phase 2: 258 420 m³/jour (2.989 m³/sec)

(2) Niveau de la Marée

L'Équipe d'Étude de la JICA a procédé à l'examen des données sur les marées observées au niveau de la région de Dakar sur une période de cinq ans (2010 - 2014) ainsi qu'à la description de la situation de la marée en termes de conception présenté dans le Tableau 5.2.1. Les coordonnées géographiques de la station au niveau de la zone est 14°40'29.15"N; -17°25'33.76"W.

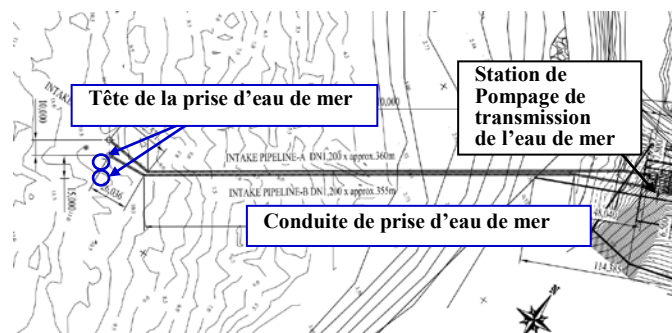
Tableau 5.2.1 Description du Niveau de la Marée

	Niveau de la marée	Observations
Niveau d'Élévation Extrême des Eaux (NEEE)	NMM +1.84 m	NEEE+ 0.8 m. Élévation du niveau de Niveau de la mer d'ici 2080 est envisagée)
Niveau Élevé des Eaux (NEE)	NMM +1.04 m	Plus haut niveau observé depuis cinq ans (septembre 2012 et août 2014)
Niveau Moyen de la Mer (NMM)	±0 m	
Niveau Bas des Eaux (NBE)	NMM - 0.86 m	Le niveau plus bas observé depuis cinq ans (février 2011)
Niveau de Référence de la Carte Marine (NRCM)	NMM - 0.98 m	NRCM = NMM + 0.98 m

Source: L'Équipe d'Étude de la JICA

5.2.2 Tête de Prise d'Eau de Mer

La Figure 5.2.1 présente le plan d'implantation général de l'ouvrage de prise d'eau de mer. La tête de la prise d'Eau de Mer sera placée à une profondeur de dix (10) mètres afin d'avoir une eau de mer de bonne qualité. L'eau de mer circule dans la tête de la prise à travers un dégrilleur dont l'extrémité inférieure est située à 2 m au niveau du fond marin pour protéger la prise des matières solides en suspension présent dans la couche inférieure. Le dégrilleur permet d'enlever ou retenir les poissons ainsi que les grosses particules.



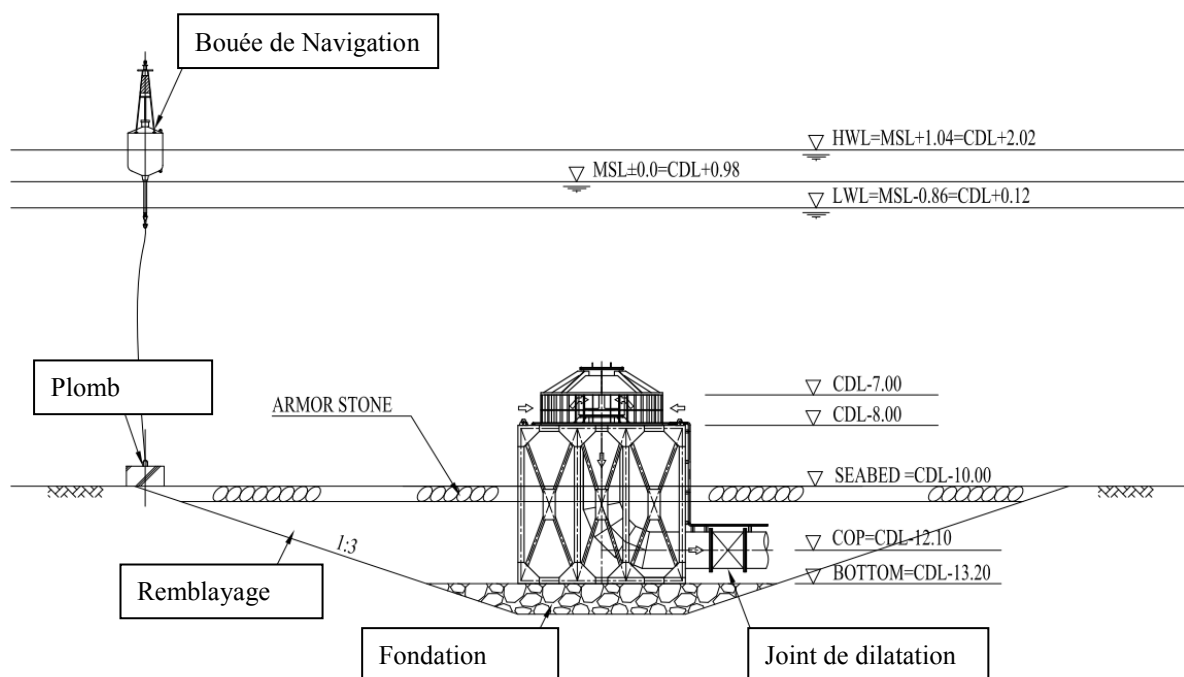
Source: Equipe d'Etude de la JICA

Figure 5.2.1 Plan d'Implantation Général de l'Ouvrage de Prise d'Eau de Mer

Pour lutter contre d'éventuels affaissements autour de structure, il sera installé une armature de grosses pierres déposées sur un remploi de sable avant de placer l'ouvrage. En plus, une bouée en guise d'indicateur sera fixée auprès de la tête de prise comme représenté sur la Figure 5.2.2.

Les spécifications de la tête de prise sont telles que décrites ci-dessous:

- Type: Bouchon de Vitesse
- Taille de la tête de Prise d'eau de mer: 5,5 m (longueur) x 5,5 m (largeur) x 7,1 m (hauteur)
- Diamètre du Bouchon de Vitesse : $\phi 4.0$ m
- Hauteur du point de prise: 2,0 m à partir du fond marin
- Matériau: acier au carbone avec revêtement époxy
- Espacement entre les grilles du dégrilleur: 0,3 m



Source: Équipe d'Étude de la JICA

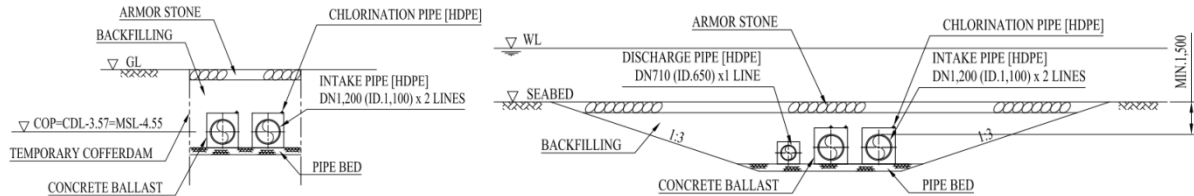
Figure 5.2.2 Tête de la Prise d'eau de Mer

5.2.3 Conduite de Prise d'Eau de Mer

Les deux conduites de prise d'eau de mer seront installées dans la direction verticale opposée aux isobathes du fond marin afin de réduire leur longueur. Par conséquent, la longueur de chaque conduite sera d'environ 350 m, partant de la bache de prise au niveau de la station de pompage d'eau de mer jusqu' à la tête de la prise d'eau de mer, comme présenté sur la figure 5.2.4. Afin d'assurer une inspection visuelle, sécurisée et efficace à l'intérieur des conduites par les plongeurs, deux regards de visites seront installés au niveau de chaque conduite de prise.

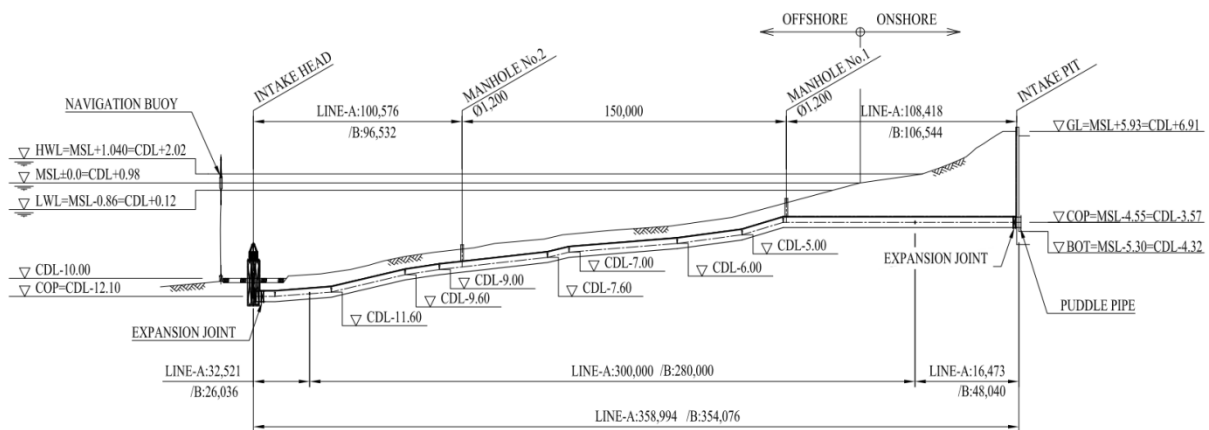
- Nombre de conduits : 2
- Diamètre de la conduite : DN 1200 mm (1100 mm ID)

- Longueur: 350 mm (de la bêche de prise au niveau de la station de pompage d'eau de mer jusqu' à la tête de la prise d'eau de mer)
- Matériau: Polyéthylène Haute Densité (PEHD)
- Nombre de regard de visite: 2 (distant de 150 m chacun)



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.2.3 Profile en travers des Conduites de Prise Marines et Terrestres



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.2.4 Coupe Longitudinale des Conduites de Prise d'eau de mer

5.2.4 Conduite de Dosage du Chlore

Pour empêcher les organismes marins de se coller à l'intérieur des conduites de prise d'eau, le chlore sera injecté dans les conduites au niveau des têtes de prise. La concentration de chlore dans la conduite de dosage est déterminée pour contrôler celle des conduites de prise. La concentration de chlore sera contrôlée en fonction des fréquences des organismes marins inspectés par les pilotes. Les conduites de dosage de chlore seront installées au niveau des conduites de prise comme décrit dans la Figure 5.2.3.

- Nombre de conduites: 2 (pour chaque conduit de prise)
- Diamètre des conduites: DN50 mm (ID 40 mm)
- Longueur 530 mm (A partir de la chambre de prise dans la station de pompage de transmission d'eau de mer vers la tête de la prise)
- Matériau: Polyéthylène Haute Densité (PEHD)
- Gamme contrôlable de concentration de chlore dans la conduite de prise: 0,5 à 2 ppm

5.3 Conception de la Station de Pompage de l'Eau de Mer

5.3.1 Conditions de Conception

Les ouvrages installés au niveau de la station de pompage de l'eau de mer sont conçus sur la base des conditions ci-dessous.

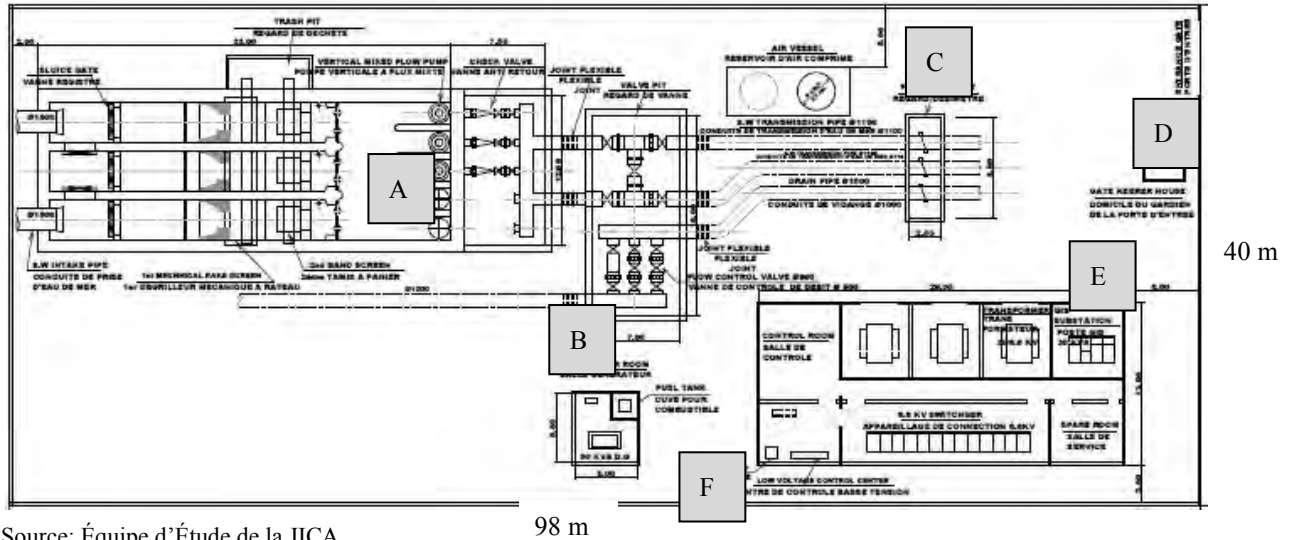
- 1) Conception de la capacité de la prise d'eau de mer
 - Phase 1 : 129 120 m³/jour
 - Phase 2 : 129 120 m³/jour (Additionnel)
- 2) Eau de mer
 - Niveau maximal d'eau de mer : 2,87 m au dessus du niveau moyen de la mer (niveau maximal dans les 5 prochaines années)
 - Niveau d'élévation marin prévisionnel suppose : +0,8 en 2080
 - Gravité spécifique : 1,03 (1,025 à 1,03)
- 3) Superficie de l'installation
 - Niveau de la station de pompage par rapport au sol: 5,93 m au dessus du niveau moyen de la mer
 - Superficie : 98 m x 40 m (0,39 ha)
- 4) Niveau de l'eau
 - Niveau maximal d'eau dans la bache de pompage: 3,67 m au dessus du niveau moyen de la mer
 - Niveau minimal d'eau dans la bache de pompage : -3,6 m au dessus du niveau moyen de la mer
 - Niveau maximal d'eau dans le réservoir de réception: 53,00 m au dessus du niveau moyen de la mer (se trouvant au niveau de l'usine de dessalement de l'eau de mer)
 - Niveau minimal d'eau dans le réservoir de réception: 49,00 m au dessus du niveau moyen de la mer (se trouvant au niveau l'usine de dessalement de l'eau de mer)
- 5) Puissance de réception du poste principal de l'usine de dessalement de l'eau de mer
 - Cellule d'arrivée Moyenne Tension : 30 kV
 - Nombre de lignes d'alimentation : Un (1)

5.3.2 Plan d'Implantation Général

Les principaux ouvrages à construire au niveau de la station de pompage de l'eau mer sont énumérés dans le Tableau 5.3.1 et leur plan d'implantation est décrit dans la Figure 5.3.1.

La superficie de la station de pompage est un terrain rectangulaire long. Concernant les préparatifs du terrain, il sera nécessaire de couper une pente raide située au pied de la colline appelées les Mamelles.

Au niveau du terrain, la chambre de pompage, qui recevra l'eau de mer sera située sur la côte, alors que celle électrique sera située au côté opposé. Pour minimiser les impacts négatifs liés aux éventuelles nuisances sonores, la chambre du groupe électrogène sera installée au centre du terrain. Un terrassement d'une longueur d'au moins 4 m sera maintenue entre les habitations et la station de pompage afin d'aménager un passage assez large pour les travaux d'E&M.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.3.1 Plan d'Implantation de la Station de Pompage de l'Eau de Mer

Les ouvrages localisés au niveau de la station de pompage sont présentés dans le Tableau 5.3.1.

Tableau 5.3.1 Principaux Ouvrages installés dans la Station de Pompage de l'Eau de Mer

Code	Ouvrages	Fonctions
A	Chambre de pompes	Dégrillage et pompage de l'eau de mer
B	Chambres des vannes	Contrôle le débit de rejet de saumures et permet l'arrêt du débit transitant les conduites de transfert
C	Ballon anti-bélier	Permet de lutter contre les surpressions dans le but de protéger les conduites de transfert de l'eau de mer
D	Regard pour débitmètres	Permettent de mesurer les débits de rejet de saumures et de l'eau de mer
E	Chambre électrique	Cellules d'arrivée et d'Alimentation électriques ; Contrôle et Surveillance des installations
F	Chambre du groupe électrogène	Alimentation électrique en cas d'urgence

Source: Équipe d'Étude de la JICA

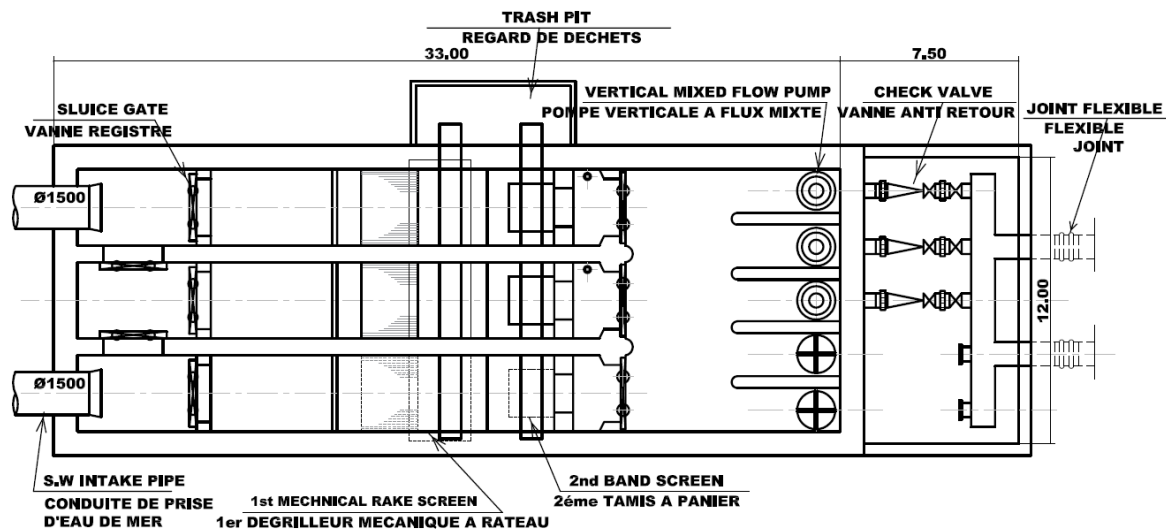
5.3.3 Conception de l'Ouvrage

(1) Ouvrages installés dans la chambre de pompage

L'eau de mer brute utilisée dans le dessalement s'écoule gravitairement dans les conduites installées sous le fond marin du point de prise jusqu'à la bache de pompage de la station de pompage d'eau de mer. Par conséquent, la bache de pompage, située sur la Côte au niveau du terrain de la station de pompage doit être implantée autant que possible à une hauteur relativement profonde. Le niveau du sol

du terrain sera de 5,93 m (au-dessus du niveau moyen de la mer) qui représenterait l'élévation moyenne du niveau actuel du sol. Ce niveau est de 2,26 m plus haut que la hauteur maximale de 3,67 m (au-dessus du niveau moyen de la mer) des vagues de l'océan qui prend en compte la possible montée du niveau de la mer du fait des changements climatiques à l'horizon 2080.

Comme présenté dans la Figure 5.3.2, trois canaux dont une pour les travaux de maintenance seront construits au niveau de la chambre de pompages. Ces canaux fonctionneront comme bassin d'épuration pour éliminer autant que possible le sable/les coquillages dans l'eau de mer avant le pompage. Pour dégager les débris tels que les algues, les poissons et les coquillages, durant la Phase 1, deux canaux sur trois seront équipés d'un 1^{er} et 2nd dégrilleur. Les dégrilleurs du troisième canal seront installés durant la Phase 2. Concernant la pompe de transmission, trois unités sur cinq seront installées durant la Phase 1.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.3.2 Plan d'Implantation des Ouvrages installés dans la Chambre de Pompage

1) Porte d'écluse

Pour vider les canaux et permettre la maintenance des dégrilleurs (ouvrages permettant d'éliminer le sable/coquillages qui se seront accumulés dans le canal), des portes d'écluse seront installées à l'entrée des canaux. Les caractéristiques de ces portes sont décrites ci –après :

- Taille : 2,5 m de large et 3 m de hauteur ;
- Fonctionnement : Courant électrique;
- Nombre : 8 Unités ;
- Matériaux : Acier Inoxydable.

2) Conduite de dosage du chlore

L'eau chlorée préparée dans l'usine de dessalement sera dosée au niveau des premiers dégrilleurs afin de protéger les ouvrages contre l'accumulation des coquillages. Les équipements de dosage sont installés dans la chambre de pompage pour faciliter le contrôle du débit d'injection.

3) Système du 1er dégrilleur

Le 1er dégrilleur sert à collecter les débris de grande taille. Ces caractéristiques sont décrites ci-dessous:

- Type : Type Râteau
- Espacement des barreaux : 40 mm
- Fonctionnement : Automatique
- Hauteur : 11,23 m
- Largeur : 3 m
- Matériaux : Acier Inoxydable
- Nombre : 2 Unités (dont une en réserve) pour la Phase 1
: 1 Unité (additionnelle) pour la Phase 2
- Matériaux : Acier Inoxydable.

4) Système du 2nd Dégrilleur

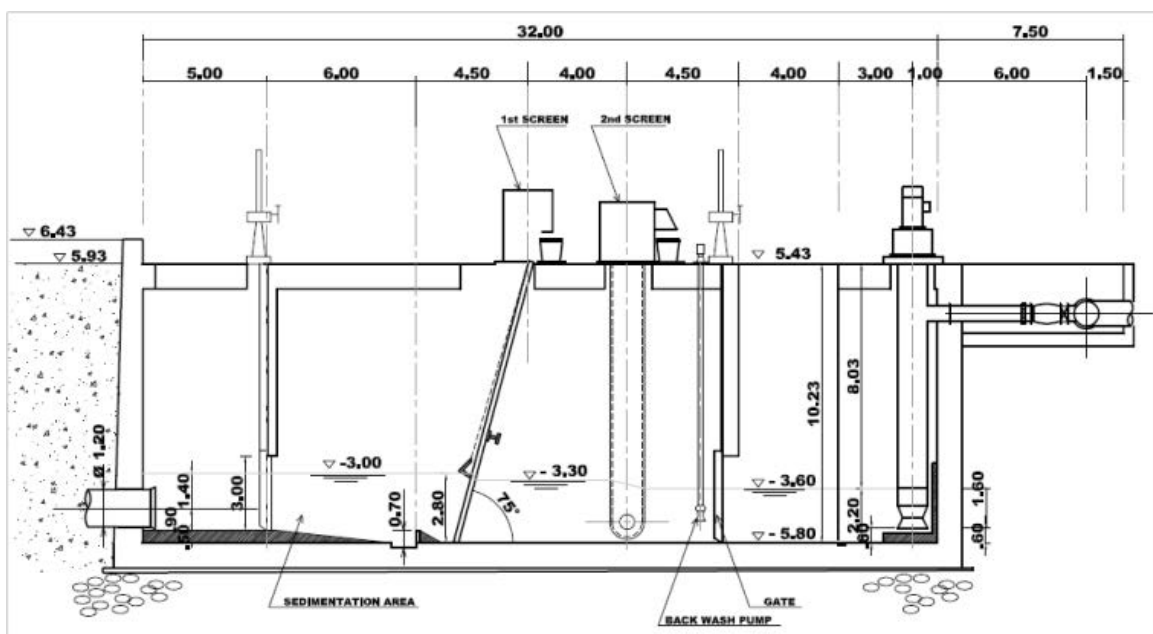
Le 2nd dégrilleur sert à collecter les débris de petite taille.

- Type : Type circulaire de tamis à maille fin
- Lavage des débris : par pompe à retro-lavage
- Espacement des barreaux : 10 mm
- Fonctionnement : Automatique
- Hauteur : 11,23 m
- Largeur : 3 m
- Matériaux : Acier Inoxydable
- Nombre : 2 Unités (dont une en réserve) pour la Phase 1
: 1 Unité (additionnelle) durant la Phase 2
- Matériaux : Acier Inoxydable.

5) Pompes de transmission d'eau de mer

Les pompes transporteront de manière continue l'eau de mer vers l'usine de dessalement. La coupe transversale de la chambre de pompage est présentée dans la Figure 5.3.3.

- Type : Pompe verticale à flux mixte
- Fonctionnement : Contrôle à partir de la chambre électrique située dans la station de pompage et dans l'usine de dessalement
- Diamètre de la pompe : 600 mm
- Capacité du débit : 64 560 m³/jour/pompe
- Hauteur Manométrique Totale : 62 m
- Capacité nominale du moteur : 650 kW
- Nombre : 3 Unités (dont une en réserve) pour la Phase 1
- : 2 Unités (additionnelles) pour la Phase
- Matériaux : Acier Inoxydable.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

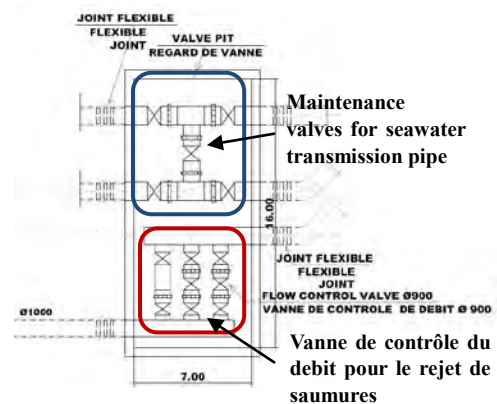
Figure 5.3.3 Section transversale de la Chambre de Pompage

(2) Chambre des vannes

La chambre des vannes renfermera les vannes de contrôle du débit de rejet de saumures et celles de maintenance des conduites de transmission de l'eau de mer comme le montre la Figure 5.3.4.

1) Vannes de contrôle du débit du rejet de saumure

Le débit de saumure provenant de l'usine de dessalement devra être régulé afin d'éviter d'avoir



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.3.4 Plan d'Implantation des Vannes

des vitesses excessives dans la conduite de rejet. Les spécifications générales des vannes de régulation du débit sont décrites ci-dessous:

- Type : Vanne de contrôle du débit ;
- Diamètre : 900 mm;
- Fonctionnement : Contrôle automatique avec débit de saumure provenant de l'usine de dessalement ;
- Nombre : 2 Unités (dont une en réserve) pour la Phase 1 ;
: 1 Unite pour la phase 2.

2) Vannes de Maintenance

L'eau de mer sera transportée de la station de pompage vers l'usine de dessalement par deux conduites de diamètres 1 100 mm chacune. Chaque conduite transférera une capacité de 50 00 m³/jour vers l'usine de dessalement. Pour permettre un fonctionnement flexible durant les travaux de maintenance ou en cas d'accident de conduites, cinq (5) vannes seront installées dans la chambre de pompage pour arrêter l'écoulement de l'eau dans les conduites

- Type : Vanne papillon
- Diamètre : 1 100 mm
- Fonctionnement : Manuel
- Nombre : 5 Unités

(3) Ballon Anti-bélier

Dans les systèmes d'adduction d'eau existants, la SONES a eu à faire face à un grand nombre d'accidents causés par les coups bélier qui se produisent lors d'une soudaine coupure du système de pompage. Pour protéger les conduites de transfert d'eau de mer cause par des accidents similaires, la station de pompage de l'eau de mer sera équipée d'un dispositif anti-bélier. La capacité supposée de la ballon anti-bélier est de 60 m³ pour chaque conduite. Celle-ci sera amplement analyse et déterminé dans la phase de conception détaillée. Les caractéristiques du ballon anti-bélier sont présentées ci-après :

- Emplacement :Espace libre dans le site de la Station de pompage ;
- Nombre :1 Unité pour la Phase 1
:1 Unité (additionnelle) pour la Phase 2
- Capacité du ballon anti-bélier: 60 m³
- Matériaux : Acier Inoxydable.

(4) Regard pour Débitmètres

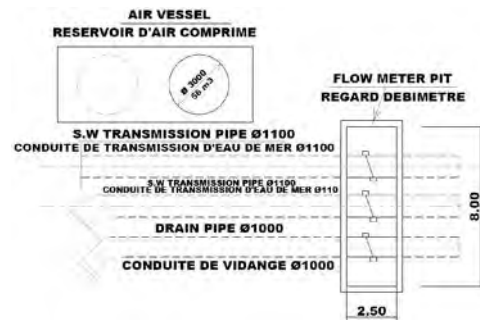
Un total, trois (3) débitmètres seront dédiés aux conduites de transfert d'eau de mer et de rejet de saumures. Ces débitmètres seront installés dans le Regard des débitmètres, présenté à la Figure 5.3.5. Les signaux de chaque débit seront transmis au panneau de Contrôle de la chambre électrique de la Station de Pompage. Le signal du débit de la conduite de rejet de saumure sera connecté avec le contrôle automatique de la vanne de régulation du débit du rejet de saumure.

- Type : Ultrasonique
- Nombre : 3 Unités (installée à la Phase 1)
- Diamètre : $\varnothing 1100$ mm (2 unités pour les conduites de transmission de l'eau de mer)
: $\varnothing 1000$ mm (1 unité pour les conduites de rejet d'eau de mer)
- Matériaux : Acier Inoxydable.

(5) Chambre électrique

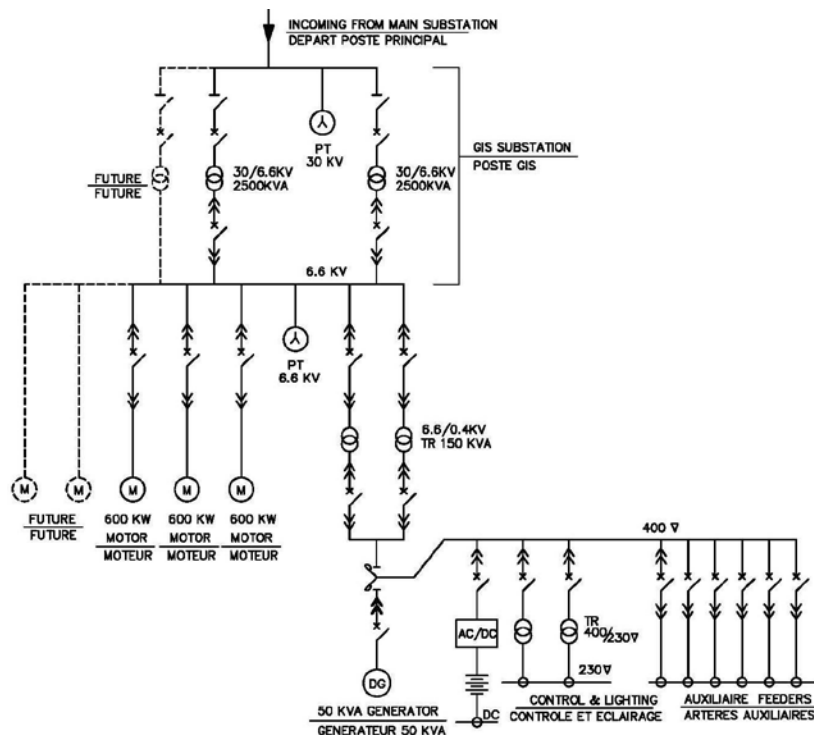
La puissance électrique dans la station de pompage d'adduction d'eau de mer sera alimentée par une ligne de distribution de 30 kV provenant du poste électrique devant être construit dans la zone des réservoirs des Mamelles. Un poste de 2,5 MVA et deux transformateurs de basses tensions de 30/6,6 kV seront installés dans la chambre électrique pour réduire les endommagements sur les équipements due au vent salé. Le poste électrique sera de type blindé ou sous enveloppe métallique est avantageux vue qu'il est compacte et peut résister contre l'air salée de l'atmosphère.

La puissance électrique requise au niveau de la station de pompage sera de 2,5 MVA. Le nombre d'unités de transformateurs sera au nombre de deux (2) dont une en réserve pour la phase 1 et un (1) autre pour la phase 2.



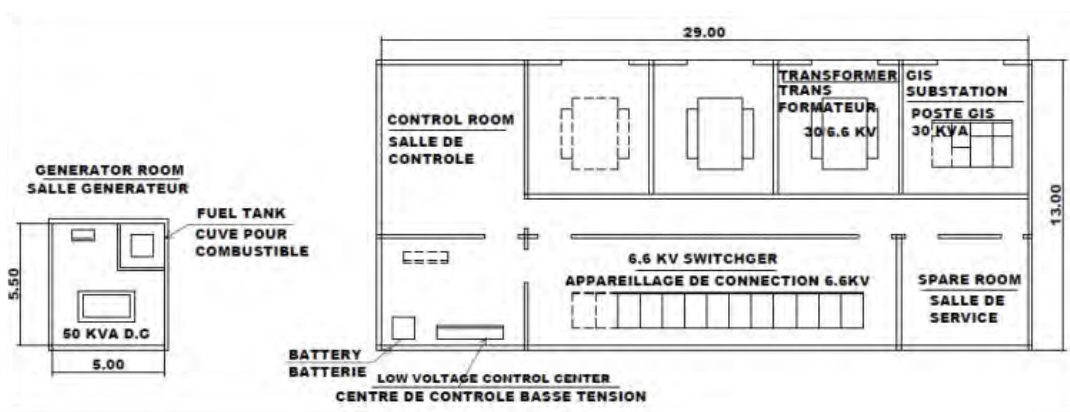
Source: Équipe d'Étude de la JICA

**Figure 5.3.5 Plan d'Implantation
Regard des Débitmètres et de la Ballon
Anti-Bélier**



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.3.6 Schéma Unifilaire de la Station de Pompage d'Eau de Mer



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.3.7 Plan d'Implantation de la Chambre Électrique

Le Schéma Unifilaire et le plan d'implantation de la salle électrique sont présentés respectivement dans les Figures 5.3.6 et 5.3.7.

(6) Chambre du Groupe du électrogène

La station de pompage de l'eau de mer recevra la puissance électrique transmise par le poste de 90/30kV situé dans les locaux des Réservoirs des Mamelles. La haute fiabilité des lignes de 90 kV permettra d'assurer que peu de coupures se produiront et l'électricité alimentée sera stable. Par conséquent, le groupe électrogène n'aura pas besoin de couvrir les pompes principales mais seulement les charges suivantes pour des raisons de sécurité:

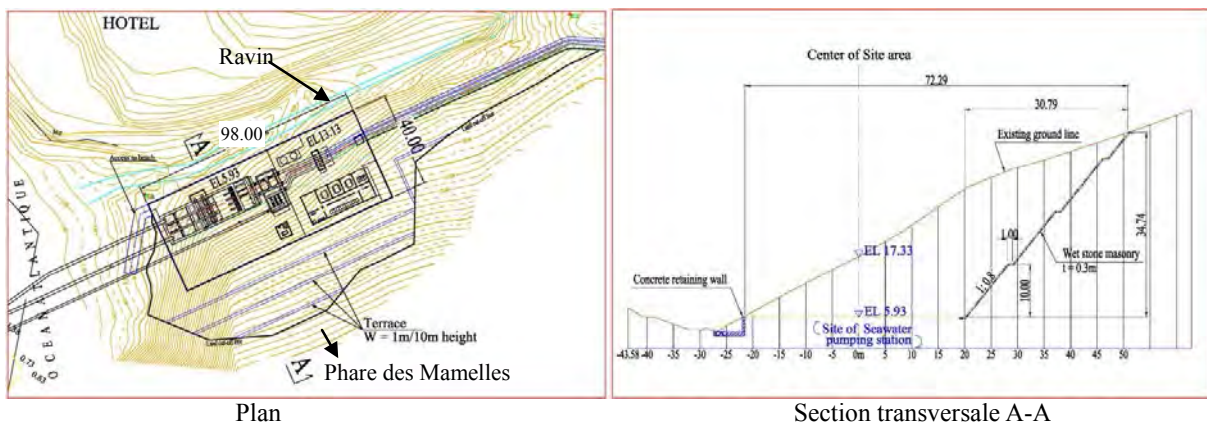
- Puissance de contrôle;
- Instruments;
- Éclairage;
- Ventilateurs;
- Climatiseurs;
- Chargeur puissance DC;
- Supervision.

Spécification du groupe électrogène:

- Type : Groupe électrogène Diesel;
- Capacité : 50 kVA;
- Démarrage : Démarrage automatique par signal en cas de coupure ;
- Nombre : 1 Unité

5.3.4 Conception de l'Aménagement du Terrain

La station de pompage est située à 50 m de la côte dans le but d'éviter la limitation des activités de loisirs au niveau de la plage. Cette station se trouve au pied de l'une des collines appelées « Les Mamelles » et dont le sommet est à une altitude de +106 m au-dessus du niveau de la mer. En raison de la topographique, la coupe de la pente sera nécessaire afin d'assurer un terrain plat pour la construction de la station de pompage. Le plan et la section transversale du site de la station de pompage sont présentés dans la Figure 5.3.8.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.3.8 Plan et Section Transversale du Site de la Station de Pompage de l'Eau Mer

Le site sera nivelé à deux niveaux différents (+5,93 m au-dessus du niveau moyen de la mer et +13,13 m) en raison de l'existence d'un ravin étroit, situé juste au côté nord du site. Dans le cadre du Projet, un mur de soutènement sera construit pour protéger le ravin. La pente du côté de la colline sera aménagée à une inclinaison de 1:0,8 par des moellons en maçonnerie humides et des terrassements de 1 m de large seront aussi aménagés à chaque hauteur verticale de 10 m.

5.4 Conception des Conduites de Transmission d'Eau de Mer

5.4.1 Conditions de Conception

Les conduites de transmission d'eau de mer transporteront l'eau de mer de la station de pompage d'eau mer vers le réservoir de réception de l'usine de dessalement. Les conditions de conception de la conduite sont présentées dans le Tableau 5.4.1.

Tableau 5.4.1 Conditions de Conception des Conduites d'Adduction d'Eau de Mer

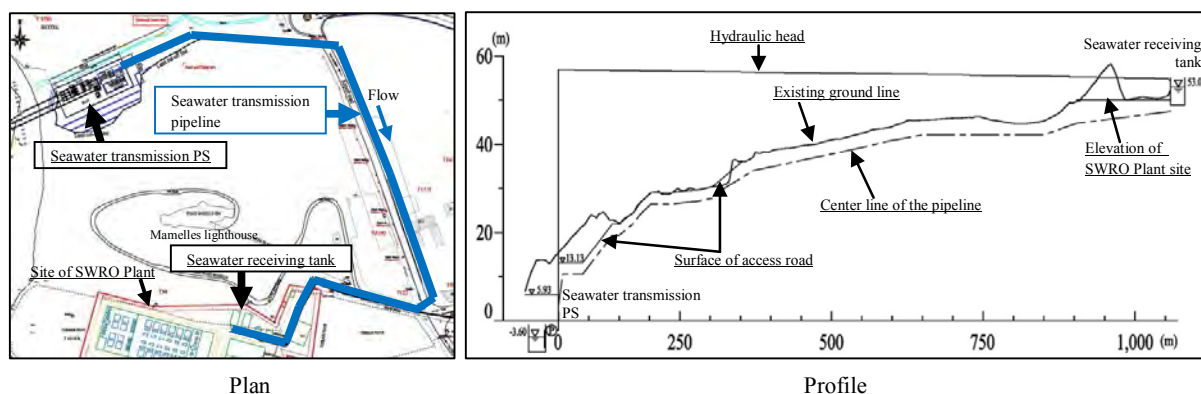
Description	Condition
Nombre de conduites	2 conduites
Débit	1,494 m ³ /s pour chaque conduite
Le niveau de l'eau au niveau de la station de pompage d'adduction d'eau de mer (= Niveau minimal de l'eau la dans de bache de pompage)	-3,60 m au-dessus du niveau moyen de la mer
Niveau de l'eau dans l'usine de dessalement (=Niveau maximale de l'eau dans le réservoir de réception d'eau de mer)	+53,00 m au-dessus du niveau moyen de la mer
Pression d'eau maximale (=Hauteur manométrique totale des pompes transmissions d'eau de mer)	0,62 MPa

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.4.2 Conception de la Conduite

(1) Plan and profile

Le plan et le profil simplifié, qui inclut le profil hydraulique des conduites sont présentés dans la Figure 5.4.1. Tous les croquis des conduites sont présentés dans l'Annexe 5-1. De la station de pompage d'adduction d'eau de mer à la route de l'aéroport, les conduites seront installées sous la route d'accès vers la station de pompage. Au niveau de la route de l'aéroport, les conduites seront installées au côté est de la route jusqu'à l'intersection avec la route d'accès menant vers le Phare des Mamelles. Dans toutes les sections, les conduites d'adduction d'eau de mer seront parallèles aux autres conduites installées dans le cadre du Projet notamment les émissaires de rejet de saumure et les conduites de chlore.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.4.1 Plan et Profil des Conduites d'Adduction d'Eau de Mer

(2) Spécifications

Comme résultats de la conception préliminaire, les spécifications des conduites d'adduction d'eau de mer sont présentées ci-dessous:

- Type Matériau de la conduite : Acier Revêtu pour les services d'eau
- Diamètre de la conduite : 1 100 mm
- Longueur : 1 010 m pour chaque ligne
- Nombre : 2 lignes à installer dans la Phase 1
- Couverture de terre maximale : 4,5 m

Concernant le nombre de conduites, chacune aura une capacité correspondant à la capacité de production prévue respectivement dans les Phases 1 et 2. Pour éviter des travaux de reconstruction lors de la 2^{ème} Phase au niveau de la route d'accès jusqu'à la station de pompage de transmission d'eau de mer, les deux conduites seront installées durant la Phase 1.

Concernant le choix des matériaux des conduites, la conception de la pression de l'eau du niveau standard et de celle en cours d'usage est décrite dans le Tableau 5.4.2. La comparaison des matériaux des conduites pour la transmission de l'eau de mer est présentée dans le Tableau 5.4.3.

Tableau 5.4.2 Norme, Conception de la Pression de l'Eau et Usage Réel des Matériaux des Conduites pour les Conduites de Transmission d'Eau de Mer

	1. Conduites en acier recouvert pour les services ds Ma	2. Conduite en Polyéthylène	3. Conduites en Mortier Fibré de Verres Renforcées de Plastique
Classification normalisca (Diamalis Nominal)	- $\phi 80 - 83\ 000$	- $\phi 10 - 300$ (JIS K6761, JIS K6762) - $\phi 16 - 12\ 000$ (ISO 4427)	- $\phi 200 - 22\ 000$ (JIS 5350)
Conception de la pression (Standard)	- 2,0 – 3,4MPa (JIS G3443, Test de pression)	- 0,24 - 1.7MPa (JIS K 6761, Pression acceptable) - 0,25 - 2,5MPa (ISO 4427, Pression nominale)	- 0,25 -1,3MPa (JIS A5350) Test de pression interne; 0,5 - 2,6MPa
Usage rsag	- Souvent utilisio interne; (Standard) Renforcle)céesPlastiqueux des Conduites pour les Conduites de Transmission d'Ea $\phi 150 - 5\ 800$)	- Jusqnt $\phi 300$ seulement comme diamètre normalisé au Japon - Dans le cas où la pression nominale est inférieure ou égale à 1,0MPa, l'ISO a une norme allant jusqu'à $\phi 2\ 000$. Dans le cadre de ce Projet, la pression nominale nécessaire est estimée être plus de 1,0MPa et le diamètre nominal devra être supérieur ou égal à $\phi 1\ 400$. Dans ce cas, la conduite ayant la norme concernée ne pourra pas être fournie dans le marché.	- Industrie de pisciculture, Centrale rme concernée ne pourra pas être four $\phi 1\ 000 - 2\ 100$, Pression interne: suppression i 0,5 – 1,3MPa) au Japon - Cependant, l'usage réel est très limité au Japon.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Référence: Usine de Dessalement de l'Eau de Mer de Hokutani, Okinawa, Japon: Les conduites en fonte ductiles et en acier avec protection électrique anticorrosion. La conduite comporte une rangée de diamètre plus grand en supposant la pénétration des organismes marins. Usine de Dessalement de Fukuoka, Japon: Conduite en résine béton, Usine de Dessalement de Sfax, Tunisie: PHD

Tableau 5.4.3 Comparaison des Matériaux des Conduites pour la Transmission de l'Eau de Mer

	1. Conduites en acier recouvert pour les services d'eau	2 Conduite en Polyéthylène	2. Conduites en Mortier Fibré de Verres Renforcées de Plastique
Forces	a	b (C au cas où les travaux de construction sont inappropriés) Il est fortement possible que la conduite soit endommagée lorsqu'elle est empilée en plusieurs étages, ou installée avec des nœuds ou pendue. Dans ces cas de figure, la force sera réduite.	b (C au cas où les travaux de construction sont inappropriés) - Il est fortement possible que la conduite soit endommagée lorsqu'elle est empilée en plusieurs étages, ou installée avec des nœuds ou pendue. Dans ces cas de figure, la force sera réduite. - Précautions sur la possibilité de faible compétence du produit basé sur les normes ISO en comparaison avec les normes JIS
R PrPrPratio schocs	a Précautions nécessaires quant aux dommages sur le revêtu	b Risques d'endommagements dus aux chutes des pierres provenant d'un lieu élevé	b Risques d'endommagements dus aux chutes des pierres provenant d'un lieu élevé
Risques d'endommagements	b (C au cas où les travaux de construction sont inappropriés) - Il existe une possibilité de construction inappropriée venant d'un lieu élevé - Examen ne une possibilité de construction inappropriée venant d'un lieu élevé - Prendre des précautions de construction inappropriée venant d'un lieu élevé normes ISO en comparaison avec les normes JIS des nœuds	a	a
Caractère des prp hydrauliques	b C = 130 Il est possible que le revêtement soit endommagé en raison de l'intrusion d'organismes marins, etc.	a C = 150	a C = 150
Procurabilita	a	c Il a rabilité que la conduite existe sur le marché mais en petite quantité.	b Produit basé sur les norms JIS est préférable.

	1. Conduites en acier recouvert pour les services d'eau	2 Conduite en Polyéthylène	2. Conduites en Mortier Fibré de Verres Renforcées de Plastique
Maniabilits	C - Technologie qualifiée nécessaire pour la soudure - Technologie qualifiée nécessaire pour le nouveau revêtement/vernissage - Difficulté des travaux de soudure durant les périodes de pluie - Précautions sur les endommagements du revêtu/vernissage	C - Equipement special nécessaire pour la soudure - Difficulté des travaux de soudure durant la pluie	C - Les travaux d'assemblage faciles en raison de raccordements multiprises et du poids léger - Protection en béton nécessaire aux points de courbure. En cas de tassement différentiel, il est probable que la conduite soit endommagée. Des études de fondation avec haute qualité et contrôle du compactage du sol sont nécessaires pour la conduite de la pression.
Usage reel au Ssage r	b ALG2: Conduite en acier φ1000 mm	c Aucune utilisation de grande conduite	d
Cocu	1,0 (Fournie en Europe)	1,0 (Fournie en Europe)	1,0 (Fournie en Japon)
Evaluation d'valuation	B - Situation d'approvisionnement nécessaire diteite soit endommagée - Examen minutieux des travaux de conception et de construction	C Faible procurabilitiers qualifiés diteite soit endommagée. Des études de fondation avec haute qualité et contrôle du compactage du sol	C Aucune utilisation pour les services d'approvisionnement en eau au Sénégal et examen minutieux des travaux de conception et de construction

Note: A&a: Excellent, B&b: Supérieur, C&c: Acceptable et d: Inférieur

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.5 Conception de l'Émissaire de Rejet de Saumure

5.5.1 Conditions de Conception

Les conduites d'adduction d'eau de mer transporteront la saumure provenant du réservoir d'effluents de l'usine de dessalement vers la mer. Son interface avec les « ouvrages de rejet de saumure » expliqués dans la Sous-section 5.6, est la vanne de régulation du débit dans la station de pompage d'eau de mer. Les conditions de conception de la conduite sont présentées dans le Tableau 5.5.1.

Tableau 5.5.1 Conditions de Conception de l'Émissaire de Rejet de Saumure

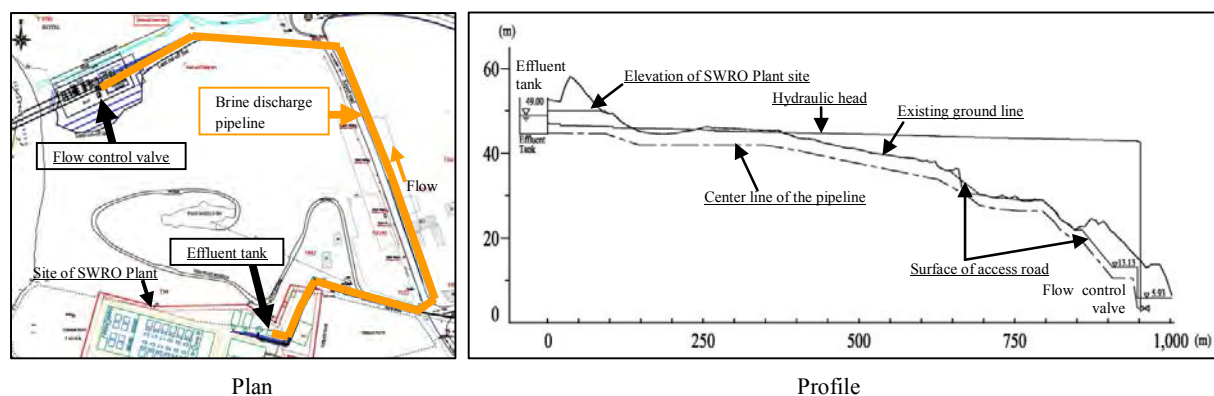
Description	Condition
Nombre de conduit	1 conduite
Débit	1,755 m ³ /s (Débit total après la Phase 2)
Niveau d'eau dans l'usine de dessalement (Niveau minimal de l'eau dans le réservoir contenant les effluents)	+49,00 m (au-dessus du niveau moyen de la mer)
Niveau de la conduite à la vanne de régulation du débit	+ 3.30 m (au-dessus du niveau moyen de la mer)
Pression d'eau maximale (HWL du réservoir d'effluents : 50 (au-dessus du niveau moyen de la mer – Elevation du débit mètre)	0,47 MPa

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.5.2 Conception de la Conduite

(1) Plan et profil

Le plan et le profil simplifié qui inclut le profil hydraulique des conduites sont présentés dans la Figure 5.5.1. Tous les dessins des conduites sont fournis dans l'Annexe 5-1. Les conduites seront installées parallèlement aux conduites de transmission de l'eau de mer.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.5.1 Plan et Profil de l'Émissaire de Rejet de Saumure

(2) Spécifications

Comme résultats de la conception préliminaire, les spécifications des émissaires de rejet sont présentées ci-dessous:

- Matériau des émissaires : Conduite en acier revêtu pour les services d'eau
- Diamètre des émissaires : 1 000 mm
- Longueur : 960 m
- Nombre : 1 (utilisé durant la Phase 1 et 2)
- Couverture de terre maximale : 4,5m

5.6 Conception des Ouvrages de Rejet de Saumures

5.6.1 Conditions de Conceptions

(1) Taux de rejet

Le taux de rejet de saumures est calculé comme étant la différence entre le débit entrant et le volume d'eau traitée produite comme illustré ci-dessous:

- Phase 1: 75 660 m³ / jour (0,876 m³/sec)
- Phase 2: 151 320 m³ / jour (1.751 m³/sec)

(2) Niveau de la marée

Le niveau de la marée est indiqué dans le Tableau 5.2.1.

(3) Salinité

Le taux de salinité de l'eau de mer est fixé à partir des résultats des analyses de la qualité de l'eau de mer effectuées par L'Équipe d'Étude à proximité du point de prise. La salinité de saumures rejetées est calculée sur la base de celle de l'eau de mer et du taux de recouvrement de l'usine de dessalement tel que présenté ci-dessous:

- Eau de mer brute: 32 000 - 35 000 (mg / L)
- Saumures à rejeté: 54 600 - 59 700 (mg / L)

(4) Température

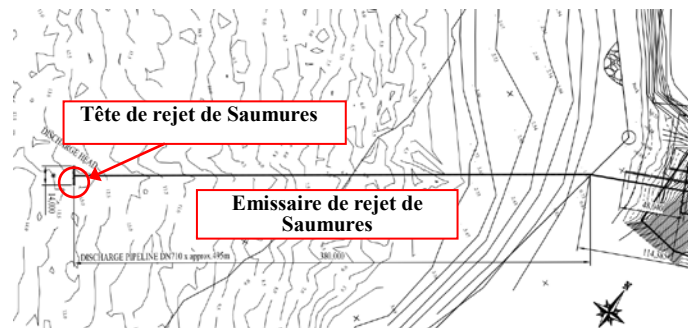
La température de l'eau de mer est fixée telle que présenté au niveau du paragraphe 5.1.1. La température de saumures à rejetée est supposée être supérieure à celle de l'eau brute d'un (1°C) en raison de l'élévation de la température au cours du procédé de dessalement tel que présenté ci-dessous:

- Eau de mer brute : 15 - 30 (°C)
- Saumure rejetée: 16 - 31 (°C)

5.6.2 Analyse de la Diffusion de la Saumure

(1) Objectifs

L'analyse de la diffusion de saumures est effectuée à un point de rejet proposé, représenté sur la Figure 5.6.1, afin de procéder à une simulation de l'impact des saumures sur les conditions marines. L'analyse est réalisée sur plusieurs conceptions alternatives de tête de rejet pour enfin sélectionner la meilleure option qui permettrait d'éviter le plus possible les impacts négatifs sur les milieux naturels et sociaux.



Source: Equipe d'Étude de la JICA

Figure 5.6.1 Plan d'Implantation Global de l'Ouvrage de rejet de Saumure

(2) Conditions de l'analyse

- Emplacement du point de rejet proposé: à 470 m du rivage (fixé par les données de l'Étude Bathymétriques comme tel que décrit dans le paragraphe 4.6.4.)
- Profondeur de l'eau: (NRCM) -15 m
- Courant de marée: Non considéré
- Température de la saumure

Pour les prévisions de salinité: 16 °C, pour les prévisions de vitesse : 31 °C

(Les valeurs ci-dessus représentent les deux conditions strictes dans la gamme possible).

- Salinité

Pour les prévisions de salinité: 59,7 (g/L), Prévisions sur la vitesse prévoit 54,6 (g/L)

(Les valeurs ci-dessus sont les deux les conditions strictes dans la gamme possible)

(3) Objectifs fixés pour les résultats d'analyse

Les résultats d'analyse doivent satisfaire aux conditions suivantes:

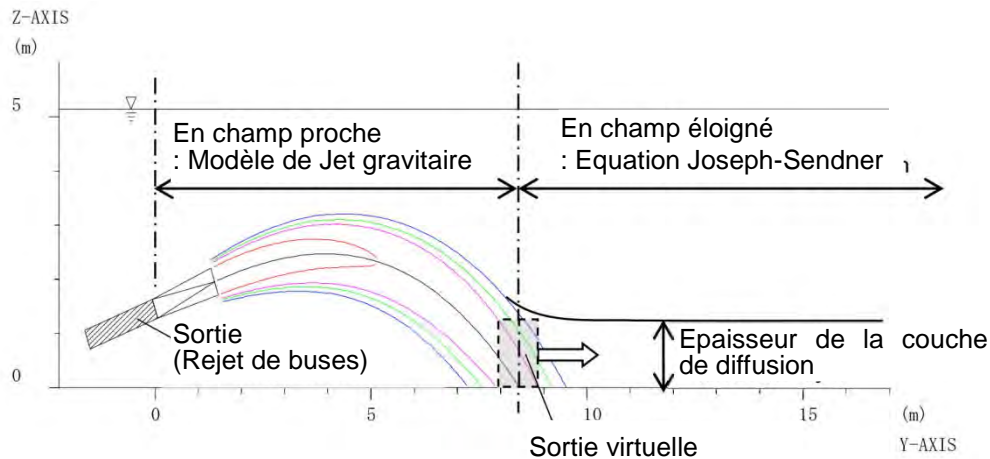
- La concentration des saumures doit être inférieure à 40 g/L avant d'atteindre le fond marin pour maintenir un environnement habitable (favorable) aux proies du mérou blanc qui est l'une des espèces de poissons la plus commercialisée près de la zone Mamelles.
- Les saumures dotées d'une vitesse de 0,25m/s ne doivent pas atteindre la surface de la mer afin d'éviter l'impact sur le trafic des navires ou bateaux.

(4) Méthodes

La portée de diffusion de saumures est divisée en champ proche (Near-field) et champ lointain (Far-field) afin d'évaluer leurs impacts (comme illustré sur la Figure 5.6.2) en raison des différentes caractéristiques de diffusion.

Le champ proche est défini comme la zone qui s'étend de la tête de rejet jusqu'à l'endroit où les saumures atteignent le fond marin. L'analyse de la diffusion dans la zone concernée est mise en œuvre à l'aide du Modèle Gravitaire de Jet, qui fournit des données relatives à la distribution de la salinité ainsi que la vitesse de diffusion de la saumure.

Le champ lointain est défini comme zone située en dehors champ proche. L'équation de Joseph-Sender est mise en application dans cette zone afin d'analyser la diffusion horizontale de la saumure. Les résultats des prévisions en champ proche (débit, salinité, épaisseur de la couche de diffusion, etc.) sont utilisés comme données d'entrée au niveau de la zone virtuelle de rejet pour l'analyse sur la diffusion horizontale de saumures en champ lointain.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

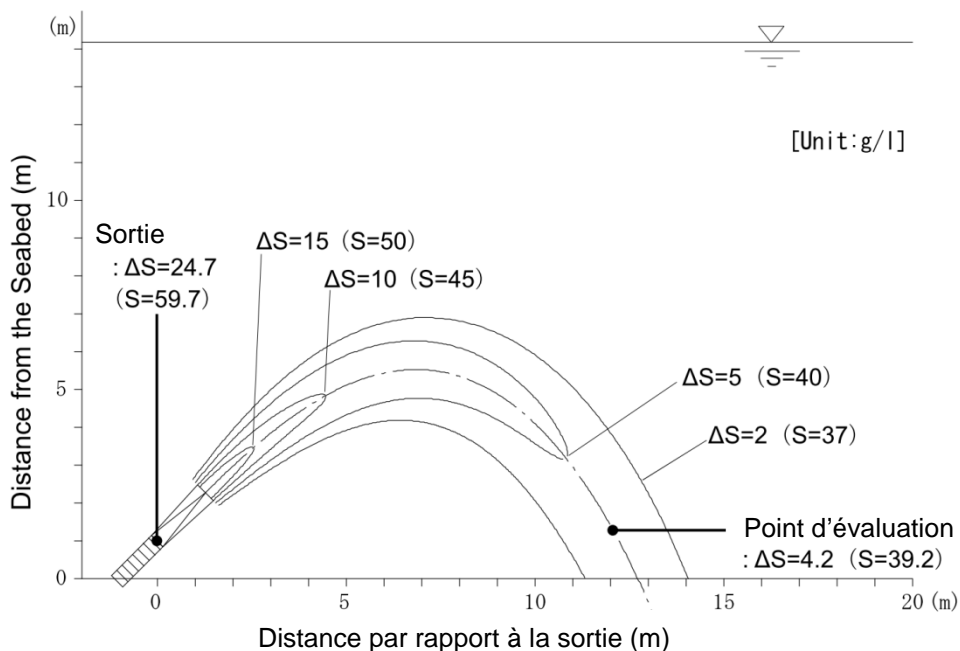
Figure 5.6.2 Gamme de la Diffusion et Méthodes d'Analyses de Diffusion de Saumures

(5) Distribution de la salinité et de la vitesse au niveau du champ proche

Sur la Base de l'analyse du Modèle Gravitaire de Jet en champ proche, les paramètres devant satisfaire aux exigences des objectifs fixés sont définis ci-dessous:

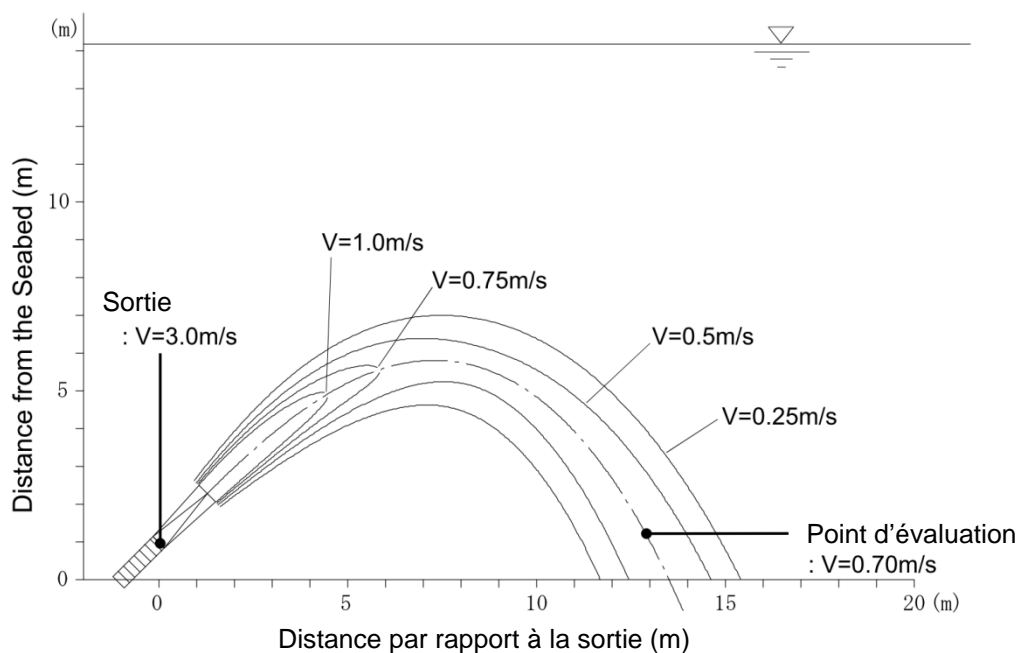
- Nombre de buses:
 - Phase 1: Deux buses (Les deux autres buses restante ne seront pas utilisées)
 - Phase 2: Quatre buses;
- Diamètre des buses: \varnothing 0,43 m;
- Angle d'inclinaison de buses: 45 °;
- Vitesse de sortie des saumures: 3.02 m/s ;
- Hauteur à partir du fond marin jusqu' au centre de la buse: 1 m

Les résultats de la distribution de la salinité et de la vitesse de diffusion en champ proche sont présentés sur les Figures 5.6.3, 5.6.4. Selon les indications de la Figure, il est envisagé que la salinité au niveau du fond marin sera de 39,2 g/L ce qui représente moins que les 40 g/L fixé comme objectif. De plus, la saumure dotée d'une vitesse de 0,25 m/s atteint la hauteur de 7 m à partir du fond marin. Par conséquent, les objectifs concernant la salinité et la vitesse peuvent être atteints dans les conditions fixées.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.6.3 Analyse des Résultats en Champ Proche (Gauche: distribution de salinité et Droite: Vitesse de Distribution)



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.6.4 Distribution de la vitesse de diffusion en Champ proche

(6) Analyse de la diffusion de la saumure en Champ lointain

1) Conditions d'analyse

Sur la base des résultats de l'analyse en champ proche, les conditions relatives aux prévisions sur la diffusion horizontale de saumures en champ lointain sont présentées ci-dessous.

- La salinité à la zone virtuelle de rejet : 39,2 g / L ($\Delta S = 4.2$)
- Débit: 889 906 m³ / jour (= 151 320 x 24,4 / 4,2)
- Épaisseur de la couche de diffusion après qu'elle ait atteint le fond marin: 3,9 m (donnée tirée de la littérature)
- Gamme de diffusion des saumures: 180 ° (voir la Figure 5.6.5.)
- Vitesse de diffusion de saumures après rejet: 0,01 m/s (Valeur générale)

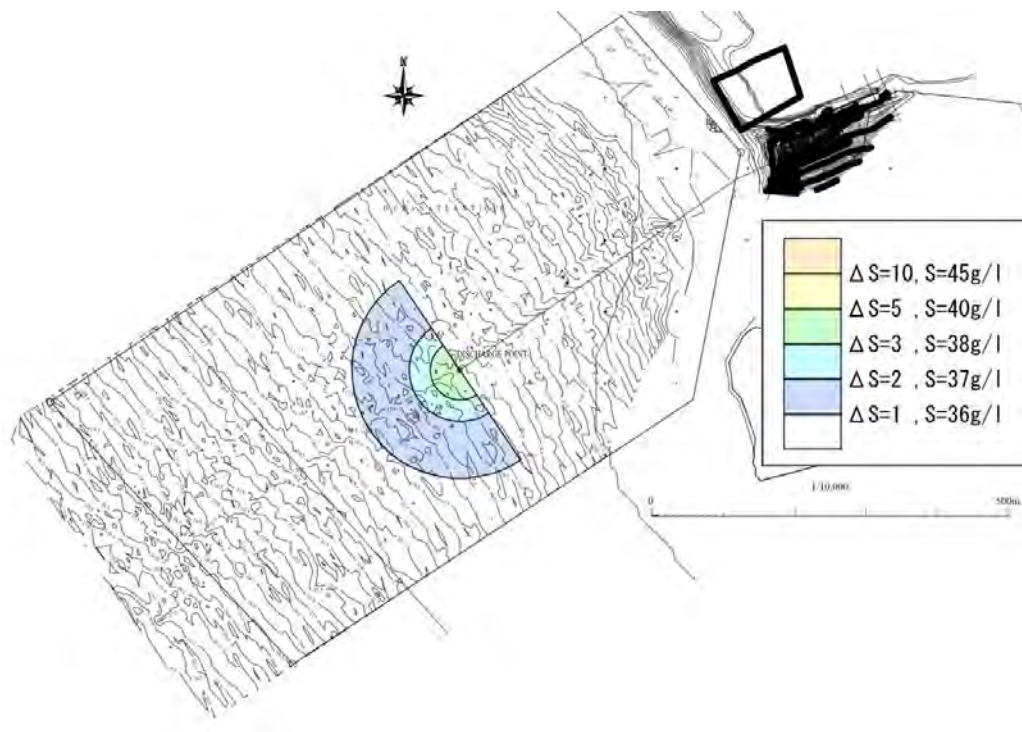
2) Résultats d'analyses

Les résultats de la diffusion horizontale de saumures sont présentés dans le Tableau 5.6.1 ainsi que sur la Figure 5.6.5. Les résultats montrent que les saumures rejetées affectent l'environnement marin sur un rayon de 303 m à partir du point de rejet.

Tableau 5.6.1 Distribution de la Salinité

Salinité accrue par rapport à l'eau de mer brute ΔS (g/L)	Salinité de la Saumure S (g/L)	Rayon de la zone d'impact (m)
10 \cong	45 \cong	-
5 \cong	40 \cong	-
3 \cong	38 \cong	83
2 \cong	37 \cong	143
1 \cong	36 \cong	303

Source: Équipe d'Étude de la JICA



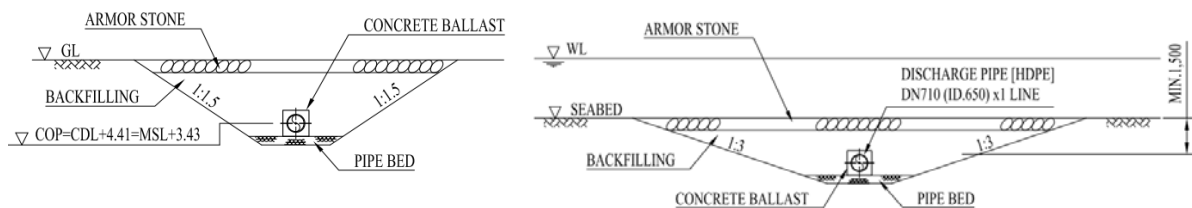
Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.6.5 Résultats d'Analyse de la Diffusion des Saumures

5.6.3 Conduite de Rejet des Saumures

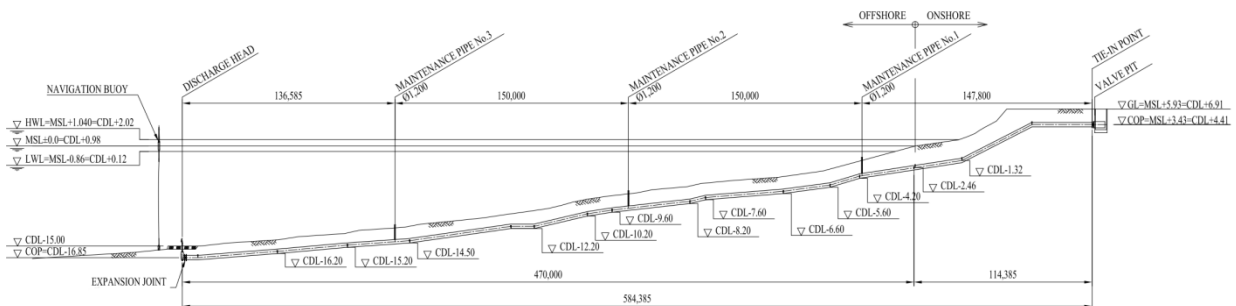
La conduite de rejet de saumures sera reliée à la chambre des vannes de la station de pompage de transmission d'eau de mer. Le volume d'écoulement des saumures sera contrôlé par la vanne de régulation de débit installée au niveau de la chambre des vannes de la station de pompage. Les couvercles/regards seront placés par intervalles constants de sorte que le plongeur puisse vérifier à l'intérieur de la conduite en toute sécurité et de manière efficace aussi bien que la conduite de prise d'eau de mer.

- Nombre conduite: 1 (une ligne de conduite)
- Diamètre de la conduite : DN 710 mm (Diamètre intérieur : 650 mm)
- Longueur de la conduite: 580 mm (De la chambre des vannes se trouvant au niveau de la station de pompage de d'eau mer jusqu'à la tête de conduite de rejet de saumures)
- Matériau de la conduite: Polyéthylène Haute Densité (PEHD)
- Nombre des regards de visites: 3 (distant de 150 m chacun)



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.6.6 Profile en travers des Conduites de Rejet Terrestres (Gauche) et Marines (Droite)



Source: Équipe d'Étude de la JICA

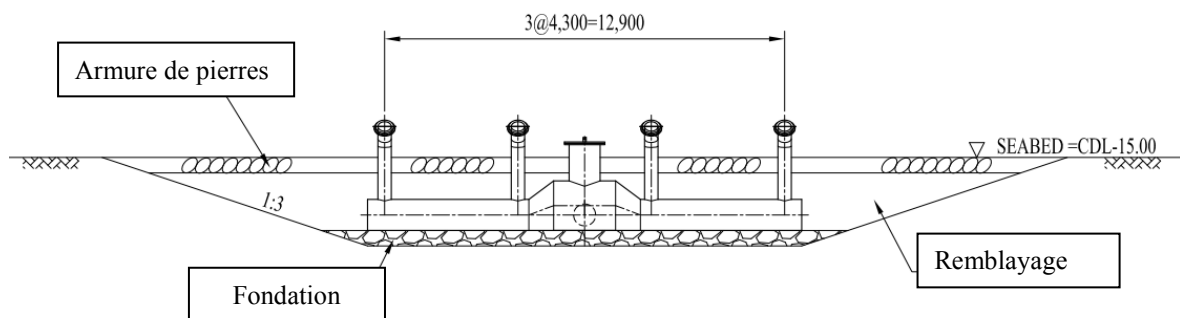
Figure 5.6.7 Coupe Longitudinale de la Conduite de rejet des saumures

5.6.4 Tête de rejet des Saumures

Selon les résultats de l'analyse de la diffusion de la saumure, les paramètres de conception de la tête de rejet des saumures sont fixés comme suit:

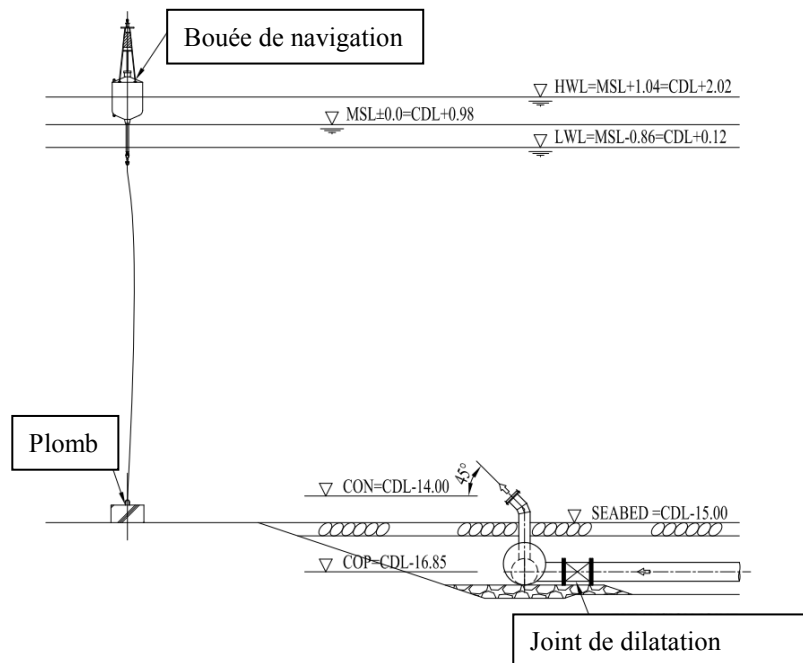
- Type: Port Relanceur
- Profondeur de l'eau au niveau de l'emplacement de la tête de rejet de saumures: NRCM -13 m
- Largeur de la tête de rejet de saumures: 14 m

- Nombre des buses:
- Phase 1: Deux buses (Les deux autres restantes ne seront pas utilisés.),
- Phase 2: Quatre (4) buses
- Diamètre des buses: \varnothing 0,43 m
- Angle d'inclinaison de buses: 45°
- Vitesse de rejet de la saumure: 3.02 m/s
- Hauteur partant du fonds marin jusqu'au centre des buses: 1m



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.6.8 Tête de rejet de Saumures (vu de face)



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.6.9 Coupe Longitudinale de la Tête de Rejet de Saumure

5.7 Conception de la Station de Pompage d'Adduction d'Eau Traitée

5.7.1 Conditions de Conception

La station de pompage de l'eau traitée sera construite au niveau de l'usine de dessalement de l'eau de mer. Elle recevra l'eau traitée provenant du réservoir de stockage d'eau traitée et transportera l'eau vers les Nouveaux Réservoirs des Mamelles. Les ouvrages à installer dans la station de pompage sont conçus sur la base des conditions suivantes.

- 1) Conception du débit entrant dans les réservoirs
 - Phase 1 : 53 191 m³/jour (Voir Tableau 5.1.1.)
 - Phase 2 : 53 191 m³/jour (Voir Tableau 5.1.1.)
- 2) Zone d'implantation
 - Niveau de la station de pompage par rapport au sol: 50 m (au-dessus du niveau moyen de la mer)
- 3) Niveau de l'eau
 - Niveau minimale de l'eau dans la bache de Pompage : 49 m (au-dessus du niveau moyen de la mer)
 - Niveau maximale de l'eau dans le réservoir de réception: 66,4 m (au-dessus du niveau moyen de la mer)
- 4) Puissance de réception
 - Tension de réception : 400 V
 - Puissance de secours : 230 V
 - Nombre de ligne électrique : 01

5.7.2 Plan d'Implantation Général

Les ouvrages à construire dans la station de pompage de l'eau traitée sont énumérés dans le Tableau 5.7.1 et le plan d'implantation de la station de pompage est illustré dans la Figure 5.7.1. Deux (2) conduites pour les Phases 1 et 2 seront construites durant la Phase 1 et les deux conduites seront dotées d'un regard pour débimètres.

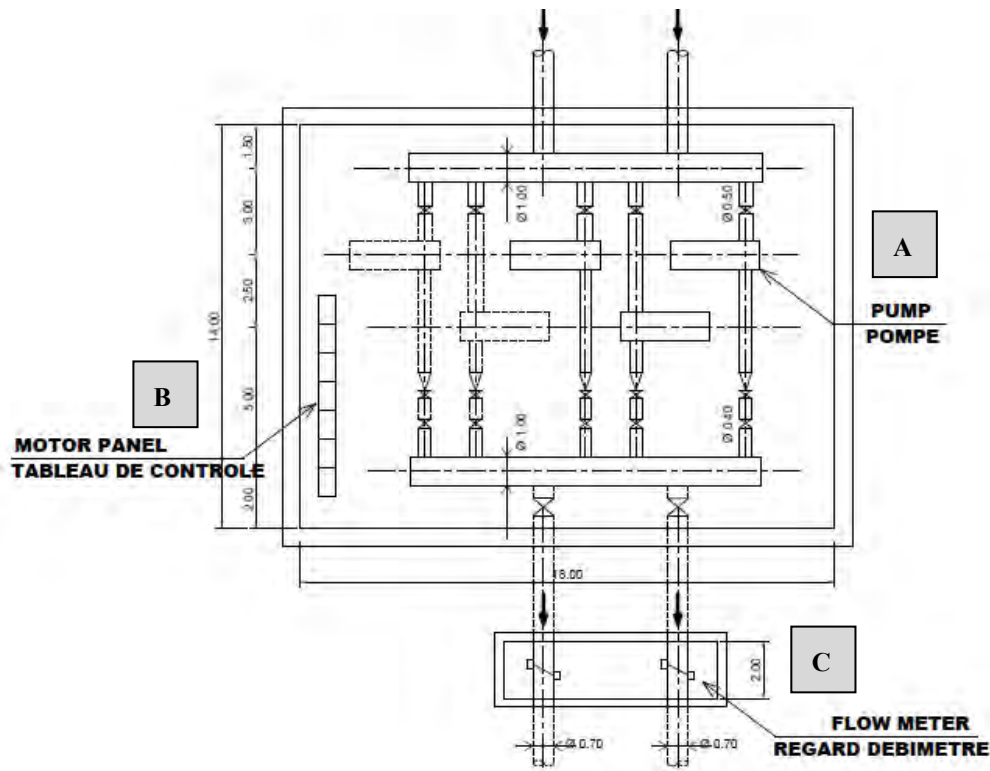


Figure 5.7.1 Plan d'Implantation de la Station de Pompage d'Eau Traitée

Tableau 5.7.1 Ouvrages installés dans la Station de Pompage d'Eau Traitée

Code	Ouvrages	Fonctions
A	Pompes d'adduction avec Volant d'inertie	Transmission de l'eau traitée du réservoir d'eau traitée vers les réservoirs des Mamelles
B	Cellule d'alimentation des moteurs	Contrôle et de surveillance des pompes
C	Regard pour des débitmètres	Mesure du débit d'adduction

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.7.3 Conception des Ouvrages

(1) Installations de pompage

1) Pompes d'eau traitée

Les spécifications des pompes sont présentées comme suit :

- Type : Pompe horizontale à double aspiration
- Fonctionnement : Contrôlées à partir la chambre électrique située dans l'usine de dessalement
- Diamètre de la pompe : 350 mm
- Capacité du débit : 26 600 m³/jour/pompe
- Hauteur manométrique totale : 22 m
- Capacité nominale du moteur : 90 kW

- Nombre : 3 Unités (dont une en réserve) pour la Phase 1
: 2 Unités (supplémentaires) pour la Phase 2

2) Ballon anti-bélier

Pour éviter d'endommager le système d'adduction d'eau traitée qui peut être causé par des coups anti-bélier, l'unité de pompe sera équipée de volant d'inertie. Le volant d'inertie est la méthode la plus fiable pour prévenir les dommages causés par les coups anti-bélier si la possible pression négative causée par les coups anti-bélier n'est pas trop grande.

(2) Cellule d'alimentation des moteurs

La station de pompage reçoit une ligne électrique de 400V provenant de l'usine de dessalement pour la charge du moteur et une ligne de 230V pour le contrôle et l'éclairage. Ces cellules seront installées dans la même la même chambre de pompage.

(3) Débitmètres

Un (1) débitmètre sera dédié à chaque conduite de transmission et l'ensemble des débitmètres (2) seront installés dans le regard des débitmètres. Les signaux de chaque compteur seront transmis au panneau de surveillance dans la salle électrique de l'usine de dessalement et au panneau d'instruments dans la salle des pompes.

- Type : Ultrasonique
- Nombre : 2 Unités

5.8 Conception des Conduites de transmission d'Eau Traitée

5.8.1 Conditions de Conception

Les conduites de transmission d'eau transporteront l'eau traitée de la station de pompage d'eau traitée vers les Réservoirs des Mamelles. Elles seront connectées aux conduites d'amenée existantes vers les réservoirs dans les locaux des Réservoirs des Mamelles. Les conditions de conception des conduites sont présentées dans le Tableau 5.8.1.

Tableau 5.8.1 Conditions de Conception des Conduites d'Adduction d'Eau de Mer

Description	Condition
Nombre de conduites	2 conduites
Débit	0,616m ³ /s pour chaque ligne
Niveau d'eau dans la station de pompage d'eau traitée (=Niveau minimal de l'eau dans la bache de pompage)	+49,00 m (au-dessus du niveau moyen de la mer)
Niveau d'eau dans le Réservoir des Mamelles (=Niveau maximal de l'eau dans les Réservoirs existants des Mamelles)	+66,40 m (au-dessus du niveau moyen de la mer)
Pression d'eau maximale (= Hauteur manométrique totale des pompes d'eau traitée)	0,22 MPa

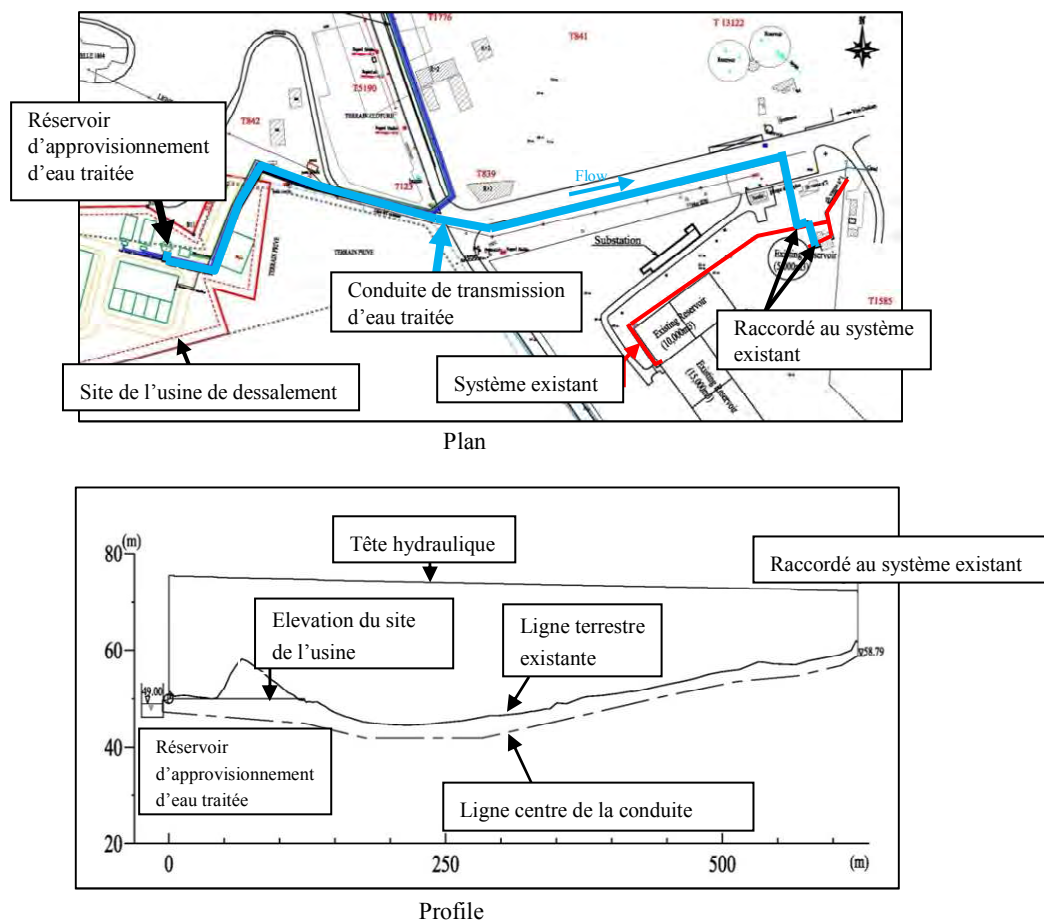
Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.8.2 Conception de la Conduite

(1) Plan et Profil

Le plan et profile des conduites sont présentés dans la Figure 5.8.1. La conduite provient du réservoir d'approvisionnement d'eau traitée de l'usine de dessalement et se termine aux points de connexion des conduites d'amenée vers les Nouveaux Réservoirs (3 réservoirs respectivement de 5 000, 10 000 et 15 000 m³). product water supply tank.

Le plan et le profile ont été élaborés sur la base des résultats topographiques de l'Étude et sont présentés en Annexe. La charge hydraulique est également présentée aussi bien que le plan et le profil.



Source: Équipe d'Étude de la JICA
Figure 5.8.1 Plan et Profil des Conduites d'Adduction d'Eau Traitée

(2) Spécifications

Les spécifications de la conduite d'adduction d'eau traitée sont présentées ci-dessous:

- Matériau de la conduite : Conduite en Fonte Ductile (ci-après désigné « CFD »)
- Diamètre de la conduite : 800 mm
- Longueur : 630 m pour chaque ligne
- Ligne : 2 (1 ligne pour la Phase 1 et 1 autre pour la Phase 2)
- Couverture de terre maximale Max. earth cover : 5.03 m
- Vannes: 4 séries de vannes à soupape aux points de connexion avec les conduites existantes
- Fourreau de la conduite: Fonte Ductile (ci-après désigné « FD ») de DN 1500 x 40 mm, pour future utilisation durant la Phase 2

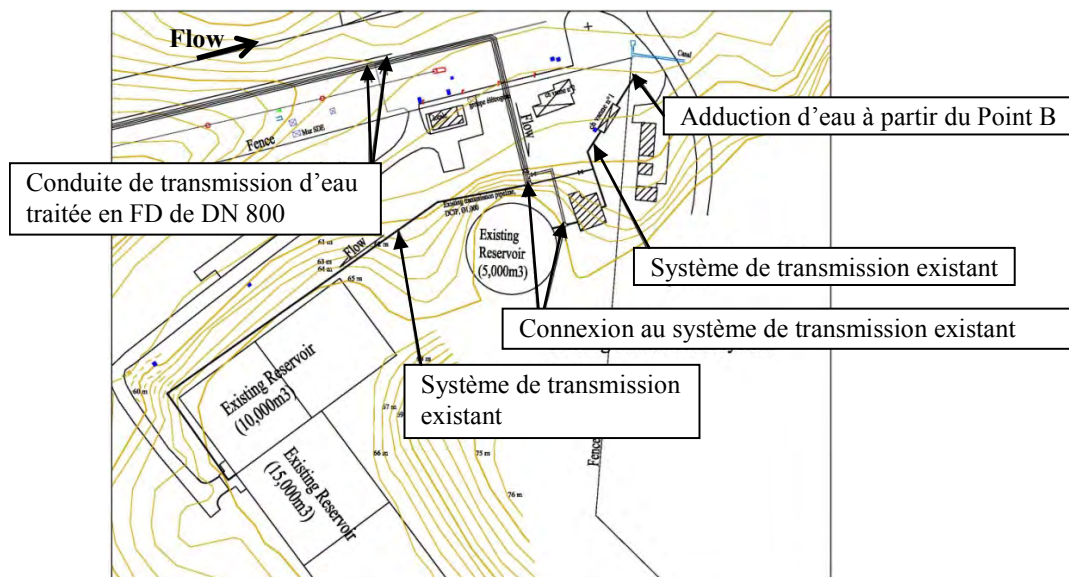
(À la jonction au niveau de la route de l'Aéroport et de celle de Ouakam, un fourreau de conduite sera installé durant la Phase 1 afin qu'une conduite supplémentaire pour la Phase 2 puisse être installée avec moins d'influence sur le trafic à cette jonction.)

5.8.3 Plan de Connexion des Conduites de transmission d'eau traitée avec les Réservoirs des Mamelles

Le plan de connexion des conduites d'eau traitée et les conduites d'amenée existantes vers les Réservoirs des Mamelles est illustré dans la Figure 5.8.2. Les schémas des conduites et disposition des vannes autour des points de connexion avant et après la Projet sont présentés dans la Figure 5.8.3. La procédure des travaux de connexion est expliquée dans l'Annexe 5-2.

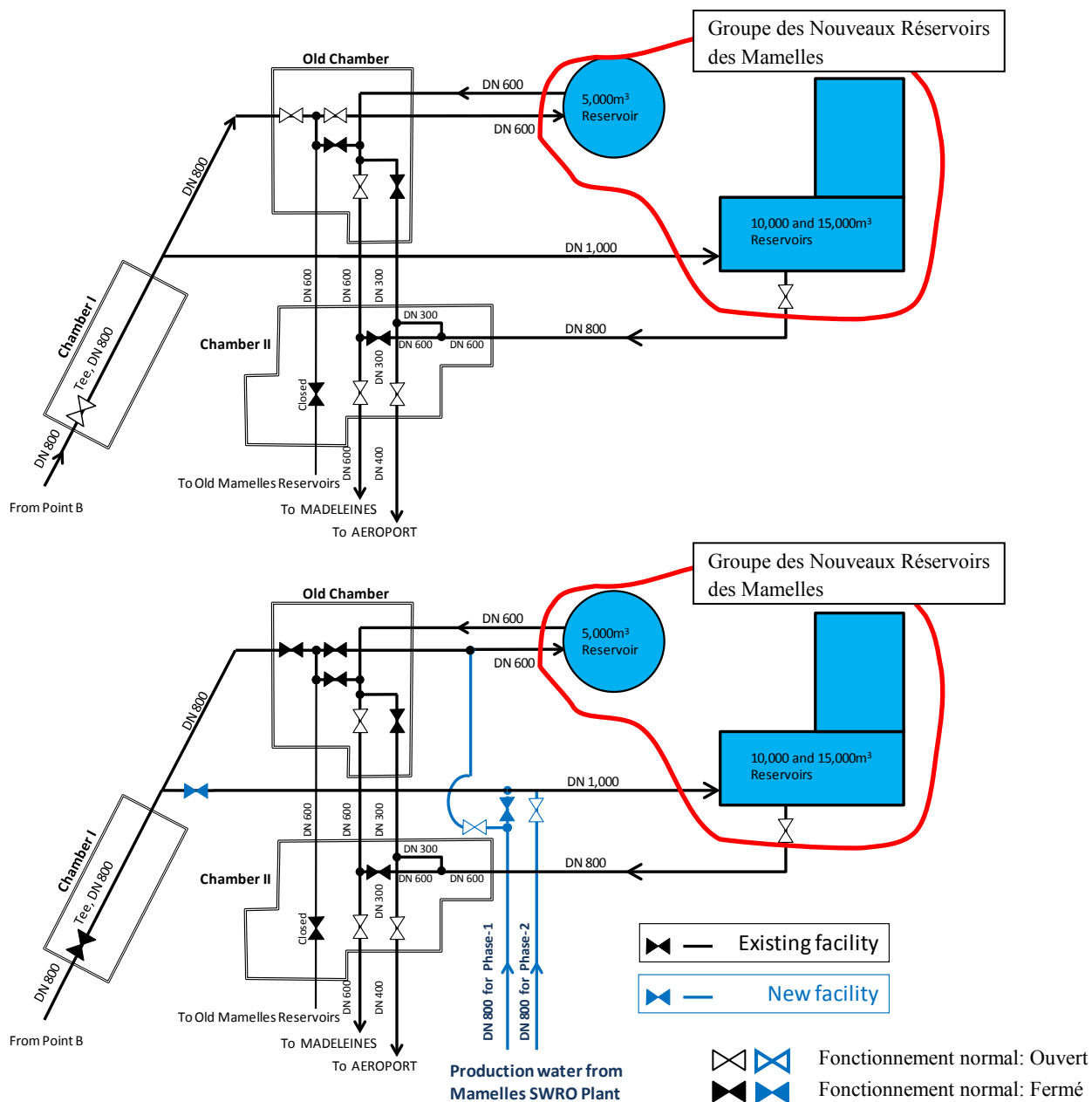
Dans l'élaboration du plan de connexion pour les deux conditions suivantes ont été prises en compte:

- L'eau traitée de l'usine de dessalement de l'eau de mer sera stockée dans tous les trois réservoirs.
- Aucun arrêt de distribution d'eau à partir des Réservoirs des Mamelles n'est autorisé.
- Le débit d'eau dans n'importe quelle conduite existante ne devrait pas dépasser 3 m/s.



Source: Équipe d'Étude de la JICA, selon des informations fournies par la SONES

Figure 5.8.2 Plan de Connexion au Système de Transmission Existant



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.8.3 Schéma Synoptique du Plan de Connexion des Conduites d'Eau Traitée avec les Conduites d'Amenée Existantes vers les Réservoirs des Mamelles

5.9 Conception du Poste électrique

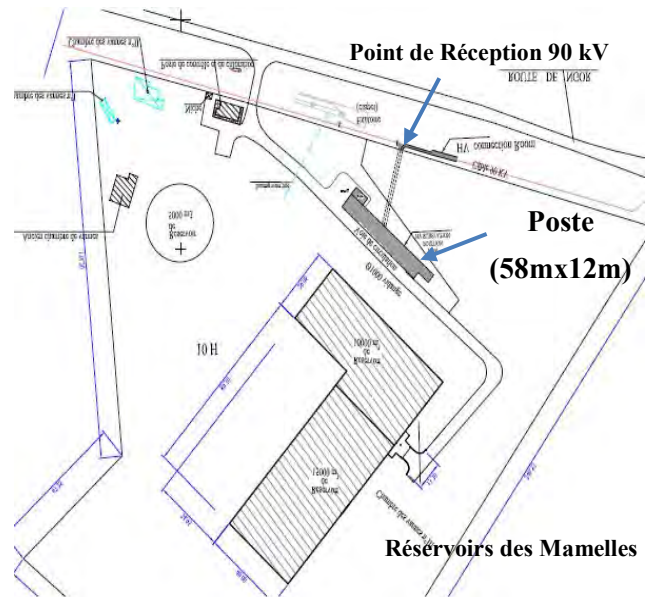
5.9.1 Conditions de Conception

(1) Tension de réception électrique

Il existe trois types de lignes électriques autour du site de l'usine de dessalement avec des tensions respectives de 6,6 kV, 30 kV et 90 kV. Comme expliqué dans la sous-section 4.4.3, la ligne électrique de 90 kV a été choisie comme source d'énergie pour l'usine de dessalement de l'eau de mer. Ceci a été convenu entre la SENELEC et de la SONES. La ligne à haute tension de 90 kV enregistrera rarement des coupures d'électricité en raison de sa configuration boucle de réseau .

(2) Localisation et superficie nécessaire du Poste

Vu qu'il n'y a pas assez d'espace pour la construction du poste électrique dans le site de l'usine de dessalement, le poste sera construit dans les locaux des Réservoirs des Mamelles situés en face de l'usine de dessalement et au même niveau que les réservoirs existants comme présenté dans la Figure 5.9.1. La superficie nécessaire pour le poste est d'environ 0,07 ha (58 m de long et 12 m de large).



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.9.1 Localisation du Poste

5.9.2 Capacité Nécessaire de Réception Électrique de 90 kV

Les calculs de la capacité nécessaire de réception électrique sont présentés dans les Tableaux 5.9.1 pour la Phase 1 et 5.9.2 pour la Phase 2. Les calculs supposent un taux de 92% comme ratio de récupération d'énergie et puissance électrique maximale nécessaires durant l'exploitation de l'usine de dessalement.

Comme résultat des calculs, la capacité de réception électrique nécessaire est de 13 MVA durant la Phase 1 et de 26 MVA après la Phase 2.

Tableau 5.9.1 Calcul de la Puissance Nécessaire durant la Phase 1

Equipment	Q'ty	Load (kW)		Demand (%)	Inverter (%)	Eff.	Power Factor	Active Load (kW)	Reactive (kVAR)	
		Rated	Total							
Formula			a	b	c	η	Pf	Pa	Pb	
Formula								$Pa = \frac{a}{\eta} \times b \times c$	$Pb = \sqrt{\left(\frac{Pa}{Pf}\right)^2 - Pa^2}$	
RO pump (VVVF)	6	820	4920	90%	97%	95%	0.85	4,805	2,978	
Booster pump (VVVF)	6	75	450	90%	97%	92%	0.85	454	281	
UF feed pump (VVVF)	2	290	580	90%	97%	94%	0.85	572	355	
Back Wash	1	170	170	90%	100%	93%	0.85	165	102	
1srt RO pass feed	2	90	180	90%	100%	92%	0.85	176	109	
ERD feed pump	2	110	220	90%	100%	93%	0.85	213	132	
Product Water P1	2	75	150	90%	100%	92%	0.85	147	91	
Product Water P2	2	90	180	90%	100%	92%	0.85	176	109	
Sea Water Intake	2	650	1300	90%	100%	95%	0.85	1,232	763	
1st Screen	1	15	15	90%	100%	90%	0.8	15	11	
2nd Screen	1	15	15	90%	100%	90%	0.8	15	11	
Screen back Wash	2	15	30	90%	100%	90%	0.8	30	23	
Agitator	2	15	30	90%	100%	90%	0.8	30	23	
Ventilation	20	3.7	74	90%	100%	90%	0.8	74	56	
Auxiliary (10%)	1	0	0	0%	100%	0%	0	810	504	
control	1	50	50	100%	100%	100%	0.6	50	67	
lighting	1	100	100	100%	100%	100%	0.4	100	229	
Transformer 90/30kV Losses								90	750	
Transformer 30/6.6kV Losses								70	241	
Transformer 6.6/0.4 kV losses								19	50	
Margin	10% of total							924	688	
Maximum Required Total Power								10,167	7,573	
Necessary Receiving Power from 90kV Network (MVA)				$S(KVA) = \sqrt{(Pa)^2 + (Pb)^2}$					13	

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Tableau 5.9.2 Calcul de la Puissance Nécessaire durant la Phase 2

Equipment	Q'ty	Load (kW)		Demand (%)	Inverter (%)	Eff.	Power Factor	Active Load (kW)	Reactive (kVAR)
		Rated	Total						
			a	b	c	η	Pf	Pa	Pb
Formula								$Pa = \frac{a}{\eta} \times b \times c$	$Pb = \sqrt{\left(\frac{Pa}{Pf}\right)^2 - Pa^2}$
RO pump (VVVF)	12	820	9840	90%	97%	95%	0.85	9,610	5,956
Booster pump (VVVF)	12	75	900	90%	97%	92%	0.85	908	563
UF feed pump (VVVF)	4	290	1160	90%	97%	94%	0.85	1,145	710
Back Wash	2	170	340	90%	100%	93%	0.85	329	204
1srt RO pass feed	4	90	360	90%	100%	92%	0.85	352	218
ERD feed pump	4	110	440	90%	100%	93%	0.85	426	264
Product Water P1	4	75	300	90%	100%	92%	0.85	293	182
Product Water P2	4	90	360	90%	100%	92%	0.85	352	218
Sea Water Intake	4	650	2600	90%	100%	95%	0.85	2,463	1,527
1st Screen	2	15	30	90%	100%	90%	0.8	30	23
2nd Screen	2	15	30	90%	100%	90%	0.8	30	23
Screen back Wash	4	15	60	90%	100%	90%	0.8	60	45
Agitator	4	15	60	90%	100%	90%	0.8	60	45
Ventilation	30	3.7	111	90%	100%	90%	0.8	111	83
Auxiliary (10%)	1	0	0	0%	100%	0%	0	1,617	1,006
control	1	80	80	100%	100%	100%	0.6	80	107
lighting	1	80	80	100%	100%	100%	0.4	80	183
Transformer 90/30kV Losses								180	1,500
Transformer 30/6.6 kV Losses								280	962
Transformer 6.6/0.4 kV losses								38	100
Margin	10% of total							1,844	1,392
Maximum Required Total Power								20,289	15,309

Necessary Receiving Power from 90MV Network (MVA)	$S(KVA) = \sqrt{(Pa)^2 + (Pb)^2}$	26
---	-----------------------------------	-----------

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.9.3 Type d'Isolation du Poste Principal

Généralement, il existe deux types de méthode d'isolation applicable pour poste de 90 kV/13 MVA : le poste isolé dans l'air (AIS) et celui sous enveloppe métallique (GIS). Le tableau de comparaison de chaque type est présenté dans la Tableau 5.9.3.

En raison de l'avantage au niveau de la fiabilité, tolérance à la salinité et son petit espace d'installation, le GIS est appliqué au poste du Projet.

Tableau 5.9.3 Comparaison du Procédé d'Isolation pour le Poste

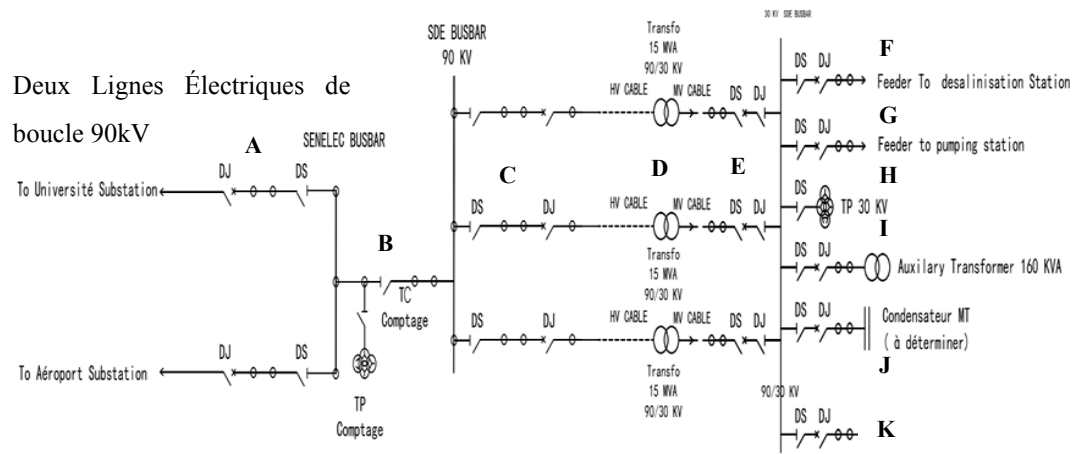
Caractéristique Clés	AIS (Air Isolé)	GIS (Sous enveloppe métallique)
Coût initial	Faible (60%)	Élevé (100%)
Maintenance	Facile	Peu de maintenance, mais requiert l'appui du fabricant
Fiabilité	Bonne	Excellente
Tolérance face au vent salé	Faible	Excellent en raison de son installation en intérieur
Bilan antérieur	Plusieurs	Poste de 90 kV: 4 stations Poste de 225 kV: 1 station
Superficie d'installation	1 900 m ²	700 m ²

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.9.4 Conception des Ouvrages

(1) Schéma unifilaire

Le schéma unifilaire du poste est présenté dans la Figure 5.9.2.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.9.2 Schéma Unifilaire du Poste électrique

(2) Installations implantées au niveau du Poste

Les installations à implanter au niveau du poste sont décrites dans le Tableau 5.9.4.

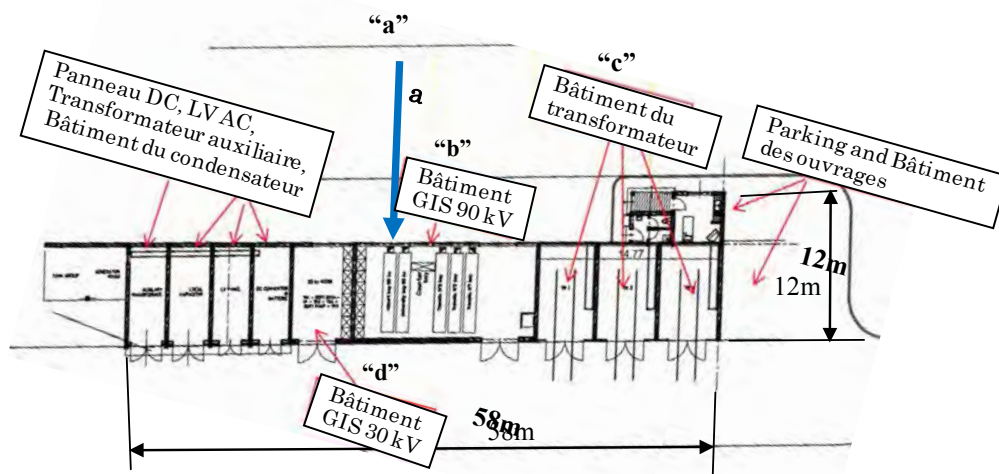
Tableau 5.9.4 Installations Implantées au niveau du Poste

Code	Installations	
A	Deux câbles d'alimentation de 90 kV sont équipés de disjoncteurs et de sectionneurs	2 lignes
B	Un câble de raccordement pour 90 kV équipé de sectionneurs, barre omnibus et transformateur de courant	1 ligne
C	Trois câbles d'alimentation de 90 kV pour transformateurs équipés de sectionneurs et de disjoncteurs	3 lignes
D	Trois transformateurs de 15 MVA, 90/30 kV	2 Unités (1 Unité pour la Phase 2)
E	Trois câbles d'alimentation d'entrée pour 30 kV équipés de sectionneurs et de disjoncteurs	3 lignes
F	Deux câbles d'alimentation pour l'usine de dessalement	2 lignes
G	Un câble d'alimentation pour la station de pompage d'adduction d'eau de mer équipé de sectionneurs et de disjoncteurs	1 ligne
H	Un câble d'alimentation équipé de sectionneurs et de transformateur de courant	1 ligne
I	Un câble d'alimentation équipé de sectionneurs, de disjoncteurs et de transformateur auxiliaire de 160 kVA	1 ligne
J	Un câble d'alimentation équipé de sectionneurs, de disjoncteurs et condensateurs de facteur de puissance	1 ligne

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(3) Plan d'implantation du Poste

Le plan d'implantation du poste électrique est illustré dans la Figure 5.9.3. Les câbles électriques (a) partant de la ligne existante de 90 kV seront connectés au GIS de 90 kV (b). Puis les câbles partant du GIS de 90 kV seront connectés au bâtiment du transformateur (c) où l'électricité sera réduite à 30 kV. À partir du transformateur, les lignes de 30 kV seront connectées au bâtiment du GIS de 30 kV (d) qui alimentera en électricité l'usine de dessalement et la station de pompage de l'eau de mer.

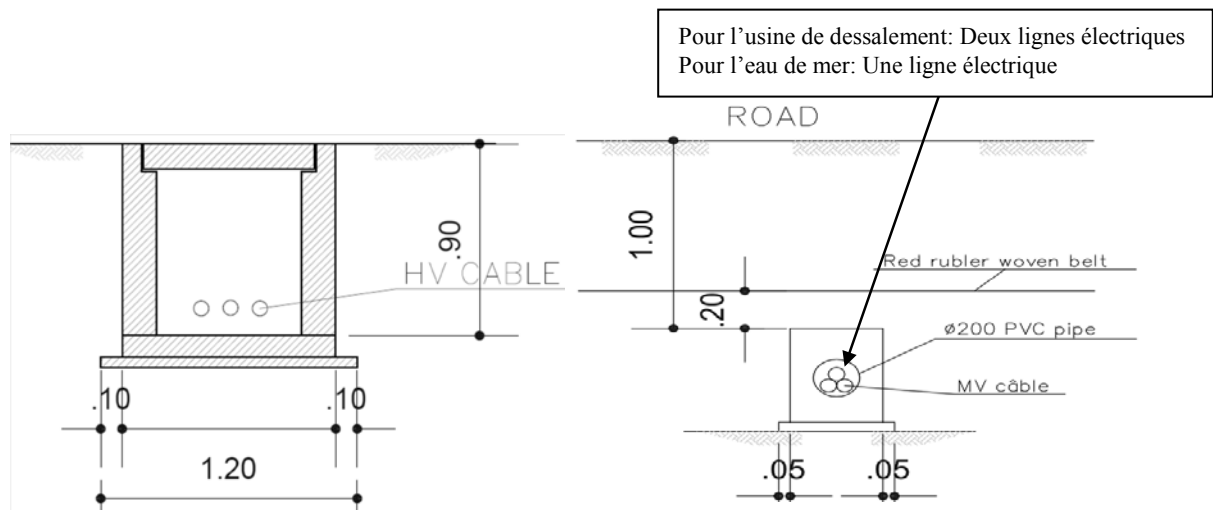


Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.9.3 Plan d'Implantation du Poste

(4) Procédé de pose de câble

Les câbles entre le terminal des câbles électriques existants de 90 kV et le GIS de 90 kV seront munis de deux lignes installés dans un caniveau enterré en béton comme décrit dans la Figure 5.9.4. Partant du poste, une ligne électrique de 30 kV allant vers le poste de la station de pompage d'adduction d'eau de mer et deux lignes électriques incluant une de secours de 30 kV menant vers l'usine de dessalement seront installées. Chaque ligne sera installée dans un caniveau enterré en béton dont la section transversale est illustrée dans la Figure 5.9.5.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.9.4 Regard de visite des
Câbles de 90 kV

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.9.5 Regard de visite des
Câbles de 30 kV

5.10 Conception des Travaux d'Amélioration du Réseau de Distribution Existant

5.10.1 Désignations et Concept d'Amélioration des Travaux

Afin de maximiser les avantages du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement par OI, comme étudié dans la Sous-section 4.10, l'Équipe d'Étude de la JICA propose les travaux d'amélioration du réseau de distribution existant. Le Concept des travaux d'amélioration est décrit dans le Tableau 5.10.1. Les conceptions des travaux d'amélioration sont décrites dans les sections suivantes comprenant la procédure de sélection des ouvrages cibles à renouveler, le calcul hydraulique préliminaire du nouveau secteur de distribution et l'estimation de la quantité des éléments de construction.

Tableau 5.10.1 Concept des Travaux d'Amélioration du Réseau de Distribution Existant

Désignation		Concept
1. Zone ciblée		Toute la Zone de Dakar 1 1) Zone de desserte de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles 2) La Zone de Dakar 1 excluant la zone de desserte de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles
2. Désignation des travaux	Renouvellement des conduites pour la réduction des pertes d'eau	<u>Les conduites détériorées</u> suspectées d'être de causer une perte importante d'eau Branchements connectés aux conduites de distribution à renouveler Les compteurs d'eau liés aux branchements connectés aux conduites de distributions d'eau à renouveler
	Renouvellement des conduites pour l'amélioration de la pression de l'eau	<u>Conduites de petits diamètres</u> qui sont suspectées d'être la principale cause des fréquentes coupures d'eau et des faibles pressions Toutes les conduites de distribution de diamètre inférieur à 75 mm et supérieures ou égales à 30 ans de service seront remplacées Branchements connectés aux conduites de distribution à renouveler Les compteurs d'eau liés aux branchements connectés aux conduites de distributions d'eau à renouveler
	Installation d'une conduite principale	Conduite principale additionnelle de distribution pour renforcer les conduites existantes (DN 400) partant des Réservoirs des Mamelles vers Front de Terre DN 700 partant des Nouveaux Réservoirs des Mamelles vers le point de raccordement de l'ALG 2, sur 13,5 km
3. Diamètres des conduites après renouvellement (Désignation des travaux (1) et (2) mentionné au-dessus)		A déterminer dans la conception détaillée à travers des analyses hydrauliques Diamètre minimal: 75 mm
4. Matériaux des conduites après renouvellement (Désignation des travaux (1) and (2) mentionné au-dessus.)		$\Phi < 300$ mm ; PEHD * $\varphi \geq 300$ mm ; Fonte ductile
5. Notes sur la méthode de construction	Construction dans les emplacements où l'excavation s'avère difficile.	Dans la zone cible, il existe plusieurs sites où les emplacements exacts des conduites ne peuvent pas être identifiés ou les structures existantes et bâtiments empêchent les travaux de construction. Dans de tels cas, les conduites existantes ne seront pas déterrées et seront mises hors services après installations des nouvelles conduites.
	Renouvellement des conduites en ciment-amiante	Les conduites existantes en amiante-ciment- ne seront pas déterrées. Elles seront mises hors services après installations des nouvelles conduites.

* PEHD (Conduite en Polyéthylène Haute Densité)

Source: Équipe d'Étude de la JICA

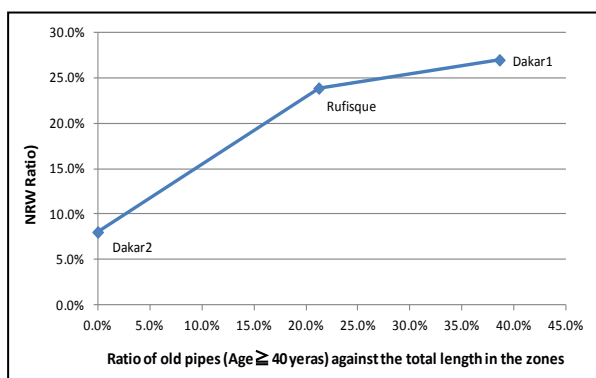
5.10.2 Renouvellement des Conduites de Distribution pour la Réduction des Pertes d'eau

(1) Sélection des conduites ciblées

Comme résultat des analyses des conditions actuelles du réseau de distribution et des pertes d'eau, les points de vue suivants de l'Equipe d'étude de la JICA sont présentés comme décrit dans les sous-sections 3.4.6 et 3.4.10 :

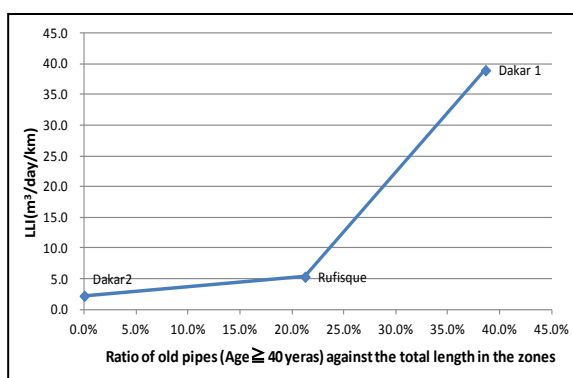
- 1) Dans la Zone de Dakar 1, l'âge des conduites de distribution est plus avancé comme étant 38,6% des conduites totales de distribution ont été installées depuis 40 ans ou plus.
- 2) Dans la Zone de Dakar 1, le Volume d'ENF, le Ration d'ENF et l'Indice de Perte Linéaire (ILP) indiquant les pertes d'eau sont les pires et les plus sérieuses dans la Zone de Dakar 1.

À partir des désignations 1) et 2) mentionnées ci-dessus, les pires situations des pertes d'eau dans la Zone de Dakar 1 sont attribuées aux conduites détériorées du fait de leurs âges. Généralement, la durée de vie des conduites de distribution d'eau est de 40 ans. Cependant, beaucoup de conduites ont été installées depuis plus de quarante ans et certaines ont été installées depuis 60 ans ou plus. Le lien étroit entre l'âge des conduites et les pertes d'eau est confirmé visuellement dans les Figures 5.10.1 et 5.10.2 où la forte occupation des vieilles conduites âgées de 40 ans ou plus semblent résulter d'une forte ratio d'ENF et d'une valeur d'ILP. À partir des analyses ci-dessus, l'Équipe d'Étude de la JICA propose le renouvellement de l'ensemble des conduites de distribution qui ont été construites depuis 40 ans ou plus. Egalement, tous les branchements au service seront renouvelés conformément au renouvellement des conduites de distribution.



Source: Équipe d'Étude de la JICA, basée sur les données fournies par la SDE

Figure 5.10.1 Corrélation entre les Ratios d'Occupation des Vieilles Conduites de Distribution (Age ≥ 40 Ans) et d'ENF par Zone dans la Région de Dakar



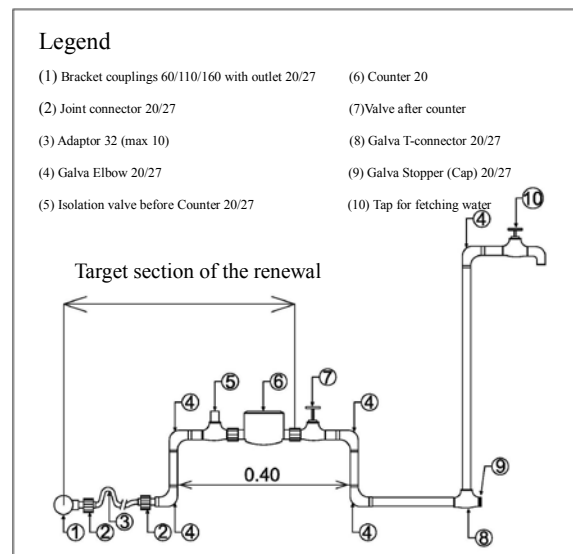
Source: Équipe d'Étude de la JICA, basée sur les données fournies par la SDE

Figure 5.10.2 Corrélation entre les Ratios d'Occupation des Vieilles Conduites de Distribution (Age ≥ 40 Ans) et les valeurs d'ILP par Zone dans la Région de Dakar

(2) Renouvellement des branchements au service et des compteurs d'eau

Dans le renouvellement des conduites de distribution, les branchements et les compteurs d'eau qui sont situés dans les conduites de distribution à remplacer seront également renouvelés.. Comme décrit dans la Figure 5.10.3, qui présente le schéma typique des branchements d'eau et des compteurs d'eau dans la Région de Dakar, les branchements à partir des conduites de distribution, les conduites de raccordement et les compteurs d'eau seront renouvelés dans le cadre du Projet.

Concernant les compteurs d'eau, il y aura relativement de nouveaux compteurs néanmoins l'Étude estime que tous les compteurs d'eau soient renouvelés.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.10.3 Section Typique de Raccordement au Service pour le Renouvellement

(3) Longueur estimée des conduites ciblées

Comme expliqué dans la Sous-section 4.10, la longueur des conduites détériorées à renouveler est égale à la longueur totale de toutes les conduites de distribution âgées de 40 ou plus..

Tableau 5.10.2 Longueur des Conduites de Distribution devant être Renouvelées pour la Réduction des Pertes d'Eau (Âge des Conduites ≥ 40 ans)

Diamètre	Longueur des Conduites par Matériau (en km)					Total
	Fonte Ductile	PVC	Acier	Amiante Ciment	Inconnu	
$\varphi \leq 75$ mm	49,7	85,8	1,4	0,6	2,0	139,5
$75 < \varphi \leq 100$ mm	82,8	29,6	0,0	1,2	0,0	113,6
$100 < \varphi \leq 150$ mm	40,8	26,6	0,0	0,2	0,0	67,6
$150 < \varphi \leq 200$ mm	12,2	16,4	0,0	0,1	0,0	28,7
$200 < \varphi \leq 250$ mm	18,9	0,4	0,0	0,0	0,0	19,3
$250 < \varphi \leq 300$ mm	6,6	0,0	0,4	0,0	0,0	7,0
$300 < \varphi \leq 350$ mm	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
$350 < \varphi \leq 400$ mm	24,3	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3
$400 < \varphi \leq 500$ mm	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
$500 < \varphi \leq 600$ mm	1,8	0,0	2,4	0,0	0,0	4,2
Total	244,8	158,8	4,2	2,1	2,0	411,9

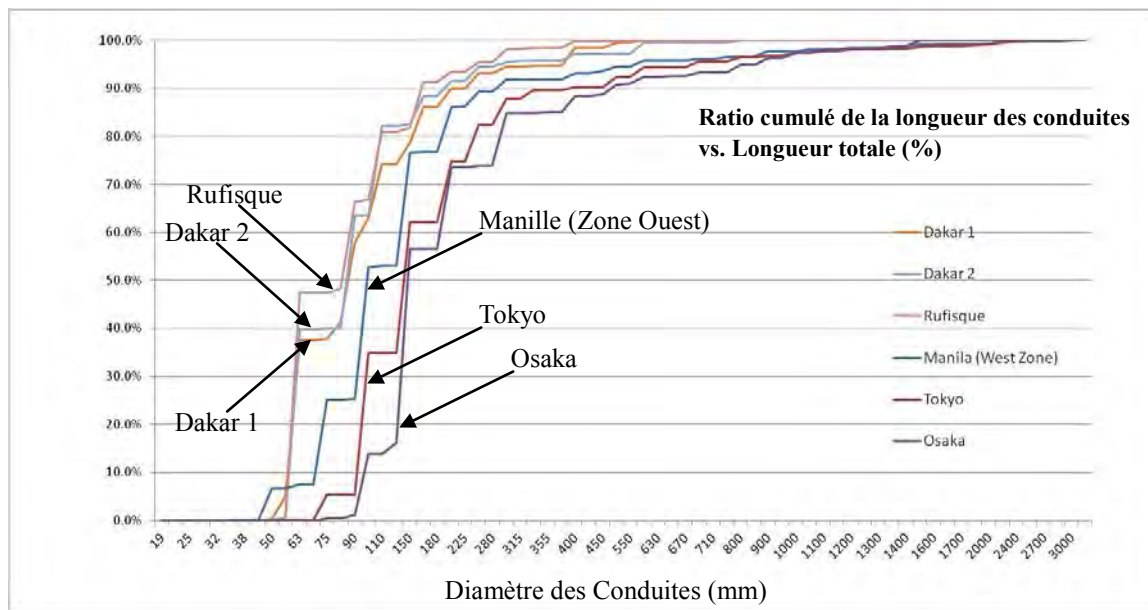
Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.10.3 Renouvellement des Conduites de Distribution pour l'Amélioration de la Pression de l'Eau

(1) Sélection des conduites ciblées

Comme expliqué dans la Sous-section 4.10, la capacité insuffisante des conduites de distribution est suspectée d'être la cause principale de la faible pression de l'eau qui parfois résulte de la suspension de l'approvisionnement en eau.

La Figure 5.10.4 présente les compositions des conduites par diamètre dans les réseaux de distribution au niveau de plusieurs villes au Japon, dans la Région de Dakar et à l'Ouest de Manille la capitale des Philippines. Les compositions des conduites présentées par ratios cumulés de longueur des conduites par diamètre de conduites contre la longueur totale des conduites dans le réseau de distribution. Toutes les villes du Japon maintiennent la pression de l'eau des robinets des ménages à plus de 2 kg/cm² ou 0,2 MPa. À Manille Ouest, où les services d'approvisionnement en eau sont gérés par une compagnie privée, Maynilad Water Services Inc., 99,8% des usagers bénéficient d'une pression de l'eau supérieure à 1 kg/cm² ou 0,1 MPa.



Source: Équipe d'Étude de la JICA, basée sur les données de laSDE, Manille et des Villes japonaises

Figure 5.10.4 Ratio Cumulé de la Longueur des Conduites et de la Longueur Totale dans les Zones de Dakar 1, Dakar 2, Rufisque, Manille, Tokyo et Osaka

Dans les villes japonaises et Philippines, les parts des conduites de diamètre inférieur ou égal à 63 mm sont de 7% ou 0%, alors que la part de telles conduites de petit diamètre est de 40 à 50% dans les Zones de Dakar 1, 2 et Rufisque. En outre, les parts des conduites de diamètre inférieur ou égal à 100 mm sont de 53% à Manille, 35% à Tokyo et 14% à Osaka, alors que les mêmes parts sont de 63% à Dakar 1, 64% à Dakar 2 et 67% à Rufisque.

D'après les observations ci-dessus, il est confirmé que la Région de Dakar dépend des conduites de petits diamètres plus que les autres fournisseurs d'eau qui assurent des pressions d'eau suffisantes dans

le réseau. Cependant, afin de réaliser un service d'approvisionnement en eau en continu pendant 24 heures avec une pression d'eau suffisante venant de l'Usine de Dessalement, le renouvellement des conduites de petit diamètre devra être inclus dans le Projet pour l'amélioration de la pression de l'eau.

Le diamètre des conduites après la mise en œuvre du Projet sera finalement déterminé par analyse hydraulique dans la conception détaillée. L'Équipe d'Étude de la JICA propose que le diamètre minimal soit de 75 mm en principe. Cependant, comme il y aura environ 402 km de conduites de diamètre inférieur à 75 mm comme décrit dans le Tableau 5.10.3, l'élimination complète de telles conduites sera très coûteuse. Par conséquent, l'Équipe d'Étude de la JICA propose également que le renouvellement des conduites de petit diamètre soit limité aux conduites ayant 30 ans de service ou plus. Ce critère additionnel sur l'âge des conduites permettra d'économiser 167 km de conduites à renouveler.

Tableau 5.10.3 Longueur Estimée des Conduites de Distribution dans la Zone Cible par Âge et de Diamètre Inférieur à 75 mm

Longueur (m)	Longueur (km)	Ratio (%)
Age < 20 ans	80,2	44,8
20 ≤ Age < 30 ans	54,6	13,6
30 ≤ Age < 40 ans	29,9	7,4
40 ≤ Age < 50 ans	62,2	15,6
Age ≥ 50 ans	74,9	18,6
Total	402,2	100,0

Source: Équipe d'Étude de la JICA, selon la base de données de la SDE

(2) Renouvellement des branchements et compteurs d'eau

Le renouvellement des branchements et des compteurs d'eau sera réalisé comme expliqué dans la désignation (2) de la sous-section 5.10.2.

(3) Longueur estimée des conduites ciblées

La longueur estimée des conduites à renouveler pour l'amélioration de la pression de l'Eau est présentée dans le Tableau 5.10.4.

Tableau 5.10.4 Longueur des Conduites à Renouveler pour l'Amélioration de la Pression de l'Eau ($\phi < 75\text{mm}$ et Âge des Conduites ≥ 30 ans)

Unité en km

	Fonte Ductile	PVC	Acier	Amiante Ciment	Inconnu	Total
$\phi < 32$	0,1	0,0	0,0	0,0	2,0	2,1
$32 \leq \phi < 40$	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
$40 \leq \phi < 50$	0,4	0,2	0,9	0,0	0,0	1,5
$50 \leq \phi < 60$	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	1,5
$60 \leq \phi < 63$	47,6	0,0	0,6	0,9	0,0	49,1
$63 \leq \phi < 65$	1,2	111,6	0,0	0,0	0,0	112,8
$65 \leq \phi < 75$	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
Total	50,4	112,5	1,6	0,9	2,0	167,4

Source: Équipe d'Étude de la JICA, selon la base de données de la SDE

5.10.4 Installation d'une Principale Conduite de Distribution à partir des Nouveaux Réservoirs des Mamelles

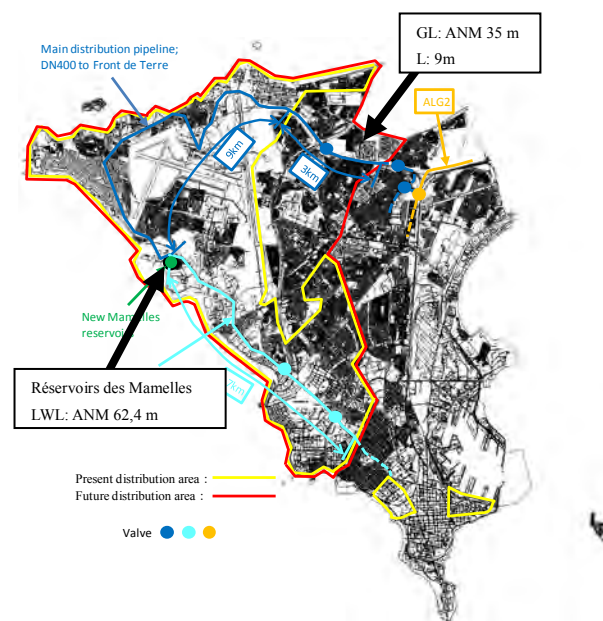
(1) DN 400 de l'Aéroport vers Front de Terre

1) Capacité insuffisante des conduites existantes

Comme expliqué dans la Sous-section 4.10, il a été considéré que la conduite de DN 400 partant de l'Aéroport vers Front de Terre, qui sera l'une des principales conduites partant de l'Usine de Dessalement est presque saturée même en dessous dans les conditions actuelles d'exploitation.

En fait, les résultats de l'enquête de référence sociale indiquent que le secteur de Yoff souffre de plus de pénuries fréquentes d'eau ou de faible pression en comparaison avec toute la zone de Dakar 1 comme expliqué dans la sous-section 3.3.2. Selon la SONES, la capacité insuffisante de la conduite DN 400 Aéroport est l'une des principales causes du faible service d'eau dans la zone. Afin d'examiner la capacité de la conduite DN 400 Aéroport, des calculs hydrauliques ont été menés dans les conditions pré-requises suivantes :

- Le Niveau bas de l'eau du Groupe des Nouveaux Réservoirs des Mamelles: au-dessus du niveau de la mer 62,4 m
- Élévation du sol à l'extrémité de la conduite: au-dessus du niveau de la mer 35 m



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.10.5 Plan d'Implantation du DN 400 Existant et Plan de la Principale Conduite Additionnelle de Distribution

- c. Longueur de la conduite: 9 km comme décrit dans la Figure 5.10.5
- d. Coefficient de vitesse: 110
- e. Débit de l'eau: Les débits d'eau suivis au niveau des Réservoirs des Mamelles, qui diminuent progressivement à chaque 1 km.
- f. Les débits d'eau suivis à la sortie des Réservoirs des Mamelles: 1,7 m/s en moyenne horaire et 2,9 m/s en maximum horaire sur la base des données de débits horaires.
- g. La pression minimale à garantir à l'extrémité des conduites est de: 0,15 Mpa
- h. Méthode d'examen: les pertes d'eau pour transmettre le débit désigné à travers la conduite sont calculées et examinées si la pression minimum de l'eau sera garantie à l'extrémité de la conduite.

D'après les conditions mentionnées ci-dessus, le calcul hydraulique est conduite pour les deux cas de débit de 1,7 m/s et de 2,9m/s. Comme résultat des calculs décrit dans le Tableau 5.10.5, la conduite existante DN 400 Aéroport n'aura pas la capacité suffisante d'envoyer la quantité d'eau nécessaire vers la zone de distribution avec une pression suffisante, comme suspecté par la SONES.

Tableau 5.10.5 Examen de la Capacité de la conduite existante DN400 vers Front de Terre

Water Level

Mamelles	62.4 m
GL at target area	35 m
Necessary head	15 m
Allowable head loss	12.4 m

V max (=2.9m/sec)

Section	Diameter m	Length m	Flow		Velocity m/sec	C	hf
			m3/day	m3/sec			
1	0.4	1000	31,470	0.364	2.900	110	23.88
2	0.4	1000	27,974	0.324	2.578	110	19.20
3	0.4	1000	24,477	0.283	2.256	110	15.00
4	0.4	1000	20,980	0.243	1.933	110	11.28
5	0.4	1000	17,484	0.202	1.611	110	8.05
6	0.4	1000	13,987	0.162	1.289	110	5.33
7	0.4	1000	10,490	0.121	0.967	110	3.13
8	0.4	1000	6,993	0.081	0.644	110	1.48
9	0.4	1000	3,497	0.040	0.322	110	0.41
Total		9000					87.74

> 12.4
N/A

V ave (=1.7m/sec)

Section	Diameter m	Length m	Flow		Velocity m/sec	C	hf
			m3/day	m3/sec			
1	0.4	1000	18,448	0.214	1.700	110	8.89
2	0.4	1000	16,398	0.190	1.511	110	7.15
3	0.4	1000	14,349	0.166	1.322	110	5.58
4	0.4	1000	12,299	0.142	1.133	110	4.20
5	0.4	1000	10,249	0.119	0.944	110	3.00
6	0.4	1000	8,199	0.095	0.756	110	1.98
7	0.4	1000	6,149	0.071	0.567	110	1.16
8	0.4	1000	4,100	0.047	0.378	110	0.55
9	0.4	1000	2,050	0.024	0.189	110	0.15
Total		9000					32.67

> 12.4
N/A

Source: Équipe d'Étude de la JICA

2) Renforcement de la capacité de la conduite existante

Afin que l'eau produite par l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles soit desservie avec une pression de l'eau suffisante, l'Équipe d'Étude de la JICA propose l'installation d'une conduite additionnelle pour renforcer la conduite DN 400 Aéroport existante.

Pour déterminer le diamètre de la conduite additionnelle, la demande future en eau dans la couverture des conduites existantes et additionnelles doit être prise en compte. Comme présenté dans la figure 4.10.1, la zone de distribution des Nouveaux Réservoirs des Mamelles sera élargie de 1,3 fois en tant que zone de distribution actuelle (de 25,6 km² à 34,0 km²). En outre, compte tenu du fait que le taux de croissance démographique prévu est d'environ 2% à Dakar, la demande en eau dans la zone de distribution des Nouveaux Réservoirs des Mamelles sera d'environ 1,95 fois en 20 ans autant que la demande actuelle en eau.

Afin de déterminer le diamètre de la conduite additionnelle, l'Équipe d'Étude JICA effectue un autre calcul hydraulique. Les conditions du calcul sont essentiellement les mêmes que celles du Tableau 5.10.5, mais la longueur de la conduite et le débit d'eau sont différents comme ci-dessous:

- Longueur de la conduite : 12 km comme décrit dans la Figure 5.10.5. (vers les limites de la zone de distribution des Nouveaux Réservoirs des Mamelles)
- Débit de l'eau: 61 367 m³/jour (=31 470 x 1,95) sur la base du débit maximal actuel (31 470 m³/jour) et diminue similairement à chaque 1 km

Tableau 5.10.6 Calcul Hydraulique pour Déterminer le Diamètre de la Conduite Principale Additionnelle vers Front de Terre

Water Level

Mamelles	62.4 m
GL at target area	16 m
Necessary head	15 m
Allowable head loss	31.4 m

Q=61,367m³/day

Section	Diameter m	Length m	Flow		Velocity m/sec	C	hf
			m ³ /day	m ³ /sec			
1	0.7	1000	61,367	0.710	1.847	110	5.38
2	0.7	1000	56,253	0.651	1.693	110	4.58
3	0.7	1000	51,139	0.592	1.539	110	3.84
4	0.7	1000	46,025	0.533	1.385	110	3.16
5	0.7	1000	40,911	0.474	1.231	110	2.54
6	0.7	1000	35,797	0.414	1.077	110	1.99
7	0.7	1000	30,684	0.355	0.923	110	1.49
8	0.7	1000	25,570	0.296	0.769	110	1.07
9	0.7	1000	20,456	0.237	0.616	110	0.71
10	0.7	1000	15,342	0.178	0.462	110	0.41
11	0.7	1000	10,228	0.118	0.308	110	0.20
12	0.7	1000	5,114	0.059	0.154	110	0.05
Total		12000					25.42

< 31.4
 OK

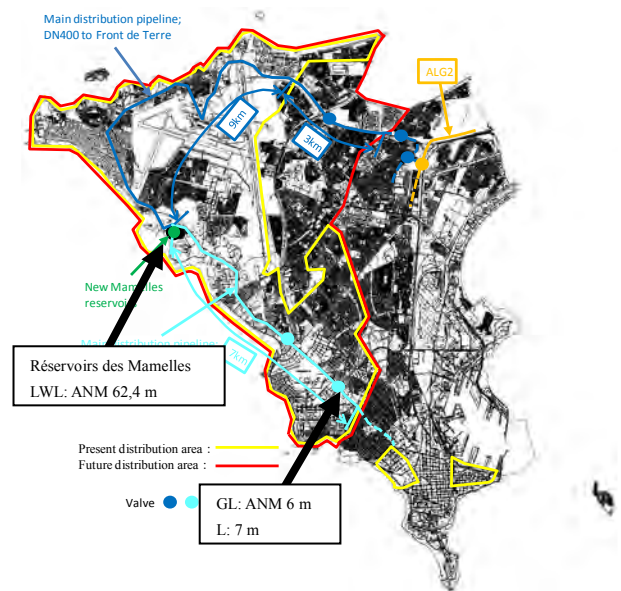
Source: Équipe d'Étude de la JICA

Comme décrit dans le Tableau 5.10.6, DN700 sera nouvellement installé dans le cadre du Projet pour l'amélioration des services d'approvisionnement en eau dans la Zone de Dakar 1. La conduite est prolongée jusqu'au point de raccordement vers l'ALG 2 comme présenté sur la Figure 4.10.1. Comme résultats, la longueur de la conduite de distribution principale est 13,5 km ce qui est la même que celle existante du DN700.

(2) DN 600 vers Madeleines

Similaire au cas de la conduite DN 400 de l'Aéroport vers, Front de Terre la capacité existante de la conduite DN 400 vers Madeleines qui sera l'autre conduite de distribution principale partant de l'Usine de Dessalement des Mamelles, est examinée à travers un analyse avec les conditions pré-requises suivantes;

- a. LWL (Niveau Bas de l'Eau) des Nouveaux Réservoirs des Mamelles: au-dessus du niveau de la mer 62,4 m
- b. Elévation du sol à l'extrémité de la conduite: au-dessus du niveau de la mer 6,0 m
- c. Longueur de la conduite: 7 km comme décrit dans la Figure 5.10.6
- d. Coefficient de vitesse: 110
- e. Débit de l'eau: les débits d'eau suivis au niveau des Réservoirs des Mamelles, diminuent graduellement à chaque 1 km.
- f. Débits d'eau suivis: 1,4 m/s comme moyenne horaire et 2,1 m/s comme maximale horaire sur la base de données de débits horaires
- g. La pression de l'eau minimale à garantir à l'extrémité de la conduite: 0,15 Mpa
- h. Méthode d'examen: les pertes d'eau pour envoyer le débit désigné à travers la conduite sont calculées et examinées si la pression minimale de l'eau sera garantie à l'extrémité de la conduite.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.10.6 Plan d'Implantation du DN 600 Existant

Sur la base des conditions ci-dessus, la calcul hydraulique est réalisé pour les deux cas de débit d'eau de 1,4 m/s et de 2,1 m/s. comme résultat des calculs décrit dans la Tableau 5.10.7, la conduite DN 600 existante aura une capacité suffisante pour amener la quantité d'eau nécessaire vers la zone de distribution. En plus, comme il n'existe aucun plan d'expansion de la zone de distribution des Réservoirs des Mamelles dans le sens de la conduite des Madeleines, l'Équipe d'Étude de la JICA considère que la conduite DN 600 ne nécessite pas d'un renforcement d'urgence. Cependant, il est recommandé à ce que la SONES surveille le niveau du service d'approvisionnement en eau le long de la conduite DN 600 et si la nécessité est techniquement confirmée, elle devrait prendre en

considération le renforcement de la conduite dans la Phase 2 du Projet de l'Usine de Dessalement aux Mamelles.

Tableau 5.10.7 Examen de la Capacité de la conduite DN 600 vers Madeleines

Water Level

Mamelles	62.4 m
GL at target area	6 m
Necessary head	15 m
Allowable head loss	41.4 m

V max (=2.1m/sec)

Section	Diameter m	Length m	Flow		Velocity	C	hf
			m3/day	m3/sec	m/sec		
1	0.6	1000	51,235	0.593	2.100	110	8.17
2	0.6	1000	43,916	0.508	1.799	110	6.14
3	0.6	1000	36,597	0.424	1.499	110	4.38
4	0.6	1000	29,277	0.339	1.199	110	2.90
5	0.4	1000	21,958	0.254	2.023	110	12.27
6	0.4	1000	14,639	0.169	1.349	110	5.79
7	0.4	1000	7,319	0.085	0.674	110	1.61
Total		7000					41.26

< 41.4
OK

V ave (=1.4m/sec)

Section	Diameter m	Length m	Flow		Velocity	C	hf
			m3/day	m3/sec	m/sec		
1	0.6	1000	34,214	0.396	1.400	110	3.87
2	0.6	1000	29,327	0.339	1.201	110	2.91
3	0.6	1000	24,439	0.283	1.001	110	2.08
4	0.6	1000	19,551	0.226	0.801	110	1.37
5	0.4	1000	14,663	0.170	1.351	110	5.81
6	0.4	1000	9,776	0.113	0.901	110	2.75
7	0.4	1000	4,888	0.057	0.450	110	0.76
Total		7000					19.55

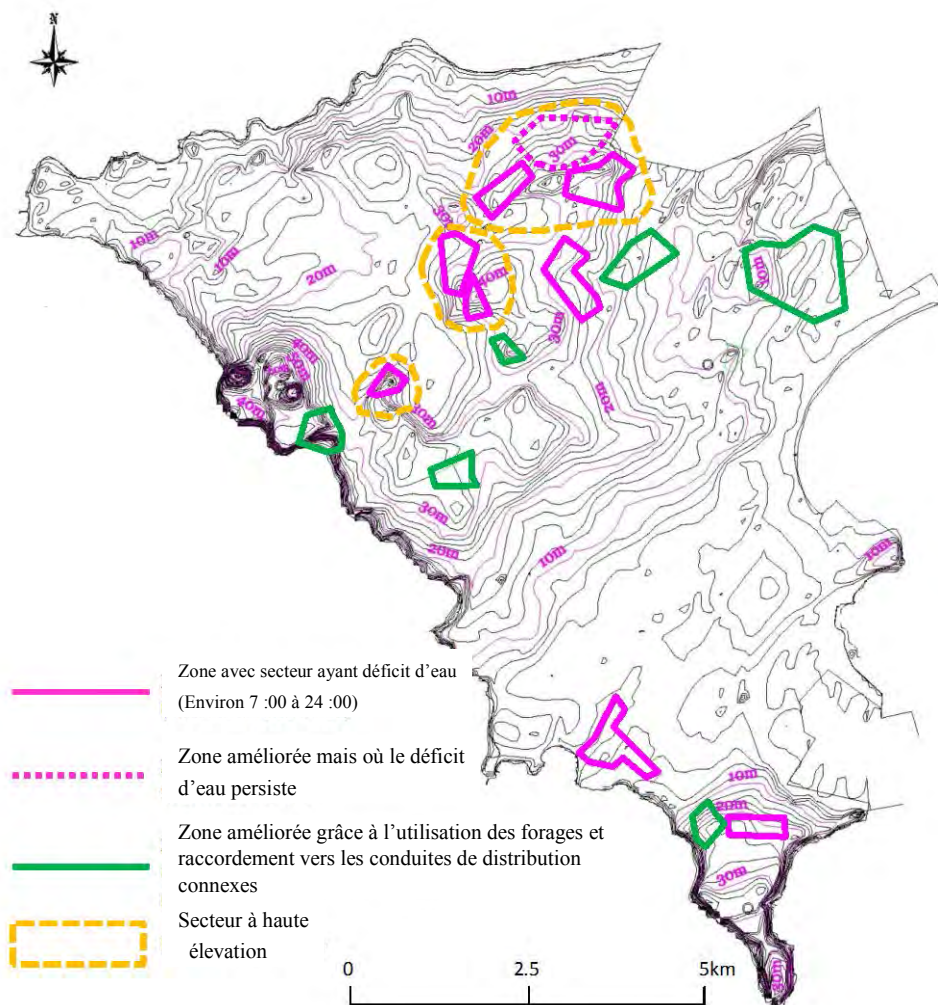
< 41.4
OK

Source: Équipe d'Étude de la JICA

5.10.5 Installation de Surpresseurs et Sectorisation

- (1) Nécessité de la station de pompage du surpresseur et nombre d'emplacement

Comme mentionné dans la Sous-section 3.4.9, il existe une multitude de secteurs dans la Zone de Dakar 1 où la pression de l'eau est considérablement insuffisante. Ces secteurs sont tracés avec leurs contours sur la Figure 5.10.7.



Source: Équipe d'Étude de la JICA sur la base d'informations collectées auprès de la SONES

Figure 5.10.7 Zones à Faible Pression de l'Eau Chronique avec leurs Contours

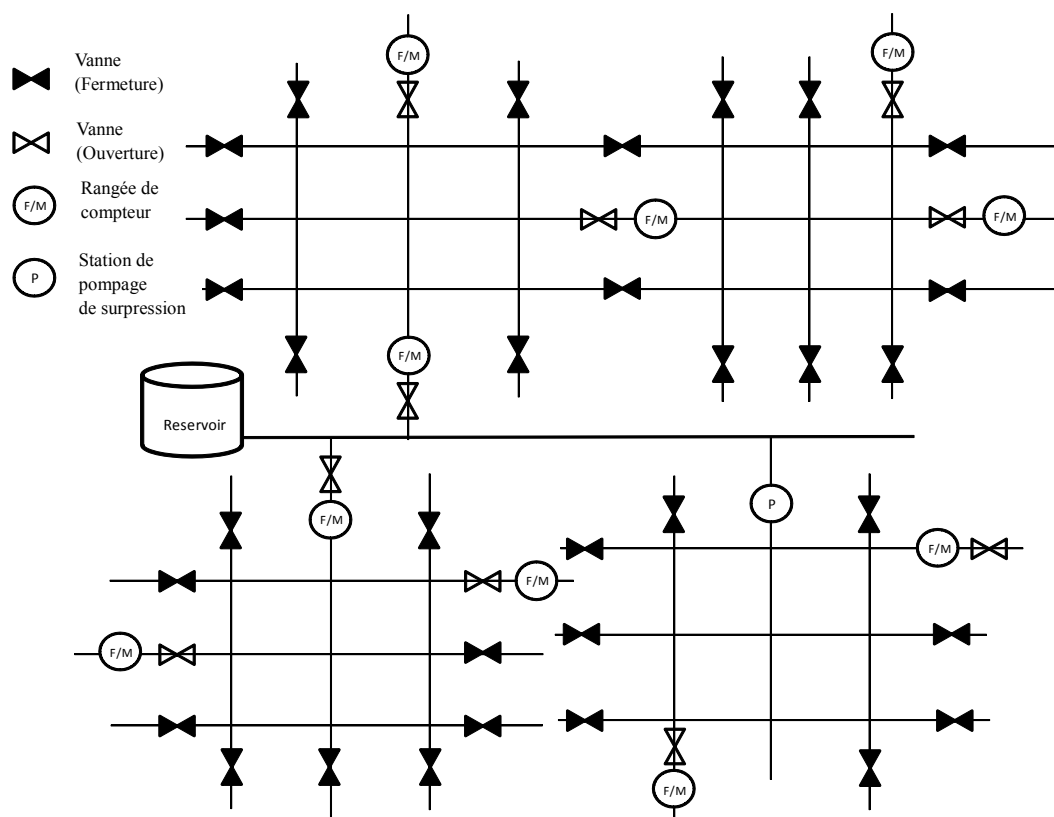
Comme décrit sur la Figure 5.10.7, il a été observé que la plupart des zones à pression d'eau insuffisante (ce qui est à l'origine de la suspension fréquente de l'approvisionnement en eau) sont situées à une altitude plus élevée. Bien que cela nécessite des vérifications par l'analyse hydraulique dans la phase de conception détaillée, des installations de pompes de surpression seront nécessaires pour l'amélioration de la pression de l'eau dans certaines de ces secteurs. Afin de faciliter le fonctionnement des pompes de surpression et de maintenir la pression de l'eau stable, les réservoirs surélevés sont recommandés pour être couplés avec les pompes de surpression. Dans cette Étude, trois endroits avec des altitudes élevées comme illustré sur la Figure 5.10.7 sont présumés avoir pompes de surpression et réservoirs surélevés.

(2) Sectorisation

La sectorisation est un fondement et une étape initiale reconnue pour la bonne gestion des pertes en eau et de la pression. La sectorisation consiste à la partition du réseau de distribution en petits réseaux isolés appelés Secteurs. Le réseau de distribution de la Zone de Dakar 1 comporte déjà des secteurs. Cependant, il s'agit seulement d'une catégorisation régionale pour des fins administratives telles que

la démarcation des tâches entre la SONES/SDE, du regroupement des clients en lieu et place d'une sectorisation technique et physique pour la gestion des pertes en eau et de la pression. Ainsi, comme partie des travaux d'amélioration du réseau de distribution existant du Projet, l'Étude propose d'introduire la sectorisation de la Zone de Dakar 1 pour la gestion des pertes en eau et de la pression. Le concept de la sectorisation est illustré dans la Figure 5.10.8. Le réseau de distribution existant sera divisé en secteurs et les conduites d'interconnexion seront installées entre ces secteurs. Des compteurs macro seront installés aux entrées des secteurs.

Il existe environ 120 000 raccordements aux services dans la Zone de Dakar 1. Dans le cadre de cette Étude, les secteurs sont supposés être conçus pour couvrir 1 000 à 5 000 raccordements aux services respectivement. Par conséquent, le nombre total de secteurs présumés dans l'Étude est de 40.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.10.8 Concept de la Sectorisation

5.10.6 Quantité des Travaux d'Amélioration

Comme résultats des études et analyses mentionnées dans les Sous-sections précédentes, la quantité des travaux d'amélioration du réseau de distribution existant est résumée dans les Tableaux 5.10.8 et 5.10.9. Les diamètres de conduites après le renouvellement seront finalement choisis en fonction de modélisation hydraulique et d'analyse du réseau de distribution dans la phase de conception détaillée. Dans le cadre de cette Étude, il est supposé que les conduites de diamètres inférieurs à 75 mm seront

remplacées par des conduites de diamètre 75 mm et que les conduites supérieures ou égales à 75 mm sont remplacées par des conduites de plus grands diamètres.

Il est convient de noter que la longueur totale des conduites de distribution du renouvellement n'est pas équivalente à la simple somme totale des conduites devant être renouvelées en raison de l'âge et de celles qui devant être renouvelées en raison du diamètre de la conduite comme expliqué sur la Figure 5.10.9

Tableau 5.10.8 Quantité des Travaux d'Amélioration

Désignation des travaux	Spécifications	Quantité	Remarques
Renouvellement des conduites de distribution existantes	Conduites de distribution pour la réduction des pertes d'eau et l'amélioration de la pression de l'eau	442 km	Toutes les conduites de distribution détériorées (Ages ≥ 40 ans) + conduites de petit diamètre (inférieur à 75 mm et 30 ans \leq Ages < 40) Voir Tableau 5.10.9 et Figure 5.10.9 pour les détails.
	Branchements et compteurs d'eau	116 000 nos	Total du nombre de branchements aux services dans la Zone de Dakar I
Installation d'une conduite principale de distribution d'eau	Conduite en fonte ductile: ϕ 700 mm	13,5 km	A partir des Nouveaux Réservoirs des Mamelles vers le point de raccordement avec les ALG
Station de pompage du Surpresseur	Zones où la faible pression de l'eau cause des suspensions du service.		

Source: Équipe d'Étude de la JICA

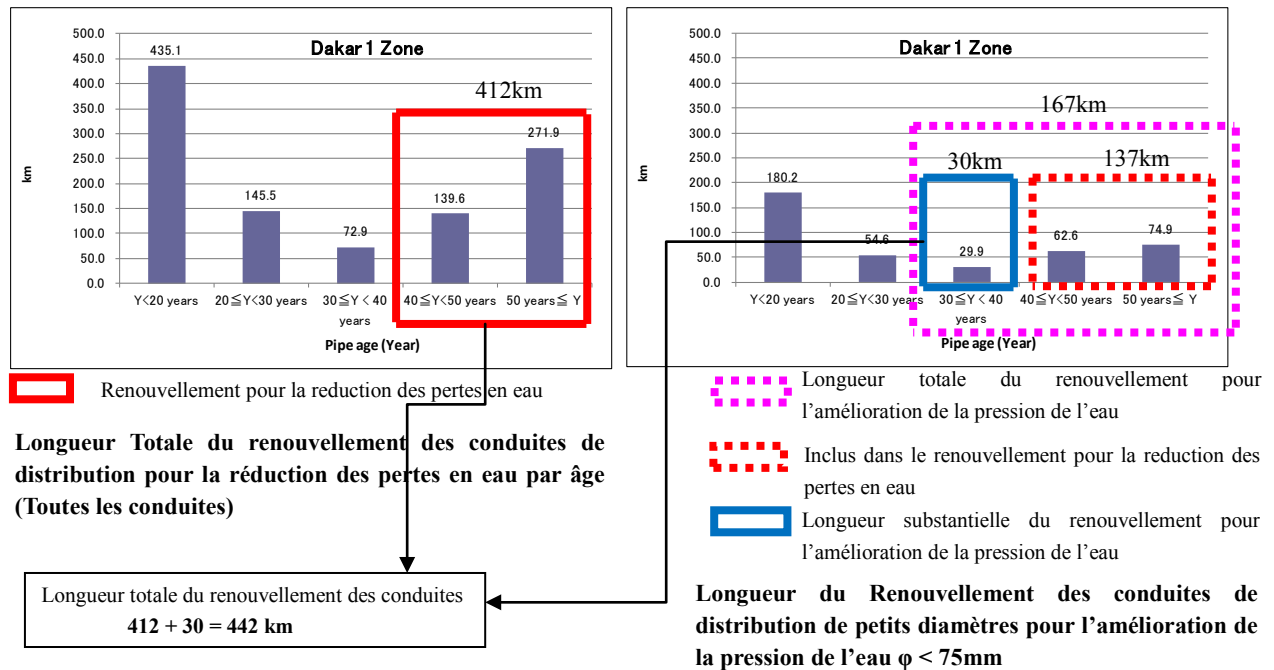
Tableau 5.10.9 Longueur des Conduites de Distribution à Renouveler pour la Réduction des Pertes d'Eau et la Gestion de la Pression

Diamètre		Longueur des conduites par diamètre et matériaux après le Projet (km)		Total (km)
Actuellement	Après le Project	DCIP	PEHD	
$\phi < 50$	75	-	3,8	3,8
50 $\leq \phi < 60$	75	-	1,5	1,5
60 $\leq \phi < 63$	75	-	49,3	49,3
63 $\leq \phi < 65$	75	-	112,8	112,8
65 $\leq \phi < 75$	75	-	0,0	0,0
75 $\leq \phi < 80$	100	-	35,9	35,9
80 $< \phi \leq 100$	150	-	79,7	79,7
100 $< \phi \leq 150$	200	-	67,6	67,6
150 $< \phi \leq 200$	250	-	28,7	28,7
200 $< \phi \leq 250$	300	19,3	-	19,3
250 $< \phi \leq 300$	350	7,0	-	7,0
300 $< \phi \leq 350$	400	0,2	-	0,2
350 $< \phi \leq 400$	500	24,3	-	24,3
400 $< \phi \leq 500$	600	7,5	-	7,5
500 $< \phi \leq 600$	700	4,2	-	4,2
Total		62,5	379,3	441,8

Note: *1: Conduite en Fonte Ductile

*2: Conduite en Polyéthylène à Haute Densité

Source: Équipe d'Étude de la JICA



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.10.9 Calcul Total du Renouvellement de la Longueur des Conduites de Distribution

5.10.7 Méthodologies Proposées pour la Détermination Finale des Conduites de Distribution à Renouveler dans la Conception Détaillée

(1) Conditions d'établissement des méthodologies

Dans la conception détaillée du Projet, l'identification exacte des conduites ciblées par le renouvellement et la détermination des diamètres des conduites seront réalisées et les diamètres des conduites après les travaux de renouvellement seront calculés. Afin d'établir. Les méthodologies pour réaliser ces travaux dans la conception détaillée sont prévues tout en tenant en compte les conditions suivantes:

- Une étude en cours dénommée « Plan de Sectorisation » mise en œuvre par la SDE et un consultant local s'attèle au tracé des limites précises des zones de distribution de toutes les sources d'eau telles que les Réservoirs des Mamelles, les Réservoirs des Madeleines, la Station de Pompage du Point G, etc. Les résultats de cette étude peuvent présenter un plan différent de celui de l'Étude dans la zone de distribution des Réservoirs des Mamelles ou de l'Usine de Dessalement.
- La SDE possède une base de données sur l'inventaire des conduites de distribution indiquant les diamètres, le type de matériaux, les longueurs et les années de pose. Il existe séparément une carte du réseau de distribution avec les diamètres, le type de matériaux et les longueurs des conduites de distribution. Cependant, la base de données et la cartographie n'ont aucun lien en raison de l'emplacement des vieilles conduites à renouveler dans la base de données qui ne peut être

identifié sur la carte. Les informations de l'emplacement dans la base de données représentent seulement les zones auxquelles la conduite est posée.

- D'après des entretiens avec la SDE, lorsqu'elle réalise un programme intensif de réhabilitation du réseau de distribution, elle sélectionne en premier la zone cible sur la base des détections de fuites, des résultats des enquêtes et du nombre d'incidents dans le réseau de distribution. Ensuite, elle effectue au besoin une enquête supplémentaire de détection de fuite dans la zone cible et réalise parfois des excavations pour vérifier visuellement les matériaux et les conditions des conduites pour finalement déterminer celles à remplacer.

(2) Méthodologies proposées et informations nécessaires provenant de la SONES et de la SDE

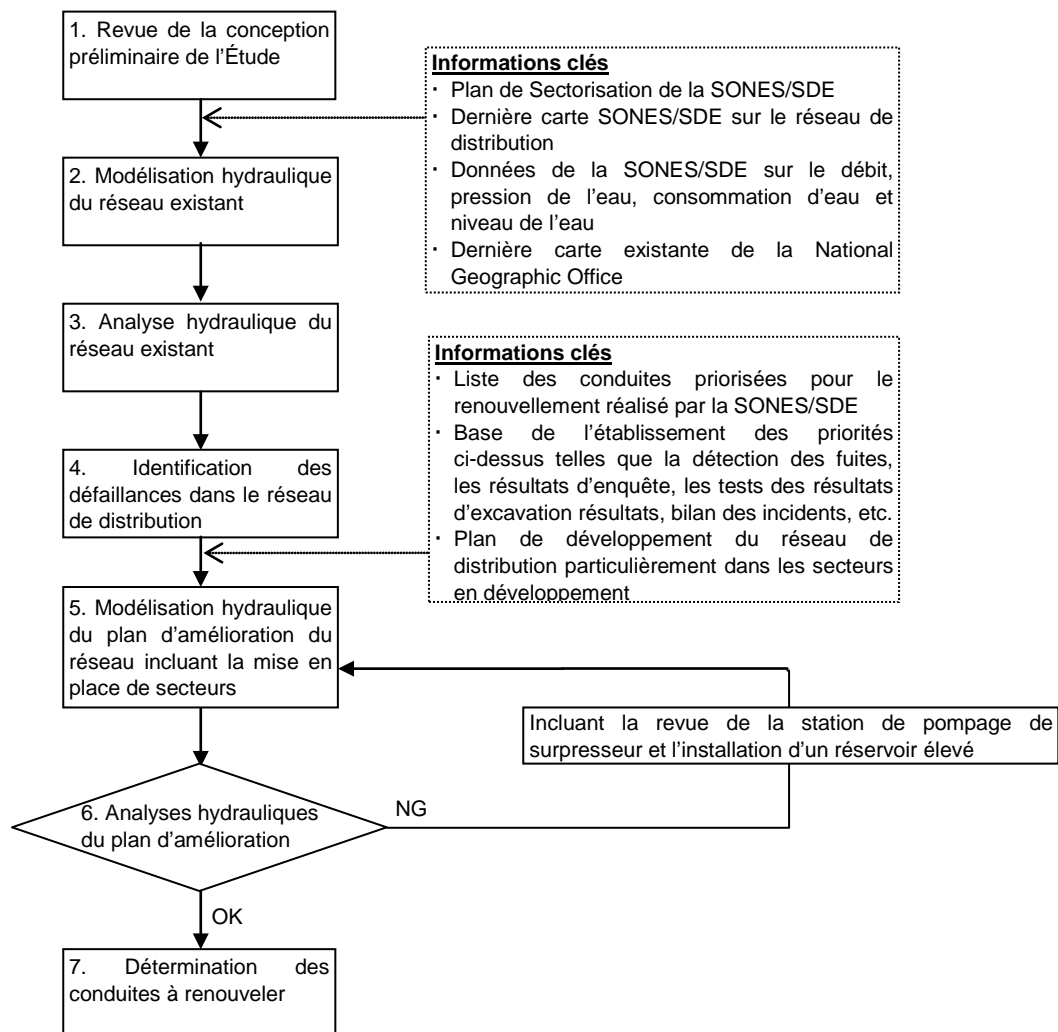
Dans la conception détaillée, les travaux de renouvellement des conduites de distribution existantes seront effectués sur la base d'analyses hydrauliques. Les analyses hydrauliques simuleront la capacité du réseau de distribution existant pour identifier les manquements dans la zone de distribution de l'Usine de dessalement aux Mamelles. Sur la base de ces manquements, le consultant devra préparer un plan d'amélioration du réseau de distribution et vérifier le plan à travers une autre analyse hydraulique.

Dans le processus de conception ci-dessus, le consultant se chargera de préparer les modèles hydrauliques du réseau de distribution. En plus, il établira un plan d'amélioration en tenant compte des conduites prioritaires devant être remplacées pour la réduction des pertes d'eau et l'amélioration de la pression de l'eau. Pour accomplir ces tâches, le consultant devra collecter d'importantes informations provenant de la SONES et la SDE et présentées comme suite ::

- a. La zone d'influence de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles (Résultats de la revue susmentionnée de l'Étude de Sectorisation)
- b. La carte du réseau de distribution qui présente les dernières informations pour préparer le modèle hydraulique
- c. Les données sur le débit, la consommation d'eau ainsi que les données sur le niveau de l'eau pour connaître les conditions du débit dans le réseau de distribution
- d. La liste des conduites prioritaires des conduites de distribution devant être renouvelées, avec leurs emplacements exacts et leurs diamètres, âges et matériaux supposés. (En raison du lien manquant entre la base de données des inventaires et la cartographie du réseau de distribution, le consultant ne sera pas en mesure d'identifier par lui-même les conduites détériorées. Par conséquent, le choix des conduites cibles à renouveler devra être effectué par la SONES/SDE. S'il s'avère difficile d'identifier l'âge des conduites après leur installation, la SONES/SDE se chargera d'estimer leurs âges en se référant à l'année de développement de la zone concernée ou fournir toutes les informations qui seront nécessaires pour l'identification des conduites cibles.)

- e. Le fondement de la priorisation ci-dessus telle que les résultats d'enquête de détection des fuites, les résultats d'inspections visuelles des conduites existantes par tests d'excavations et le bilan des incidents,
- f. Le plan de développement du réseau de distribution dans la Zone de Dakar 1 et plus particulièrement dans les zones en développement, étant donné que ces dernières ont tendance à souffrir de la pression insuffisante d'eau.

Les méthodologies dans la conception détaillée pour finalement déterminer les conduites devant être renouvelées sont fournies dans la Figure 5.10.10.



Note: * Secteur

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 5.10.10 Méthodologies Proposées dans la Conception Détaillée pour Déterminer les Conduites de Distribution à Renouveler

CHAPTER 6 CONSIDÉRATIONS SOCIALES ET ENVIRONNEMENTALES

6.1 Portée Générale et Conditions Environnementales et Sociales relatives au Projet

6.1.1 Portée Générale et Zone Cible du Projet

(1) Objectif du Projet

Le Projet consiste à construire une usine de dessalement d'eau de mer et des installations connexes telles que les conduites de transmission d'eau de mer et de rejet de saumures dans la zone des Mamelles et d'améliorer le réseau de distribution d'eau existant, afin de pallier les graves problèmes de pénurie d'eau et la pression insuffisante observés dans la région de Dakar.

(2) Portée principale du Projet

1) Ouvrages de dessalement d'eau de mer

Les ouvrages prévus pour l'unité de dessalement d'eau de mer sont les suivants :

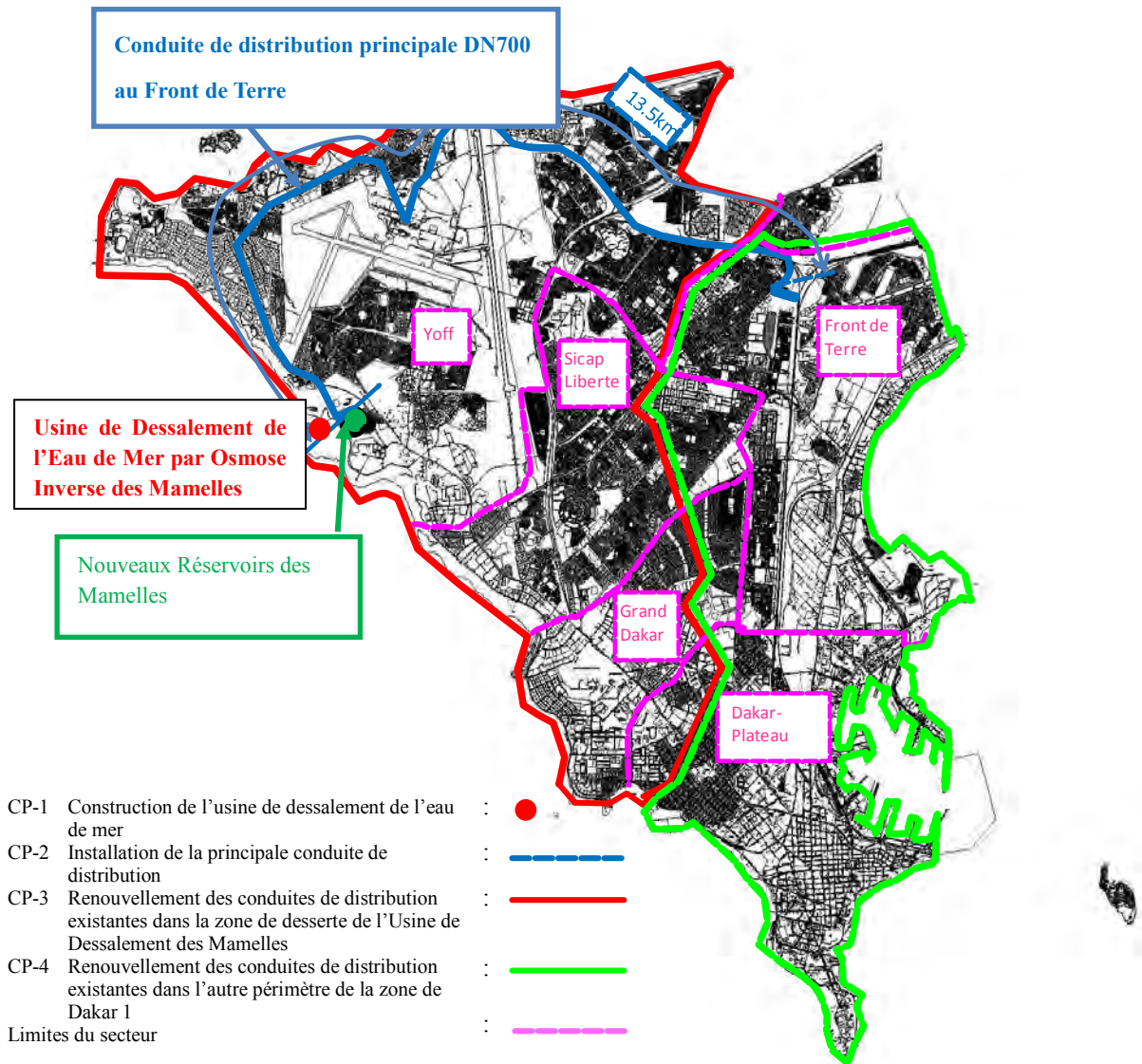
- Un ouvrage de prise d'eau de mer et un ouvrage de rejet de saumure
- Une station de pompage pour la transmission d'eau de mer
- Une conduite de transmission d'eau de mer et de rejet de saumure
- Une usine de dessalement d'eau de mer
- Une station de pompage de transmission d'eau traitée
- Une conduite de transmission d'eau traitée.
- Des travaux d'aménagements de terrain au niveau du site de l'usine.

2) Amélioration du réseau de distribution existant

- Une installation d'un linéaire de 13,5 km de conduites de conduites principales de distribution partant des réservoirs des Mamelles
- Un renouvellement de 44,2 km des conduites de distribution existantes dans la zone de Dakar 1

(3) La zone cible du Projet

La zone cible du Projet est illustrée à la Figure 6.1.1.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 6.1.1 Site du Projet

6.1.2 Conditions Environnementales

(1) Le climat

Le climat au niveau du site du projet a été décrit dans la Sous-section 2.2.1.

(2) La topographie du site

La topographie du site du projet a été décrite dans la Sous-section 2.2.2.

(3) La flore et la faune

Une description générale de la faune et de la flore dans le site du projet est présentée dans la Sous-section 2.2.3. La région de Dakar dispose de deux zones écologiques importantes qui sont le « Parc National des Îles de la Madeleine (ci-après dénommé « PNIM ») » et la « Zone des Niayes ». Le PNIM a été désigné en 1967 par la Direction des Parc Nationaux (ci-après désigné « DNP ») comme la zone la plus diversifiée du Sénégal. La « Zone des Niayes » est connue comme un carrefour biologique à proximité de la région de Dakar. Toutefois, la zone du Projet ne se trouve pas dans ces domaines tel que présenté dans la Figure 6.1.2.



Source: Rapport de l'Enquête de Référence Sociale et Environnementale, Projet d'actualisation du Plan directeur de l'Urbanisme de Dakar à l'Horizon 2025 Sénégal, Système Terrestre, 2015, compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

Figure 6.1.2 Emplacements des Zones d'Importance Écologique et de la Zone du Projet dans la région de Dakar

(4) Environnement naturel côtier et marin

Avec plus de 700 km de littoral, le Sénégal est fortement tributaire des ressources côtières et marines. Cependant, ce milieu marin et côtier, notamment dans la région de Dakar est menacé par l'érosion côtière, la pollution marine, la destruction de l'habitat naturel, la perte de la biodiversité, etc.

La principale cause naturelle de l'érosion côtière est la perte de sédiments. La perte de sédiments dans certaines zones au Sénégal est chronique. Elle est surtout liée à leur emplacement le long de la côte. En général, la côte sénégalaise est caractérisée, dans sa partie Nord; par une intense dérive littorale Nord-Sud globale qui dépose de grandes quantités de sables sur la côte. Les principales causes anthropiques de l'érosion côtière seront i) les prélèvements de sable et d'autres sédiments sur les plages, ii) l'urbanisation, avec la construction des bâtiments et installations diverses sur les plages.

En termes de pollution marines dues aux rejets d'eaux usées, la ville de Dakar et sa banlieue, malgré le déficit d'approvisionnement en eau potable, voit ses eaux usées pour la plupart du temps déversées directement dans la mer sans aucun traitement au préalable. Il a également été signalé des problèmes de pollution par les hydrocarbures au niveau des zones côtières.

En termes de destruction de l'habitat naturel dans la région de Dakar, il est observé deux différentes causes : une cause naturelle telle que l'érosion côtière, qui menace les écosystèmes côtiers et une cause anthropique telle que l'urbanisation rapide observée au niveau de la banlieue de Dakar, l'extraction de sable de mer, la surpêche...

Concernant la perte de biodiversité, sur 400 espèces de poissons recensés au Sénégal, au moins 10 sont considérées comme menacées d'extinction en raison de la surpêche ou de la destruction de leurs habitats naturels. Presque tous les reptiles (serpents et tortues) sont menacés d'extinction à cause de diverses raisons. La surexploitation et la destruction de l'habitat naturel sont les principales causes des menaces sur ces espèces, selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). Il n'a cependant été observé aucune espèce menacée dans la zone cible du Projet

(5) Qualité de l'Eau

Dans la région de Dakar, il existe très peu de données relatives à la qualité de l'eau de mer. La plupart des données sur la qualité de l'eau de mer date de très longtemps. Il existe aussi très peu de données sur la qualité des eaux de surface. D'autre part, il est rapporté que des fuites d'eaux usées provenant des fosses septiques (la contamination fécale directe), et l'intrusion d'un biseau salé peuvent entraîner la pollution des eaux souterraines et de surface au niveau de la région de Dakar.

(6) Qualité de l'Air

Il existe cinq stations de surveillance de la qualité de l'air pour la mesure des particules (PM) 10, PM 2,5, NO₂, SO₂, Ozone, et de l'Indice de la Qualité de l'Air (IQA) dans la Ville de Dakar. Les résultats mensuels de 2010 à 2013 de chaque paramètre sont mis à la disposition du public sur le site internet (www.air-dakar.org).

Selon les données de la surveillance de la qualité de l'air en 2013, il y a eu peu de paramètres observés, ayant dépassés les normes de la qualité de l'air au Sénégal pendant la saison des pluies (de Juin à Octobre). D'autre part, il y a des données observées au niveau de quelques stations de surveillance sur les particules PM 2,5 qui avaient dépassé les normes pendant la saison sèche (de Novembre à Mai).

(7) Bruits et Vibrations

Le chapitre IV du titre II du Code de l'Environnement du Sénégal a interdit les émissions de bruits « susceptibles de nuire à la santé de l'homme ... » En outre, l'article R84 du code stipule que, les seuils maxima de bruit à ne pas dépasser sans exposer l'organisme humain à des conséquences dangereuses sont cinquante-cinq (55) à soixante (60) décibels le jour et quarante (40) décibels la nuit. Cependant, il n'existe pas de données de référence détaillées relatives aux émissions de bruits et aux vibrations au Sénégal.

(8) Sédiments de Fond

Une analyse des métaux lourds présents dans les sédiments côtiers aux points de rejets d'eaux usées à Dakar a montré une présence de quantités importantes de cadmium et de plomb dans les sédiments de fond. L'indice de pollution sédimentaire qui estime le degré de contamination d'un site en fonction de la toxicité relative de chaque métal considéré fait état d'une forte pollution, voire même d'une dangerosité des sédiments étudiés.

6.1.3 Conditions Sociales

La région de Dakar a la plus forte densité de population (5739 habitants par km²) comparée aux autres régions du Sénégal. La population de la région de Dakar était 3 139 325 habitants en 2013, soit près d'un quart de la population totale du Sénégal, tandis que sa superficie est seulement d'environ 0,3% de la superficie totale du Sénégal. La région de Dakar attire beaucoup de personnes en raison du développement économique et les nombreuses possibilités d'emploi connexes. Selon l'ANSD en 2013, les incidences de pauvreté ont diminué dans la région de Dakar de (38,1% en 2001-2002 à 26,2% en 2010-2011).

Le site du projet (les mamelles) est situé dans la Commune de Ouakam. Les principales caractéristiques de cette localité sont les suivantes:

(1) Démographie

La municipalité de Ouakam a vu sa population s'élargir de manière considérable en raison d'un afflux de personnes du reste du pays et de l'extérieur. La population officielle de la commune s'élève à 50 626 habitants en 2009, 53 943 habitants en 2012 et 58 418 en 2015 (chiffres estimatifs).

(2) Caractéristiques Sociales de la population

La population compte 96,8 % de musulmans, 3 % de chrétiens et 0,2 % d'animistes. L'avancée du front urbain dopée par la poussée démographique que connaît la région de Dakar rend difficile la préservation de l'identité spatiale, la conservation du statut du village traditionnel de pêcheur. La

localité compte plusieurs infrastructures religieuses : dix-sept (17) Mosquées, une (1) Église Catholique et une (1) Église Évangélique.

Sur le plan scolaire, la commune compte aujourd'hui, 06 écoles élémentaires publiques, 12 écoles élémentaires privées, 12 préscolaires privées, une case des tout-petits. Dans l'enseignement secondaire, elle compte 01 lycée public, 01 collège d'enseignement moyen public, 02 collèges d'enseignement moyen privé, 04 lycées privés, 03 centres d'éducation spécialisée, 01 centre de ressources d'éducation et de formation. La commune de Ouakam compte également 04 hôpitaux, 02 marchés, 01 foyer des jeunes et de la culture, 01 centre socio- culturel, 02 foyers des femmes

Les femmes sont aussi très actives au niveau de la commune, elles se sont organisées en groupements de promotion féminine et s'activent dans la transformation et la vente de produits halieutiques, la gestion des ordures ménagères, la teinture, la transformation des fruits et légumes. Elles bénéficient de l'appui de l'Etat et des ONG intervenant dans la localité.

(3) Situations économiques

La Commune tire l'essentiel de ses ressources des fonds de dotation du gouvernement. La municipalité tire ses ressources fiscale par le recouvrement des impôts directs (brevets, licences des exploitations de débits de boissons alcoolisées, impôts indirects sur les produits comme la taxe municipale sur l'eau, l'électricité, les spectacles, les stations de distribution de carburants et des recettes sur l'occupation du domaine public (occupation du domaine par les ouvriers, trottoirs, menuisiers, mécaniciens, constructions en saillie, décharges, souks, cantines, kiosques, gargotes, containers, étalage devant les magasins, ateliers garages, etc.).

(4) Pêche

La pêche est l'une des activités les plus importantes dans cette localité. Elle est exercée de manière traditionnelle avec l'utilisation de barques. Elle se modernise de plus en plus avec des moyens tels que des pirogues motorisées, des filets tournants, des équipements de plongée pour la pêche sous-marine, des GPS, un quai de pêche etc.

Le secteur de la pêche contribue beaucoup aujourd'hui à la création d'emploi pour les jeunes et les femmes de la localité. Les pêcheurs se sont organisés en associations et font travailler plus de 500 permanents avec les acteurs industriels connexes dont les mareyeurs, les transformateurs de poissons. Au niveau des techniques de pêche pratiquées dans la zone, on distingue la pêche à la ligne, la pêche au filet et la pêche en haute mer avec le filet à tourner, la pêche sous-marine. Fondamentalement, la grande majorité des pêcheurs navigue en mer durant toute la saison.

(5) Santé Publique

La commune de Ouakam dispose de plusieurs infrastructures sanitaires Elle compte : 01 centre de santé, 01 poste de santé, 01 infirmerie militaire, 01 hôpital militaire, 01 infirmerie des Sœurs Spiritaines, 01 clinique privée, 08 pharmacies.

Un diagnostic sectoriel effectué révèle la présence dans la zone de plusieurs types de maladies dont les plus fréquentes sont: i) le paludisme, ii) les infections respiratoires aiguës, iii) les maladies de la peau et celles chroniques non contagieuses, iv) les anémies.

(6) Tourisme

Sur le plan touristique, il n'existe pour le moment pas beaucoup de structures hôtelières ou d'accueil de haut standing fonctionnelles dans la commune de Ouakam. Cependant, deux grands hôtels, dont l'un est situé à proximité du site proposé pour le projet, sont en cours de construction depuis près de 3 ans et tardent à s'achever. Les sites d'attraction touristique sont les suivants:

- Le phare des Mamelles qui date de l'époque coloniale a été construite en 1864, représente la zone la plus élevée de la ville de Dakar et offre une vue panoramique de celle-ci.
- La Mosquée de la Divinité est une bâtisse dont l'architecture unique au monde s'ouvre sur l'océan atlantique. Elle est située au bord de la mer, en contre bas de la Corniche Ouest.
- Le monument de la renaissance africaine, l'un des plus hauts monuments d'Afrique culminant à 150 mètres de hauteur (dont le socle dressé sur la deuxième colline des Mamelles haute de 100 mètres tandis que le monument en lui-même fait 50 mètres de haut).

(7) Déchets et les autres problèmes de la localité

L'Etat du Sénégal appuie la commune dans la gestion des déchets solides avec la nouvelle Unité de Coordination de la Gestion des Déchets Solides mise en place en 2011 dont la principale mission est d'assurer la coordination de la collecte, le transport, l'enfouissement et le traitement ainsi que la récupération (y compris la gestion des équipements et infrastructures) des déchets solides sur l'ensemble du territoire national.

Cependant le problème d'insalubrité se pose toujours à Ouakam selon les autorités de la municipalité. La collecte et l'évacuation des déchets solides sont rendues difficiles du fait de l'habitat spontané (le non lotissement de certaines habitations traditionnelles de la commune) et l'inaccessibilité à certains endroits de la falaise et des plages.

6.2 Cadre Juridique et Institutionnel au Sénégal relatif aux Considérations Environnementales et Sociales

6.2.1 Cadre Juridique et Institutionnel au Sénégal

(1) Le cadre juridique sénégalais relatif aux considérations environnementales et sociales.

Au Sénégal, les Articles L 48 à L 54 du Chapitre V du Code l'Environnement « ci-après dénommé Code de l'Environnement » traitent exclusivement de la question des études d'impact. Ce Chapitre du Code présente le concept de l'Étude d'Impact Environnemental et Social (ci-après dénommée « EIES »), l'Évaluation Environnementale Stratégique (ci-après désignée « EES ») et des audits environnementaux, et décrit aussi les études d'impact obligatoires sur l'environnement. L'Article L 49 réglemente les procédures de mise en œuvre des études d'impact. En outre, l'Article L 49 définit le rapport d'étude qui doit être soumis aux autorités compétentes à savoir la Direction de l'Environnement et des Établissements Classés (ci-après dénommée « DEEC ») sous la tutelle du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (ci-après dénommé « MEDD »). Les Articles R 38 à R 44 expliquent également les procédures administratives concernant les études d'impact environnemental et les catégories d'EIE

Comme présenté dans le Tableau 6.2., l'Article R 40 du Code de l'Environnement stipule que les projets sont classés en deux catégories selon leurs impacts potentiels sur l'environnement, l'étendue des impacts potentiels, ainsi que les emplacements d'un projet. De plus l'article précité requiert de la part des structures chargées de l'exécution du projet la réalisation d'une EIE pour les projets de Catégorie 1 ou d'une Évaluation Environnementale Initiale (EEI) pour les projets de Catégorie 2. Le terme générique pour ces deux différentes études environnementales est appelée EIES. En outre l'Article R40 requiert de la part des structures chargées de l'exécution du projet l'obtention du Certificat de Conformité Environnemental CCE délivré par la DEEC au terme de l'EIES.

Tableau 6.2.1 Catégorie de Projet et Evaluation d'Impact Environnemental et Social requise (EIES)

Catégorie	Type de Projet	EIES Nécessaires
1	Les projets sont susceptibles d'avoir des impacts significatifs sur l'environnement; une étude de l'évaluation des impacts environnementaux et sociaux va intégrer l'analyse environnementale, sociale, économique et financière du projet.	Evaluation Impact Environnemental (EIE)
2	Les projets ont des impacts limités sur l'environnement : ces derniers peuvent être atténués par des mesures de mise en œuvre ou des changements dans leurs conceptions.	Evaluation Environnementale Initiale (EEI)

Source: Code de l'Environnement du Sénégal

En plus du Code de l'Environnement il existe une grille de classification des projets dénommée « Nomenclature ». La Nomenclature traite des procédures environnementales nécessaires pour la construction de nouveaux ouvrages ou les activités de développement en fonctions du type et de l'échelle des projets. Concernant les ouvrages et les activités de développement relatifs à

l'approvisionnement eau, la Nomenclature présente les catégories de projets comme indiqué dans le Tableau 6.2.2

Tableau 6.2.2 Catégories de Projets et Études d'Impact Environnemental requises

Numero du Code	Construction d'ouvrages ou Activités de Développement de Projet de	Catégorie	Types d'EIES
A2100	Ouvrages de prise d'eau de main, Usine de traitement des Eaux, Ouvrages de drainage, Ouvrages Sanitaires.		
A2102	Installation d'un ouvrage de prise d'eau et ou de traitement et de distribution dont l'échelle est supérieure ou égale à 2 000 m ³ /jour	A	EIA
	Installation d'un ouvrage de prise d'eau et ou de traitement et de distribution dont l'échelle est supérieure ou égale à 200 m ³ /jour et inférieure à 2 000 m ³ /jour	D	IEE

Notes: A: Projets dont le CCE doit être acquis au préalable avant l'entame des opérations

D: Projets pouvant démarrer ses opérations si le CCE est appliqué (avant même la délivrance du CCE)

Source: Nomenclature au Sénégal

Le Tableau 6.2.3 présente le résumé des principales Lois et Arrêtés au Sénégal relatifs aux considérations Environnementales et Sociales.

Au Sénégal Il n'existe aucun critère technique ou norme propre à l'EIE. Cependant les Arrêtés Ministériels No.9471 et 9472 (2001) régulent les grandes lignes des contenus nécessaires des TDR de l'EIE.

Tableau 6.2.3 Autres Lois et Décrets Majeurs Concernant les EIES au Sénégal

Lois/Arrêtés Ministériels	Contenu Principal
Arrêté Ministériel No.9471, 2001	Cet arrêté établit le contenu des Termes de Référence (ci-après désignés « TDR ») d'une EIE
Arrêté Ministériel No.9472, 2001	Cet arrêté établit le contenu d'un rapport de l'EIE.
Loi Arrêté No.9468, 2001	Cet arrêté vise à assurer la participation du public dans le processus d'EIES.
Loi Arrêté No.9469, 2001	Cet arrêté établit les rôles et les responsabilités du Comité technique (CT) qui sera chargé de l'évaluation et de la validation d'une EIE. Le CT est créé au niveau régional pour assister la DEEC et la DREEC (détachement régional de la DEEC) dans l'évaluation de l'EIE
Loi n°64-46 Code du Domaine National et les Amendements	Il est stipulé que les terres du domaine national sont la propriété de l'Etat doté du droit de décider de leur utilisation / de leur exploitation suivant les plans de développement / programmes de gestion au Sénégal.
Code de l'Eau, 1998	Il est précisé la nécessité de prévenir la pollution de l'eau.
Code Forestier, 1998	Il est précisé diverses exigences relatives aux forêts / parcs nationaux.

Source: DEEC

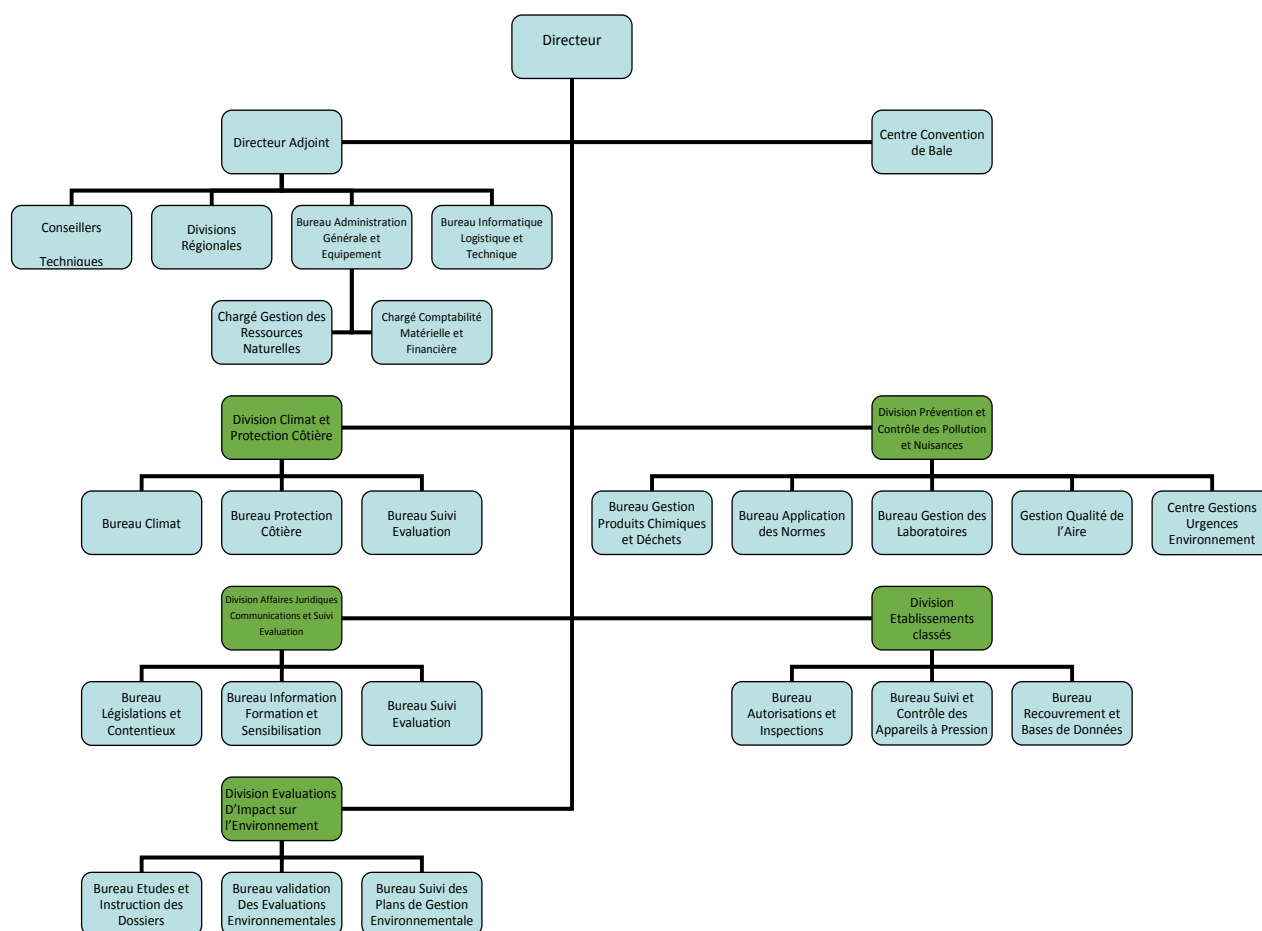
(2) Processus environnemental nécessaire à la mise en œuvre du Projet

Se référant au Tableau 6.2.2 il est nécessaire à la SONES de réaliser l'EIE et d'obtenir le CCE pour le PC-1 préalablement à la mise en œuvre du projet alors que les procédures nécessaires pour le PC-2 au PC-4 ne sont pas clarifiées. Par conséquent la SONES et la DEEC ont tenu des discussions sur les

procédures nécessaires relatives à ces packages. A la suite de ces discussions, la DEEC a transmis à la SONES une lettre officielle datant du 23 octobre 2015 qui stipule qu'une EEI (Evaluation Environnementale Initiale) est nécessaire en lieu et place d'une EIE (Etude Impact Environnementale). La procédure de l'IEE et de l'EIE pour l'obtention du CCE sera décrite dans la Section 6.7

(3) Structure au Sénégal relative aux considérations environnementales et sociales

Le MEDD développe et assure la mise en œuvre des politiques environnementales nationales telles que le contrôle de la pollution, la protection de la nature, et la gestion des bassins hydrologiques. Sous la tutelle du MEDD, la DEEC met en œuvre les politiques environnementales au niveau national, y compris la conservation des milieux naturels et sociaux, et veille à la prise en compte des aspects environnementaux au niveau des projets et programmes, à la mise en œuvre et au suivi de l'évaluation des impacts environnementaux et sociaux. La Figure 6.2.1 présente l'Organigramme actuel de la DEEC.



Source: DEEC

Figure 6.2.1 Organigramme de la DEEC

Les principales agences gouvernementales relatives aux considérations environnementales et sociales dans le cadre du MEDD sont : la Direction des Eaux, Forêts, de la Chasse et de la Conservation des Sols (ci-après dénommée « DEFCCS »), et la Direction des Parcs Nationaux (ci-après dénommée « DPN »), Le Comité Technique (ci-après dénommé « CT ») est aussi une structure très importante créée au niveau régionale pour assister la DEEC dans l'évaluation de l'EIE.

(4) Cadre Juridique et Processus d'acquisition des terrains au Sénégal

Au Sénégal, le Gouvernement s'appuie sur le « Code du Domaine de l'Etat » qui lui confère le droit de procéder à l'expropriation des terrains pour cause d'utilité publique. La procédure d'expropriation des terrains privés est effectuée par la « Commission d'Évaluation des Impenses » mise en place pour chaque projet par le Préfet de la localité. Les coûts d'indemnisation relatifs à l'expropriation des terrains sont présentés dans le « Code du Domaine National ». Cependant, ces coûts sont loin d'être conformes à ceux du prix du marché. Par conséquent, le montant des indemnités est déterminé sur la base des négociations entre les propriétaires fonciers et la Commission d'Évaluation des Impenses. Le Tableau 6.2.4 présente les principales lois et arrêtés relatives à la procédure d'expropriation des terrains au Sénégal.

Tableau 6.2.4 Lois et Décrets Majeurs Relatifs à l'Acquisition de Terrains au Sénégal

Lois/Arrêtés	Contenu Principal
Loi No. 64-46	Cette loi est relative au Domaine National
Loi No. 76-66	Cette loi est relative au Code Domaine de l'Etat
Loi No. 76-67	Cette loi est relative à l'expropriation pour cause d'utilité publique
Loi 2011-07, 2011	Cette loi organise le régime de la propriété foncière régi par le décret du 26 juillet 1932 fixant le système du Cadastre et de ses agents du
Arrêté No. 64-573	Cet arrêté fixe les conditions d'application de la loi 64-46 du 17 juin 1964 relative au Domaine National.
Arrêté No. 77-563	Cet arrêté régule la loi N°76-67 du 2 Juillet 1976, relative à l'expropriation sur la base de l'utilité publique et autres activités foncières d'utilité publique.
Arrêté N° 81-557	Cet arrêté régule la loi Sur le Code du Domaine de l'Etat en ce qui concerne la propriété privée
Arrêté No. 2014-845	Ce Décret est relatif à la nomination du Premier Ministre
Arrêté No. 2014-853	Ce décret est relatif à la répartition des Services Etatiques et le control des Institutions publics, des compagnies nationales et publiques avec une implication conjointe de la primature et de la présidence de la république modifiée par le décret n° 2015-299 du 6 mars 2015
Arrêté No. 2015-855	Ce décret est relatif à la composition du Gouvernement

Source: Équipe d'Étude de la JICA

6.2.2 Analyse du Gap entre le Cadre Juridique Sénégalais relatif à l'EIE et les Lignes Directrices Environnementales de la JICA

Le Tableau 6.2.5 présente les gaps entre les exigences clés exprimées dans les Lignes Directrices Environnementales de la JICA et le cadre juridique au Sénégal ainsi que les contre-mesures proposées pour l'atténuation des Gaps identifiés.

Concernant le cadre juridique de base, il est noté l'existence de Gaps minimales entre les lignes directrices environnementales et sociales de la JICA et le cadre juridique Sénégalais relatif à l'EIE au Sénégal. Cependant quelques gaps sont observés entre ces derniers car au Sénégal le timing des indemnités à verser ainsi que le mécanisme de réparation des torts n'est pas clairement défini. Il est dès lors nécessaire que la SONES en tant qu'agence d'exécution du Projet, la Commission d'Evaluation des Impenses du site, les autorités concernées ainsi que les municipalités fassent des efforts allant dans le sens d'une atténuation de ces gaps pour satisfaire aux exigences des Lignes Directrices de la JICA en matière d'environnement.

Tableau 6.2.5 Analyse des Gaps entre les Lignes Directrices Environnementales et Sociales de la JICA et le Cadre Juridique au Sénégal et quelques Contre-mesures proposées

Exigence des Lignes Directrices Environnementales de la JICA		Dispositions Juridiques et Réglementaires au Sénégal	Contre-mesures pour la Résorption du Gap
1. Principe sous-jacent	1) Les impacts environnementaux qui peuvent être causés par les projets doivent être évalués et vérifiés le plus tôt possible dans la planification.	L'Article L 48 du Code de l'Environnement fait état du même contenu que les Lignes Directrices Environnementales de la JICA.	Pas besoin de contre-mesures spécifiques
	2) Des alternatives ou des mesures d'atténuation pour éviter ou minimiser les impacts négatifs doivent être examinés et intégrés dans le plan du projet.	L'Article L 48 du Code de l'Environnement fait état du même contenu que les Lignes Directrices Environnementales de la JICA.	Pas besoin de contre-mesures spécifiques
2. Revue des mesures	1) Plusieurs alternatives doivent être examinées afin de choisir une meilleure option en termes de considérations environnementales et sociales.	Article 1 de l'Arrêté Ministériel N° 9472,(2001) requière la réalisation de plusieurs études alternatives sur les emplacements , technologies etc. des projets concernant les impacts sociaux et environnementaux .	Pas besoin de contre-mesures spécifiques
	2) Des plans appropriés de suivi des systèmes, tels que les plans de surveillance et des plans de gestion environnementale, doivent être préparés, les coûts et les ressources financières pour la mise en œuvre doivent être déterminés.	L'Arrêté Ministériel (AM) n° 9472, 2001 présentant le contenu de l'EIE précise que le plan de surveillance et le Plan de Gestion Environnementale et social sont des exigences dans les EIE réalisés au Sénégal.	Pas besoin de contre-mesures spécifiques

Exigence des Lignes Directrices Environnementales de la JICA	Dispositions Juridiques et Réglementaires au Sénégal	Contre-mesures pour la Résorption du Gap	
3. Portée des impacts à évaluer	1) Les impacts à évaluer en ce qui concerne les considérations environnementales et sociales comprennent les impacts sur la santé humaine et la sécurité, ainsi que sur l'environnement naturel, qui sont transmis à travers l'air, l'eau, le sol, les déchets, les accidents, la consommation d'eau, le changement climatique, les écosystèmes, la faune et la flore, y compris les impacts transfrontaliers ou d'échelle globale. Sont également considérés, les impacts sociaux, tels que le recasement involontaire, et autres impacts sociaux.	L'Article R 39 du Code de l'Environnement stipule que l'évaluation de l'EIE peut également porter sur les conséquences sociales, en particulier en ce qui concerne les besoins spécifiques des hommes et des femmes, des groupes spécifiques, le recasement des personnes déplacés et les conséquences sur les populations locales.	Pas besoin de contremesures spécifiques
4. Recasement involontaire (Acquisition de Terrains)	1) Le recasement involontaire et la perte de moyens de subsistance sont à éviter si possible en explorant toutes les alternatives viables.	L'Article R39 du Code National de l'Environnement stipule que le recasement et la perte de moyens de subsistance involontaire sont à éviter si possible en explorant toutes les solutions de alternatives viables.	Pas besoin de contremesures spécifiques
	2) Les personnes qui doivent être recasées involontairement ainsi que celles dont les moyens de subsistance seront entravés ou perdus doivent être indemnisés suffisamment et pris en charge, afin qu'elles puissent améliorer ou au moins rétablir leur niveau de vie, leurs possibilités de revenus et leurs niveaux de production tel qu'il en était avant le projet.	Aucune Loi/Règlement du Sénégal ne stipule clairement le timing ou la date limite du paiement montant des indemnités aux personnes affectées	« La Commission d'Évaluation des Impenses du Site des Mamelles » assure le suivi et assiste l'agence d'exécution du projet pour achever le paiement des indemnités aux personnes affectées avant l'entame du Projet.
	3) L'indemnisation doit être basée sur le coût de remplacement intégral autant que possible.	L'Article 14 de l'arrêté Ministériel N° 765-67, (1976) stipule que toutes les personnes affectées devront être indemnisées à un montant équivalent à la valeur effective de biens perdu estimée sur le marché	Pas besoin de contremesures spécifiques
	4) Les mécanismes de réclamation appropriés et accessibles doivent être établis pour les personnes touchées et de leurs communautés.	Aucune Loi/Règlement Sénégalais ne fait état des mécanismes de réclamation appropriés et accessibles.	Les Communes des zones concernées par le Projet établiront une Unité de Gestion du Projet (UGP), qui aura également pour fonction de traiter les plaintes des populations concernées.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

6.3 Analyses des Alternatives et Portée

6.3.1 Analyse des alternatives

L'analyse des alternatives dans le cadre des considérations environnementales et sociales est une étude comparative qui permet de vérifier si le projet proposé est le meilleur, comparé aux autres projets alternatifs possibles, y compris dans une situation de « sans projet alternatif ». L'étude doit être réalisée sur la base des potentiels impacts environnementaux et sociaux, du coût et d'autres facteurs importants.

(1) Analyses des alternatives pour une production supplémentaire en eau

Dans un premier temps, sur la base des dernières compréhensions de la situation actuelle des ressources en eau disponibles, pour une production supplémentaire en eau dans la région de Dakar, les trois principales alternatives suivantes ont été analysées: i) l'option zéro, ii) l'augmentation des prélèvements d'eau au niveau du Lac de Guiers, iii) la construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles.

Dans cette étude des alternatives, le développement de forages supplémentaires pour le prélèvement à grande échelle des eaux souterraines n'est pas envisagé du fait que les rapports d'études antérieurs ainsi que les données de surveillance indiquent un abattement des eaux souterraines, une intrusion saline dans les nappes ainsi qu'une pollution des eaux souterraines. Les prélèvements supplémentaires d'eaux souterraines ne constituent pas une solution durable pour répondre aux besoins croissants en eau.

Tableau 6.3.1 Comparaison de trois Principaux Scenarii

Désignation	Option Zéro	Augmentation des prélèvements d'eau au niveau du Lac de Guiers	Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles
Bon Approvisionnement en Eau	Pas de contributions à l'approvisionnement supplémentaire en eau	Dans une certaine mesure, il est attendu un bon approvisionnement en Eau, cependant la pollution de l'eau et des problèmes liés aux pesticides ont été signalés au niveau du Lac de Guiers.	Il est attendu un bon approvisionnement en Eau
	C	B	A
Diversité des ressources en eau pour atteindre une sécurité d'approvisionnement en eau	Pas d'amélioration	Pas d'amélioration	La diversité des ressources en eau sera accrue
	C	C	A
Impacts Sociaux et Environnementaux et consommation d'énergie	L'option zéro pourrait provoquer une surexploitation au niveau des prélèvements d'eaux souterraines en raison de la pénurie des ressources en eau.	Il est possible de noter des impacts sociaux tels que le recasement sur une zone large notamment sur toute la zone qui longe la conduite de transmission d'eau.	Les impacts environnementaux potentiels ne seront pas trop significatifs, bien que la consommation d'énergie soit élevée.
	C	B	B
possibilité de mise en œuvre de mesures d'atténuation selon les options conçues.	-	Il existe des options prévues pour les mesures d'atténuation qui permettent d'éviter d'éventuels impacts négatifs sur l'environnement, cependant la possibilité de recasement ne sera pas complètement effective.	Il existe des options de conçues pour les mesures d'atténuation qui permettent d'éviter l'éventuel impact négatif sur l'environnement
	C	B	A
Coût	Aucun coût supplémentaire n'est généré	Le coût initial est le plus élevé.	Coût d'exploitation élevé. Le coût total, y compris les coûts initiaux et d'exploitation seront presque identiques à « l'Augmentation de la prise d'eau au niveau du Lac de Guiers ».
	A	B	B
Evaluation complète	Les problèmes de pénurie d'eau ne seront pas atténués et les impacts négatifs tels que la surexploitation des eaux souterraines peuvent s'accélérer.	Les problèmes de pénurie d'eau seront atténués, mais cette option ne contribuera pas à la diversification des sources d'approvisionnement en eau et de plus le Lac de Guiers reste vulnérable aux changements climatiques.	Cette option est la meilleure, principalement en raison du stable approvisionnement en eau en dépit des changements climatiques, possibilité de mise en œuvre de mesures d'atténuation selon les options envisagées.
	C	B	A

Note: « A » meilleure option, « B » la deuxième option, « C » la pire des options pour chaque désignation

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(2) Analyses des alternatives basées sur la méthode et le type de dessalement

1) Analyses des alternatives en fonction des méthodes de dessalement

En général, le processus de dessalement d'eau de mer est composé de deux principales méthodes : le procédé d'OI, qui est devenu aujourd'hui le procédé le plus courant dans le monde, et le procédé de distillation qui comprend le procédé MED ou Distillation à Effets Multiples ainsi que la Distillation par Détentes Successives (MSF).

Les principaux résultats d'analyse des alternatives du procédé d'OI et de la méthode de distillation sont présentés comme suit:

- Les deux procédés doivent répondre à des considérations environnementales afin d'éviter les impacts négatifs sur l'écosystème due au rejet de saumures.
- Cependant, le procédé d'OI est plus avantageux que la méthode de distillation en termes de consommation d'énergie.

2) Analyses des alternatives en fonction des types d'ouvrages de prise d'eau de mer prévus

Les méthodes de prise d'eau de mer sont divisées en quatre grandes catégories. Dans le cadre de ce projet deux méthodes alternatives ont été retenues à savoir la méthode de prise d'eau profonde et de la méthode de captage par infiltration sous la plage ou au niveau du fond marin.

La méthode de prise d'eau profonde est composée : du type « Bouchon de vitesse » et du type « Tour ». Concernant la méthode de captage par infiltration sous les plages ou au niveau du fond marin, elle est divisée en captage par « Galeries de filtration sous fond-Marin » et en « Collecteurs HDD ».

Parmi les quatre types de prise, le type de « Bouchon de vitesse » a été sélectionné comme la meilleure méthode en tenant compte des impacts environnementaux possibles (meilleure option) et en terme de coût du projet (deuxième option) tel qu'il est décrit dans le Tableau 4.6.4 au niveau de la Section 4.6

3) Analyses des alternatives en fonction des types d'ouvrages de rejet de saumures prévus

Les méthodes de rejet de saumures sont divisées en quatre grandes catégories. Dans le cadre de ce Projet la méthode de rejet en eau profonde a été retenue.

La méthode de rejet en eau profonde est composée de trois types; i) le type mono-buse, ii) le type multi-buses, iii) et le port relanceur.

Comme expliqué dans le Tableau 4.6.6 au niveau de la Section 4.6, le type port relanceur a été finalement sélectionné après analyse globale effectuée sur la base du coût de la constructibilité et du potentiel impact sur les écosystèmes marins.

6.3.2 Évaluation de l'EIE

Le Tableau 6.3.2 présente les résultats de l'évaluation sur la base des compréhensions du stade initial de l'Étude d'Impact Social et Environnemental.

Tableau 6.3.2 Évaluation des Résultats du Projet

Classification	No.	Éléments Affectés	Évaluation d'Impact		Raisons de l'Évaluation
			Phase de Construction	Phase d'Exploitation	
Pollution	1	Pollution de l'air	B-	C	<p><u>Phase de construction:</u> Il est supposé que les véhicules de construction utilisés pour la construction des installations de l'usine de dessalement de l'eau de mer ainsi que l'installation des conduites peuvent générer de la poussière, surtout en saison sèche. La qualité de l'air peut se détériorer temporairement.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Il n'est pas attendu d'émissions d'air continues dans l'usine de dessalement proposée pendant son fonctionnement normal. Mais, il y a possibilité de générer des émissions fugitives d'air en cas d'accident.</p>
	2	Pollution de l'eau	B-	B-	<p><u>Phase de construction:</u> La pollution de l'eau pourrait être temporairement générée par l'augmentation du ruissellement des eaux de surface suite à la construction des installations de l'usine de dessalement de l'eau de mer et de l'installations des conduites ou le dragage pour la construction des ouvrages marins de prise d'eau et émissaires de rejet</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> La qualité de l'eau de mer peut se détériorer avec la création d'une zone de mélange des substances issues des émissaires de rejet de saumure, si les contre-mesures ne sont pas prises.</p>
	3	Déchets	B-	B-	<p><u>Phase de construction:</u> Une production temporaire de déchets de construction est attendue.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Une augmentation de débris par absorption de l'eau de mer avec des systèmes de pompage est supposée.</p>
	4	Contamination du Sol	D	B-	<p><u>Phase de construction:</u> Les activités de construction ne causeront pas de contamination des sols.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Si des citernes de stockages des produits chimiques ne sont adéquatement stockées, une contamination du sol peut se produire.</p>
	5	Bruits et Vibration	B-	C	<p><u>Phase de construction:</u> Des émissions sonores temporaires :bruits/ vibrations pendant les travaux de construction pouvant provenir des machines de construction lourde telles que les sonnettes utilisées pour la construction des installations de l'usine de dessalement de l'eau de mer et l'installation des conduites sont supposées.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Il y a une possibilité de générer des bruits/vibrations, si toutefois des mesures préventives appropriées ne sont pas</p>

Classification	No.	Éléments Affectés	Évaluation d'Impact		Raisons de l'Évaluation
			Phase de Construction	Phase d'Exploitation	
					prises.
	6	Affaissement du Sol	D	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction ne pourront pas provoquer un affaissement du sol en raison des conditions géotechniques du site. <u>Phase d'exploitation:</u> Les activités d'exploitation peuvent ne pas provoquer l'affaissement du sol.
	7	Odeur putride	D	B-	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction ne dégageront pas d'odeur putride. <u>Phase d'exploitation:</u> Une odeur putride pourrait provenir de l'appareil de capture de la poussière au niveau de la station de pompage proposée.
	8	Sédiments de Fond	B-	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction au niveau de la mer peuvent provoquer des effets néfastes sur les sédiments du fond, si un dragage à grande échelle est effectué. <u>Phase d'exploitation:</u> il n'y aura pas d'impacts significatifs sur les sédiments de fond.
Environnement Naturel	9	Aires protégées	D	D	<u>Phase de construction:</u> Il n'y a pas d'aires protégées ou conservées dans le site du Projet. Il n'y aura aucun impact sur la zone protégée de Dakar en raison de l'éloignement de la zone du site du Projet. <u>Phase d'exploitation:</u> Aucun impact sur la zone protégée.
	10	Ecosystème	B-	B-	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction dans la mer peuvent provoquer des effets néfastes sur l'écosystème, en cas de dragage à grande échelle. <u>Phase d'exploitation:</u> Les concentrés issus de l'OI proposée seront plus denses que la salinité naturelle et les organismes macro-benthiques pour augmenter les risques d'habitat. Aussi, l'augmentation de débris peut causer des impacts négatifs sur l'écosystème.
	11	Hydrologie (Modèle de micro drainage)	D	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction n'auront pas d'impact sur la présente situation hydrologique en raison de l'emplacement du site. <u>Phase d'exploitation:</u> Les activités d'exploitation n'auront pas d'impact sur la présente situation hydrologique.
	12	Géographie/ Géologie	D	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction n'auront pas d'impact sur la géographie actuelle ainsi que la géologie en raison de l'ampleur de la construction. <u>Phase d'exploitation:</u> L'exploitation n'a pas d'impact sur géographie/ géologie actuelle.

Classification	No.	Éléments Affectés	Évaluation d'Impact		Raisons de l'Évaluation
			Phase de Construction	Phase d'Exploitation	
Environment Social	13	Recasement Involontaire	D	D	<u>Phase de construction</u> : Aucun recasement ne sera nécessaire dans le cadre du projet, bien que l'acquisition de terrains soit nécessaire. <u>Phase d'exploitation</u> : Aucun recasement ne sera nécessaire.
	14	Groupes Démunis	D	D	<u>Phase de construction</u> : Les travaux de construction n'auront pas de répercussions sur les personnes démunies. <u>Phase d'exploitation</u> : L'exploitation ne posera pas de répercussions sur les groupes de personnes vulnérables.
	15	Minorités Éthniques / Population Auto-chtones	D	D	<u>Phase de construction</u> : Les travaux de construction n'auront pas d'effet sur les minorités ethniques. <u>Phase d'exploitation</u> : L'exploitation ne posera pas de répercussions sur les minorités ethniques.
	16	Impact sur l'Économie Locale telle que l'Emploi et les Moyens de Subsistances	B+	B+	<u>Phase de construction</u> : Les travaux de construction auront des effets favorables sur l'économie locale. <u>Phase d'exploitation</u> : L'exploitation aura des effets favorables sur l'économie locale et augmentera les possibilités d'emploi au niveau de l'usine en raison de l'augmentation des ressources hydrauliques.
	17	Utilisation de Terrains et Exploitation des Ressources Locales	D	D	<u>Phase de construction</u> : Il existe trois propriétaires terriens privés à l'intérieur des sites proposés devant accueillir les installations de l'usine de dessalement de l'eau de mer, devant faire l'objet d'une acquisition de terrains. Cependant aucun des propriétaires n'avait exploité les terrains pour des activités économiques. D'autres part, des conflits liés à l'utilisation des ressources locales peuvent subvenir au niveau de l'exploitation des ressources locales dans la zone de pêche située au large des Mamelles avec les pêcheurs ainsi que les visiteurs de la plage. <u>Phase d'exploitation</u> : La dégradation des sols du fait de leur utilisation ne devrait pas causer de préjudices aux propriétaires mais de possibles conflits au niveau de l'utilisation des ressources peuvent subvenir entre les pêcheurs au niveau des côtes des Mamelles.
	18	Utilisation de l'eau	D	A+	<u>Phase de construction</u> : Aucun impact significatif sur l'utilisation de l'eau ne sera constaté. <u>Phase d'exploitation</u> : Le volume d'approvisionnement en eau sera augmenté de façon significative.

Classification	No.	Éléments Affectés	Évaluation d'Impact		Raisons de l'Évaluation
			Phase de Construction	Phase d'Exploitation	
	19	Infrastructure Sociale Existante et Services Sociaux	D	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux d'installation de conduites pourront avoir des répercussions sur le trafic routier. <u>Phase d'exploitation:</u> L'exploitation n'aura pas d'impacts sur les infrastructures sociales existantes et services sociaux.
	20	Capital Social et Systèmes de Prise de Décision Locale	D	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction n'auront pas d'effets sur le capital social actuel et le système de prise de décision locale. <u>Phase d'exploitation:</u> L'exploitation n'aura pas de répercussion sur le capital social actuel et le système de prise de décision locale.
	21	Mauvaise répartition des dommages et des avantages	D	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction ne causeront pas une mauvaise répartition des dommages et avantages. <u>Phase d'exploitation:</u> L'exploitation ne causera pas mauvaise répartition des dommages et des avantages, car il y aura peu de dommages causés par ce projet
	22	Conflits d'intérêt au sein des communautés locales	D	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction ne provoqueront pas de conflits d'intérêt au sein des communautés locales. <u>Phase d'exploitation:</u> L'exploitation ne provoquera pas de conflit d'intérêts au sein des communautés locales.
	23	Patrimoine Culturel (Site Historique)	D	D	<u>Phase de construction:</u> comme informations initiales obtenues durant l'Étude il n'a pas été répertorié de patrimoine culturel dans le site proposé. <u>Phase d'exploitation:</u> comme informations initiales obtenue à partir de l'étude aucun impact sur le patrimoine culturel n'est attendu.
	24	Paysage	B-	B+	<u>Phase de construction:</u> Il est possible que le paysage actuel se détériore en raison de possibles déchets générés par la construction. <u>Phase d'exploitation:</u> il est possible que le paysage soit modifié autour du site toutefois la construction de l'usine sera entreprise de manière à être le plus compatible avec le paysage et l'environnement du site.
	25	Questions de Genre	D	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction ne causeront pas des problèmes de genre. <u>Phase d'exploitation:</u> L'exploitation ne causera pas de questions de genre.
	26	Droit des Enfants	D	D	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction n'auront pas d'impact relatif aux droits des enfants. <u>Phase d'exploitation:</u> L'exploitation n'aura pas d'incidence sur les droits des enfants.

Classification	No.	Éléments Affectés	Évaluation d'Impact		Raisons de l'Évaluation
			Phase de Construction	Phase d'Exploitation	
	27	Maladies Infectieuses telles que HIV / SIDA	D	D	L'afflux de main-d'œuvre pendant la phase de construction et d'exploitation n'est pas important en raison de l'ampleur de la construction / exploitation.
	28	Conditions de Travail (y compris, les Mesures de Sécurité lors des Travaux)	D	D	<u>Phase de construction:</u> Une attention particulière doit être accordée à l'environnement de travail de la main d'œuvre de la construction. <u>Phase d'exploitation:</u> Une attention particulière doit être accordée à l'environnement de travail de la main d'œuvre.
	29	Accidents	B-	B-	<u>Phase de construction:</u> Une attention particulière devrait être portée aux risques d'accidents qui pourraient augmenter pendant les travaux de construction tels que de possibles effondrements lors des travaux d'excavation sur le site pour la construction des installations de l'usine de dessalement de l'eau de mer et l'installation des conduites.. <u>Phase d'exploitation:</u> Il peut y avoir une possible augmentation des risques d'accidents pendant la construction des installations de l'usine de dessalement de l'eau de mer.
Autres	30	Impact dus aux questions Transfrontalières et Changement Climatique	D	D/B+	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction ne seront pas à l'origine de problèmes transfrontaliers <u>Phase d'exploitation:</u> L'exploitation ne causera pas de problèmes transfrontaliers en raison de l'emplacement de l'usine. Le fonctionnement de l'usine pourrait avoir des effets favorables sur le changement climatique en raison de la génération de sources d'eau alternatives.

Notes: A + / - : Impact significatif positif / négatif est attendu.

B + / - : Certains impact positif / négatif est prévu dans une certaine mesure.

C + / - : Mesure de l'impact positif / négatif est inconnue.

D : Pas d'impact attendu.

Source : Équipe d'Étude de la JICA

6.4 TDR sur les Considérations Sociales et Environnementales de l'Étude

Sur la base des résultats de l'évaluation décrits dans la précédente section, les TDR sur les Considérations Sociales et Environnementales de l'Étude ont été identifiées et présentés dans le Tableau 6.4.1. Ces TDR ont été préparés afin d'évaluer de manière définitive les impacts sociaux et Environnementaux de l'Étude présentée dans la Section 6.5.

Tableau 6.4.1 TDR des Considérations Sociales et Environnementales de la Présente Étude

No.	Désignation	Elements d'Enquêtes	Méthode d'Enquête
-	Considerations des alternatives	(1) Zone du projet /emplacement en fonction des aspects naturels et sociaux de conservation de l'environnement. (2) Conceptions tenant compte des mesures d'atténuation environnementale. (3) Autres facteurs alternatifs tels que les avantages économiques possibles.	(1) Études comparatives (2) Études de cas sur des projets similaires via une revue de la littérature
1	Pollution de l'air	(1) Conditions actuelles de la qualité de l'air (2) Éventuelles sources de Pollution de l'air par les travaux de construction d'exploitation de l'usine et des installations connexes.	(1) Examen des documents concernés (2) Enquête sur les données existantes (3) Entretiens et visites de terrain (méthodes de construction / emplacement / portée ainsi que les activités d'exploitation, pouvant générer des pollutions atmosphériques)
2	Pollution de l'eau	(1) Normes récentes en rapport avec l'eau potable et les eaux usées (2) Conditions actuelles de la qualité de l'eau (3) Éventuels sources de pollution de l'eau par les travaux de construction d'exploitation de l'usine et des installations connexes.	(1) Examen des documents concernés (2) Enquête sur les données existantes, et des mesures effectuées sur la qualité de l'eau de mer (3) Entretiens et visites de terrain (méthodes de construction / emplacement / portée, ainsi que les activités d'exploitation, qui prouvent générer une pollution de l'eau. Par exemple, les déchets issus de l'exploitation de l'usine)
3	Déchets	(1) Conditions actuelles de déchets (2) Les éventuels type de déchets générés par les travaux de construction, d'exploitation de l'usine et des installations connexes. (3) Méthodes d'évacuation des déchets (déchets de construction/déchets générés par l'exploitation de l'usine et les installations connexes)	(1) Examiner les documents concernés (2) Entretiens et visites de terrain (types de déchets de construction et déchets issus de l'exploitation de l'usine et des installations connexes.)

No.	Désignation	Elements d'Enquêtes	Méthode d'Enquête
4	contamination du sol	(1) Conditions actuelles de contamination du sol (2) Sources de contamination du sol possible du fait de l'exploitation de l'usine	(1) Examen des documents concernés (2) Entretiens (substances chimiques présentant un risque de contamination du sol, etc.)
5	Bruits et Vibration	(1) Données récentes sur les niveaux admissibles des émissions de bruit (2) Condition actuelles des émissions de bruit (3) Éventuels bruits et vibrations issues des travaux de construction d'exploitation de l'usine et des installations connexes.	(1) Examen des documents concernés (2) Entretiens et visites de terrain (méthodes de construction / emplacement / portée des activités d'exploitation susceptible de générer du bruit / vibrations.)
6	Odeur Incommodante	(1) Régulations relatives aux odeurs incommodes (2) Éventuelles odeurs offensive incommodes générées par la mise en service de l'usine et des installations connexes.	(1) Examiner les documents concernés (2) Entretiens et visites de terrain (activités d'exploitation de l'usine, susceptible de générer des odeurs désagréables)
7	Sédiments de fond	(1) Éventuels impacts sur les sédiments de fond lors des travaux de construction marins.	(1) Examen des documents concernés (2) Entretiens et visites de terrain (méthodes de construction / emplacement / portée susceptible de d'avoir des impacts sur les sédiments de fond)
8	Ecosystème	(1) Conditions actuelles des écosystèmes et de l'habitat naturel des espèces vulnérables. (2) Éventuelles détérioration de l'écosystème suite aux travaux de construction et d'exploitation de l'usine et des installations connexes.	(1) Examen des documents concernés (2) Entretiens, visites de terrain, des enquêtes de terrain (principales espèces de poissons et organismes marins, résidants dans la zone côtière du Site des Mamelles, et les méthodes de construction/ emplacement/portée ainsi que les substances issues des rejets, susceptibles de causer des impacts négatifs sur les écosystèmes durant la phase de l'exploitation de l'usine.
9	Utilisation des terrains et des ressources locales	(1) Utilisation actuelle des terres ainsi que les conditions d'utilisation des ressources locales à l'intérieur des terres ainsi que dans l'espace maritime du site du projet (2) Éventuels conflits liés à l'utilisation des ressources locales causés par le projet, dans la mer et sur la plage entre pêcheurs et autres utilisateurs des ressources locales.	(1) Examen des documents concernés (2) Entretiens, visites de terrain (emplacement de l'utilisation des terres et de la mer/échelle de chaque type d'utilisateurs des ressources locales)

No.	Désignation	Elements d'Enquêtes	Méthode d'Enquête
10	Paysage	(1) Conditions actuelles du paysage. (2) Éventuelles questions esthétiques relatives au paysage à l'issu aux travaux de construction	(1) Entretiens, visites de terrain (conditions actuelles du paysage, (méthodes de construction / emplacement / portée)
11	Accidents	(1) Éventuels accidents de la circulation durant les travaux de construction (2) Types de substances, comportant pouvant être source d'accidents durant la phase d'exploitation.	(1) Revues de cas similaires (2) Audiences (Éventuels risques d'accident durant les travaux de construction et d'exploitation de l'usine et des installations connexes)
12	Réunions avec les Parties prenantes	(1) Avis/point de vue, et éventuels impacts et leurs mesures d'atténuation disponibles pour impacts négatifs éventuels sur chaque partie prenante du projet.	(1) Audiences publiques (2) Réunion des parties prenantes (3) Réunions des groupes de discussions, si nécessaire

Source: Équipe d'Étude de la JICA

6.5 Évaluation des Impacts Sociaux et Environnementaux

Sur la base des TDR et des considérations sociales et environnementales de l'Étude qui ont été identifiées comme résultats de la délimitation du cadre de l'Étude, il est réalisé une évaluation des impacts environnementaux et sociaux du Projet. Les résultats de l'évaluation sont présentés dans le Tableau 6.5.1.

Tableau 6.5.1 Évaluation basée sur les analyses et Résultats de l'Étude

Classification	No.	Éléments Impactés	Impact réellement identifié sur le site		Impact identifiés sur la base des conclusions d'enquête		Motif final d'évaluation
			Construction	exploitation	Construction	exploitation	
Pollution	1	Pollution de l'air	B-	C	B-	D	<p><u>Phase de construction:</u> Il est supposé que les véhicules de construction utilisés pour la préparation du site et l'installation de la conduite peuvent générer de la poussière, surtout en saison sèche. La qualité de l'air peut se détériorer temporairement.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Il n'y aura pas d'émission d'air en continue, qui affectera négativement l'environnement, à partir de l'usine de dessalement proposée ainsi que des installations de production électrique.</p>
	2	Pollution de l'eau	B-	B-	B-	B-	<p><u>Phase de construction:</u> Toute opération de dragage à grande échelle sera évitée. D'autre part, l'excavation à petite échelle (maximum d'environ 20m) sera effectuée pour l'installation de la pompe de transmission de l'eau de mer sur la côte, et la préparation du sol. Les travaux de construction d'usine de dessalement pourront aussi générer temporairement une pollution de l'eau.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Il est possible que les eaux usées générées par les installations de dessalement de l'eau de mer et, comportant un déficit en oxygène (ou saumure), soient déversées dans la mer, et causer une pollution de l'eau. Cependant cette pollution pourra être évitée avec l'installation d'un système d'aération pour la saumure.</p>

Classification	No.	Éléments Impactés	Impact réellement identifié sur le site		Impact identifiés sur la base des conclusions d'enquête		Motif final d'évaluation
			Construction	exploitation	Construction	exploitation	
	3	Déchets	B-	B-	B-	B-	<p><u>Phase de construction:</u> Il est supposé une production ou une dispersion temporaire des déchets de construction au cours de l'installation de la conduite</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> L'absorption de l'eau de mer avec des systèmes de pompage est supposée entraîner un renouvellement régulier des membranes d'OI et d'ultra filtration (UF). Ces membranes formeront un volume important, qui pourraient constituer un problème dans la gestion des déchets.</p>
	4	Contamination du sol	D	B-	D	D	<p><u>Phase de construction:</u> Étant donné que les substances spécifiques pouvant causer la contamination des sols, ne seront pas utilisées pendant la construction. Donc les travaux de construction n'entraîneront pas la contamination des sols.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> De la manière dont l'usine de dessalement est conçue avec système de stockage approprié des substances chimiques, ayant des risques de contamination du sol, aucune contamination du sol n'est supposée.</p>
	5	Bruit et vibration	B-	C	B-	B-	<p><u>Phase de construction:</u> On suppose que quelques émissions sonores temporaires: bruits / vibrations pendant les travaux de construction seront générés par les sonnettes ou par d'autres engins lourds de construction/</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Il y a une possibilité de générer certains bruits excessifs par le fonctionnement de la pompe à haute pression.</p>
	6	Odeurs putrides	D	B-	D	B-	<p><u>Phase de construction:</u> la construction de l'usine ne provoquera pas l'émission de odeurs putride</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Les odeurs putrides de poissons ou d'algues peuvent être générées par le dispositif de captage de la poussière lors du fonctionnement de la station de pompage.</p>

Classification	No.	Éléments Impactés	Impact réellement identifié sur le site		Impact identifiés sur la base des conclusions d'enquête		Motif final d'évaluation
			Construction	exploitation	Construction	exploitation	
	7	Sédiments de fond	B-	D	D	D	<p><u>Phase de construction:</u> Étant donné que l'excavation qui sera faite sur la côte des Mamelles pour l'installation de la pompe de transmission sera de petite taille (maximum environ de 20m de largeur), et du fait que les sédiments de fond du site sont presque tous composés de sables, les travaux de construction ne causeront pas des effets défavorables sur ces sédiments.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Selon la conception des installations proposées, il n'y aura pas d'impacts négatifs significatifs sur les sédiments de fond</p>
Environnement Naturel	8	L'écosystème	B-	B-	D	B-	<p><u>Phase de construction:</u> Il est nécessaire de procéder à des travaux d'excavation à petite échelle pour l'installation de la pompe de prise d'eau sur la côte des Mamelles, mais le sable excavé sera retourné dans les plus brefs délais. Il ne sera pas causé d'impacts négatifs sur l'écosystème.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> Il est possible de causer quelques impacts négatifs sur les écosystèmes par le rejet des eaux usées avec une haute teneur en sel à travers le système de rejet de la saumure.</p>
Environnement Social	9	Impact sur l'économie locale telle que l'emploi et les moyens de subsistances	B+	B+	B+, B-	B+, B-	<p><u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction peuvent entraîner des impacts favorables sur l'économie locale cependant il pourrait y être noté une baisse au niveau des prises des poissons chez les pêcheurs locaux du fait des perturbations de la mer suite aux activités de construction</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> L'opération va causer des impacts favorables sur l'économie locale du fait de l'augmentation des ressources hydrauliques. cependant il pourrait être noté une baisse au niveau des prises des poissons chez les pêcheurs locaux du fait d'une possible limitation des zones de pêche du fait de l'installation des pompes.</p>

Classification	No.	Éléments Impactés	Impact réellement identifié sur le site		Impact identifiés sur la base des conclusions d'enquête		Motif final d'évaluation
			Construction	exploitation	Construction	exploitation	
	10	Utilisation des terres et des ressources locales	C	C	B-	B-	<p><u>Phase de construction:</u> Il ya trois propriétaires fonciers privés à l'intérieur des sites proposés, mais tous les propriétaires n'utilisent pas les ressources locales pour leur activités économiques. Il a été identifié certaines zones de pêche en face de la plage des Mamelles exploitées par les pêcheurs locaux. Il y'a des possibilités que l'utilisation des ressources locales à petite échelle entraine des conflits pouvant survenir au cours des activités de construction pour l'installation de la pompe en face de la plage.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> La modification de l'utilisation des terrains ne peut pas provoquer d'impacts sur les propriétaires. Cependant l'utilisation des ressources locales à petite échelle pourrait être une source de conflits au niveau de la zone pêche située en face de la plage des Mamelles avec les pêcheurs, en raison de l'exploitation des installations de pompage.</p>
	11	Patrimoine Culturel	D	D	B-	B-	<p><u>Phase de construction:</u> il a été prouvé au niveau de la seconde phase de l'étude que le site proposé pour abriter l'usine de dessalement se trouve à côté d'un patrimoine historique. De ce fait il est nécessaire de prendre des mesures d'atténuation afin de limiter les possibles émissions de poussière, de bruits et d'autres impacts pouvant affecter le patrimoine culturel durant la période des travaux de construction.</p> <p><u>Phase d'exploitation:</u> il est nécessaire de prendre des mesures d'atténuation afin de prévenir les effets négatifs sur le site patrimoine historique.</p>

Classification	No.	Éléments Impactés	Impact réellement identifié sur le site		Impact identifiés sur la base des conclusions d'enquête		Motif final d'évaluation
			Construction	exploitation	Construction	exploitation	
	12	Utilisation de l'eau	D	A+	D	A+	<u>Phase de construction:</u> Aucun impact significatif sur l'utilisation de l'eau. <u>Phase d'exploitation:</u> le volume d'approvisionnement en eau sera augmenté de façon significative
	13	Paysage	B-	B+	B-	B+	<u>Phase de construction:</u> Il y a une possibilité que le paysage présent sur la plage des Mamelles se détériore à cause des déchets générés par les travaux de construction. <u>Phase d'exploitation:</u> Un tout nouveau paysage pourrait être prévu dans la zone de l'usine de dessalement proposée sur un terrain stérile.
	14	Accidents	B-	B-	B-	B-	<u>Phase de construction:</u> Il devrait être pris en compte suffisamment les risques d'accidents liés au trafic dense occasionné par l'augmentation du nombre de véhicules de construction au niveau du site de l'usine dans la zone d'installation des conduites mais aussi porter une attention particulière aux risques de déboisement au niveau du site d'excavation . <u>Phase d'exploitation:</u> On suppose que le niveau de risque d'accident augmentera avec le trafic favorisé par le fonctionnement de l'usine.
Autres	15	Impacts dus aux questions transfrontalières /Changement Climatique	D	D/B+	D	D/B+	<u>Phase de construction:</u> Les travaux de construction ne seront pas à l'origine de problèmes transfrontaliers <u>Phase d'exploitation:</u> L'exploitation ne causera pas de problèmes transfrontaliers en raison de l'emplacement de l'usine. Le fonctionnement de l'usine pourrait avoir des effets favorables sur le changement climatique en raison de la génération de sources d'eau alternatives.

Notes: A + / - : Impact significatif positif / négatif est attendue.

B + / - : Certains impact positif / négatif est prévu dans une certaine mesure.

C + / - : Mesure de l'impact positif / négatif est inconnue.

D : Pas d'impact attendu

Source: Équipe d'Étude de la JICA

6.6 Mesures d'atténuation et Plans de Gestion / Suivi Environnemental

Basés sur les impacts environnementaux et sociaux du Projet, les mesures d'atténuation et plans de Gestion / de suivi de l'environnement pour contrer les possibles effets négatifs sont élaborées.

6.6.1 Mesures d'Atténuation

Le Tableau 6.6.1 présente les mesures d'atténuations proposées pour les éventuels effets négatifs.

Tableau 6.6.1 Mesures d'Atténuation

No	Impacts	Mesures d'atténuation	Structure de mise en (Euvre)	Structure Responsable	Coût global (Unité: 1 000 F CFA)
Phase de construction					
1	Pollution de l'air	<p>Les Véhicules de livraison de matières premières comme le sol et les agrégats fins doivent être recouverts de bâches imperméables pour éviter les émissions de particules.</p> <p>La couche de sol supérieur généré par les activités de déblaiement du site doit être entreposée dans une zone désignée avec des bâches.</p> <p>Les gaz d'échappement des moteurs des générateurs diesel de secours doivent être placés à une hauteur suffisante pour assurer la dispersion des émissions de gaz d'échappement et seront exploités, seulement en cas d'urgence.</p> <p>En saison sèche, les routes temporaires empruntées pour la construction doivent être arrosées par aspersion d'eau en tenant en compte les routes résidentielles. (Suppression des poussières par arrosage d'eau des routes intérieures (30 000 FCFA par mois × 6 mois × 2 ans = 600 000 F CFA)</p>	Entrepreneur des Travaux de Construction	Agence d'Exécution du Projet (SONES)	360
2	Pollution de l'eau	<p>Au cours de la préparation du site de la construction de l'usine de dessalement, l'eau de ruissellement de surface doit être piégée grâce à un système de base appropriée de drainage de ces eaux vers réservoir de sédimentation placé sur le site.</p> <p>L'inspection régulière du réservoir de sédimentation, séparateur d'eau et de l'huile et son entretien doivent être effectuées (30 000 FCFA par mois * 12 mois * 2 ans = 720 000 FCFA)</p> <p>En termes de travaux d'excavation pour l'installation de la pompe transmission d'eau de mer sur la côte des Mamelles, il sera appliqué une méthode de construction respectueuse de l'environnement (eau de mer stagnante avec mur d'enceinte pour prévenir la contamination de l'eau de diffusion dans le site, puis le sable excavé sera retourné sur son lieu d'origine.)</p>	Entrepreneur des Travaux de Construction	Agence d'Exécution du Projet (SONES)	720

No	Impacts	Mesures d'atténuation	Structure de mise en (Euvre)	Structure Responsable	Coût global (Unité: 1 000 F CFA)
3	Déchets	<p>Tous les déchets de construction doivent être entreposés dans des zones de stockage des déchets désignés.</p> <p>Les déchets de construction doivent être triés à la source afin d'être facilement recyclés.</p> <p>Les déchets de combustibles doit être stockés séparément des autres déchets pour éviter les accidents 'incendie.</p>	Entrepreneur des Travaux de Construction	Agence d'Exécution du Projet (SONES)	
4	Bruit /Vibration	<p>Tous les outils et engins de construction susceptibles de générer des bruits anormalement élevés doivent être identifiés et soumis à une maintenance préventive périodique des bruits, par exemple les pelleteuses.</p> <p>Aucune activité de construction de nuit et de fonctionnement des véhicules de construction ne sera menée sur la base des règles de construction.</p> <p>La maintenance préventive périodique des véhicules de construction pour atténuer le bruit éventuel/vibrations selon les recommandations du fabricant doivent être effectués.</p> <p>Les moteurs des véhicules et des matériels de construction doivent être éteints lorsqu'ils ne servent pas pendant de longues périodes sur la base des règles de construction.</p>	Entrepreneur des Travaux de Construction	Agence d'Exécution du Projet (SONES)	
5	Utilisation des terrains et des ressources locales	<p>Le GIE des pêcheurs dans la zone doit être informé de toutes les nuisances éventuelles que peuvent générer les travaux telles que la détérioration temporaire de l'eau ou la présence des navires de construction dans les zones de pêche avant le début des travaux de construction...</p> <p>Il est fixé une règle spécifique sur la base des discussions avec les représentants des pêcheurs, afin d'éviter d'éventuels conflits dans les zones de pêche en face de la plage des Mamelles pendant les travaux de construction.</p> <p>Des réunions régulières entre les représentants des utilisateurs des ressources locales telles que les représentants des pêcheurs et l'entrepreneur doivent être menées pour éviter autant que possible les conflits liés à l'utilisation des ressources locales. (coût de la réunion: 120 000 F CFA * 4 fois par an * 2 ans = 960 000 F CFA)</p>	Entrepreneur des Travaux de Construction	Agence d'Exécution du Projet (SONES)	960
6	Patrimoine (Historique et Culturel du site)	<p>Lors des travaux de construction aux environs du patrimoine historique, des mesures de construction strictes liées au bruits/vibrations à la pollution de l'air et de l'eau doivent être appliquées.</p>	Entrepreneur des Travaux de Construction	Agence d'Exécution du Projet (SONES)	-

No	Impacts	Mesures d'atténuation	Structure de mise en (Euvre)	Structure Responsable	Coût global (Unité: 1 000 F CFA)
7	Paysage	Une disposition adéquate des matières premières et des déchets de construction doit être faite pour éviter la détérioration du paysage sur tout le site de construction proposé de l'usine et de la plage des Mamelles.	Entrepreneur des Travaux de Construction	Agence d'Exécution du Projet (SONES)	
8	Accidents	Pour éviter ou réduire au maximum les risques d'accident de la circulation pendant les travaux de construction, une signalisation appropriée doit être affichée aux intersections importantes comme au niveau des sections transversales le long des voies d'accès. La signalisation permettra d'assurer les limitations de vitesse appropriées. (1 000 000 F CFA plus (les frais de base de la maintenance (100 000 F CFA * 2 ans)	Entrepreneur des Travaux de Construction	Agence d'Exécution du Projet (SONES)	1 200
Phase d'exploitation					
1	Pollution de l'eau	Les eaux usées, dépourvues d'oxygène issues du processus de dessalement, elles seront rejetées après ré-oxygénation.	Opérateur de l'usine	Propriétaire de l'Usine SONES	
2	Déchets	Concernant l'augmentation des déchets qui pourrait inclure les organismes marins issus du pompage de l'eau à partir de la pompe de transmission de l'eau de mer, des dégrilleurs installés permettront de lutter contre l'infiltration des organismes marins Concernant le volume important de membranes issues du renouvellement des membranes d'OI et d'UF, un site d'entreposage devra être disponible à proximité du site de l'usine. De plus la préparation des règles concernant les méthodes d'évacuations des déchets sera entreprise au besoin. L'entreprise en charge de l'exploitation de l'usine doit procéder à un enregistrement des données actualisées du flot de déchets.	Opérateur de l'usine	Propriétaire de l'Usine SONES	
3	Bruit et vibration	Tout équipement qui générera des bruits tels que les pompes à haute pression ne doivent pas être installées dans l'enceinte de l'usine lors de la conception	Opérateur de l'usine	Propriétaire de l'Usine SONES	
4	Odeurs putrides	Pour les possibles odeurs de putréfaction issues des poissons ou des algues accumulés dans de l'appareil captage il sera procédé à un nettoyage manuel quotidien (2 fois par jour) des poissons ou algues coincés au niveau du dispositif	Opérateur de l'usine	Propriétaire de l'Usine SONES	

No	Impacts	Mesures d'atténuation	Structure de mise en (Euvre)	Structure Responsable	Coût global (Unité: 1 000 F CFA)
5	Ecosystème	Pour les risques liés aux impacts négatifs sur les écosystèmes dus au rejet d'eaux usées à haute teneur en sel des eaux à travers le système d'e rejet de la saumure, la procédure de fonctionnement des pompes installées doivent être appliquées en prenant en compte la densité de la salinité (membranes) au niveau des points et des directions de rejet afin d'éviter de rejeter la saumure dans des habitats à forte densité d'organisme marins.	Opérateur de l'usine	Propriétaire de l'Usine SONES	
6	Utilisation des terres et des Ressources locales	Des bouées doivent être disposées sur l'eau pour signaler la présence des équipements de pompage souterrains afin que les pêcheurs locaux à filet puissent les identifier Des réunions régulières entre les représentants des utilisateurs des ressources locales telles que les représentants des coopératives des pêcheurs et les exploitants de l'usine doivent être organisées afin de prévenir les conflits possibles liés à l'utilisation des ressources locale pendant la première année de la période d'exploitation. (coût de réunion: 120 000 F CFA * 4 fois par an * 1 année = 480 000 F CFA)	Opérateur de l'usine	Propriétaire de l'Usine SONES	480
7	Accidents	Pour les accidents éventuels liés à l'exploitation de l'usine, des programmes de formation en matière de sécurité doivent être effectués pour le personnel en charge de l'exploitation principalement le stockage des produits chimiques, etc. (Coût de la formation: 120 000 F CFA * 4 fois par an * 1 année = 480 000 F CFA)	Opérateur de l'usine	Propriétaire de l'Usine SONES	480

Source: Équipe d'Étude de la JICA

6.6.2 Plan de Gestion Environnemental et Social

(1) Propositions de Plan de Gestion Environnemental et structure de gestion

Durant la phase de construction et d'exploitation du projet, la gestion environnementale et sociale, la surveillance et le suivi doivent être effectués. Il a été proposé que les structures suivantes seront responsable du suivi et de la gestion environnementale et sociale :

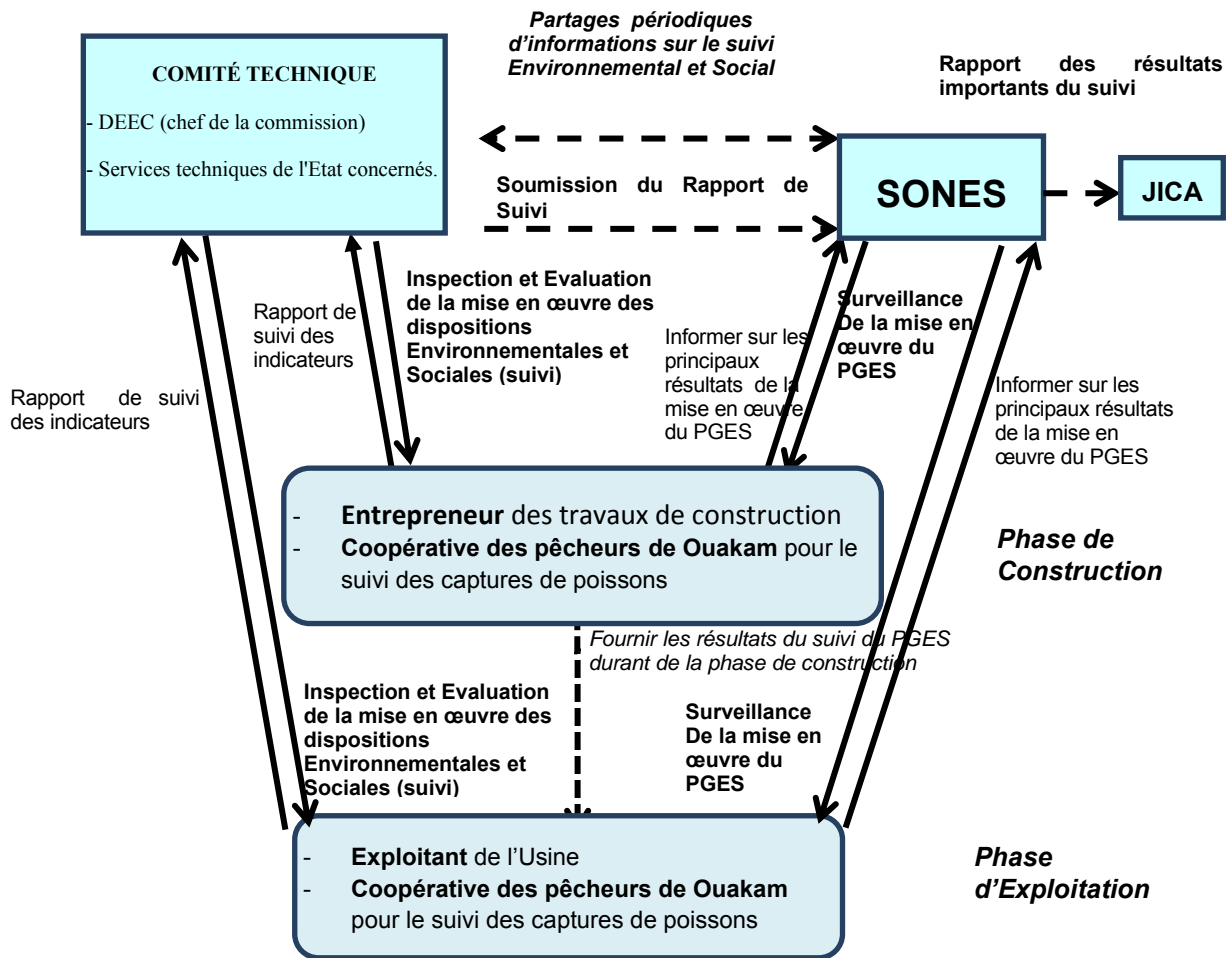
- La SONES: en tant que Agence d'Exécution du Projet, aura la charge de superviser la gestion environnementale et sociale du Projet, conformément aux exigences légales en vigueur au Sénégal et les politiques de base des Lignes Directrices Environnementales de la JICA.
- Le Comité Technique (CT) chargé du suivi environnemental et social: il agira comme comité gouvernemental pour un suivi adéquat des conditions environnementales et sociales telles que

la qualité de l'eau, de l'environnement ainsi que des ressources locales utilisées au niveau de la zone côtière aux environs du site du Projet. La DEEC sera à la tête du CT donc assurera le secrétariat et les responsables du ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, du Ministère de la Pêche et de l'Economie Maritime (ci-après désigné « MPEM ») et des autres organismes gouvernementaux concernés constitueront les membres.

Les structures précitées représentent les organes de gestion clés en charge du suivi environnemental et social de ce projet. D'autre part, les entités suivantes agiront comme exécutants de la gestion et du suivi dotés des responsabilités suivantes:

- L'Entrepreneur : il exécutera les travaux du Projet de construction durant lesquels il sera en charge de la réalisation du suivi et de la gestion environnementale et sociale.
- L'Opérateur : il sera en charge de l'exploitation de l'usine de dessalement de l'eau de mer période durant laquelle il sera en charge de la réalisation du suivi et de la gestion environnementale et sociale (l'opérateur sera un entrepreneur privé, comme expliqué dans le chapitre 7.
- La Coopérative des Pêcheurs de Ouakam: elle sera en charge d'aider au suivi régulier des captures de poissons à travers les pêcheurs inscrits au niveau de la Coopérative durant les phases de construction et d'exploitation.

La structure de suivi environnemental et social ainsi que les tâches des différentes structures concernées sont présentées sur la Figure 6.6.1.



Source: SONES, compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

Figure 6.6.1 Structure d'Organisation Proposée pour le Suivi Environnemental et Social du Projet

(2) Éléments proposés et méthode de suivi environnemental et social

Le Tableau 6.6.2 présente les éléments de suivi environnemental et social proposés.

Tableau 6.6.2 Méthodes et coûts des Éléments de Suivi Environnemental et Social Proposés

Elements Environnementaux	Paramètre de Suivi /Éléments	Emplacement	Période et Fréquence	Structure Responsable / Chargée de la mise en œuvre	Estimation du coût global (unité: 1 000 FCFA)
Phase de Construction					2 ans
Qualité de l'air en milieu ambiant	SPM, PM ₁₀ , NOx, SO ₂	4 points autour de l'usine de dessalement	Une fois tous les 3 mois durant la construction	Entrepreneur	1400
Qualité des eaux de surface (qualité des eaux usées)	pH, Conductivité, BOD, TSS, T-N	4 points au canal de drainage naturel qui reçoit les rejets par écoulement	Mensuel durant la construction du site	Entrepreneur	1200
Qualité de l'eau de mer	pH, SS, DO, COD	4 points à proximité des conduites installées	Mensuel durant la construction	Entrepreneur	1200
Qualité du bruit en milieu de travail	Niveau de bruit in dB(A)	2 points près de l'usine de dessalement, 2 points près de la station de pompage	Mensuel durant la construction du site	Entrepreneur	400
Utilisation des terres et des ressources locales	Captures de poissons au niveau des coopératives des Pêcheurs de Ouakam	Zones de pêche dans la municipalité de Ouakam	Mensuel durant la construction	Coopératives de Pêcheurs de Ouakam	-
Phase d'Exploitation					Par ans
Qualité de l'Eau de Mer(qualité des eaux usées)	pH, SS, DO, COD	4 points à proximité des émissaires de rejet	Mensuel	Operateur de l'usine	600
Qualité du bruit en milieu ambiant	Niveau de bruit in dB(A)	2 points près de l'usine de dessalement, 2 points près de la station de pompage	Mensuel	Operateur de l'usine	200
Odeur putride	Plaintes contre les Odeurs putrides	Environs de la station de pompage	Mensuel	Operateur de l'usine	200
Écosystèmes	Salinité	10 points (à partir des points de rejet de l'usine de dessalement et la direction offshore sur chaque 5m)	Une fois tous les 6 mois	Entreprise en charge de l'exploitation de l'usine	800
Utilisation des terres et des ressources locales	Captures de poissons au niveau des coopératives	Zones de pêche dans la municipalité de Ouakam	Une fois tous les mois	Coopératives de Pêche de Ouakam	-

Source: Équipe d'Étude de la JICA

La liste de contrôle environnementale du Projet conformément aux Lignes Directrices de la JICA est jointe dans l'Annexe 6-1. Le plan de gestion et de suivi environnemental et social basé sur les lignes directrices est également joint en Annexe 6-2

6.7 État d'avancement de l'Étude d'Impact Environnemental et Social EIES, entreprise par la SONES et Calendrier Prévu.

6.7.1 EIE pour la Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer

(1) Revue des TDR de l'Étude d'EIE

Une EIE est requise pour ce Projet de construction de l'usine de dessalement de l'eau de mer.

L'EIE sera réalisée par la SONES qui confiera les travaux à des consultants. Elle portera sur la zone de l'usine de dessalement proposée ainsi que celle devant abriter les installations connexes.

Les TDR de l'EIE ont déjà été approuvés par la DEEC. D'autre part, l'Équipe d'Étude de JICA a examiné les termes de référence de l'EIE sur la base des lignes directrices environnementales de la JICA.

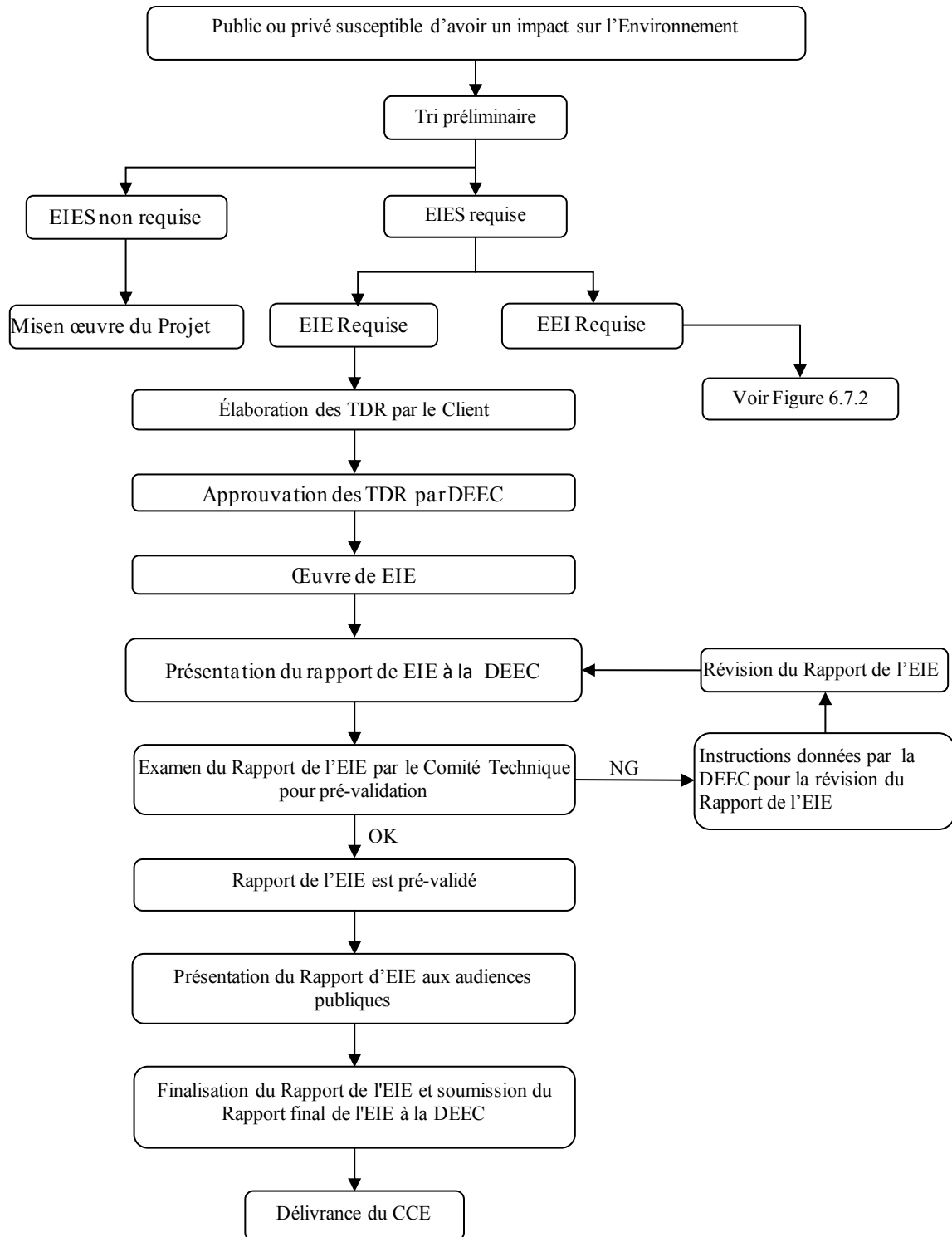
A l'issue de l'examen, il est a été convenu que le contenu global de l'EIE sont en phase avec les politiques de base des lignes directrices environnementales et sociales de la JICA. Toutefois, l'équipe d'étude de JICA a souligné que les TDR ne font pas états d'une description détaillée des méthodes de l'étude. Il est supposé que les méthodes détaillées seront planifiées et proposées par le consultant, cependant l'Équipe d'Étude de JICA a recommandé la prise en considération ainsi que la clarification des éléments suivants lors du démarrage de l'EIE :

- Mise en œuvre des audiences publiques le plus tôt possible pour recueillir les opinions des citoyens sur le Projet.
- Considérer les éléments de la qualité de l'air comme des impacts environnementaux potentiels et comme élément d'évaluation d'impact :
- Fournir des points d'échantillonnage ou de mesure concrets pour chaque élément de l'Étude

(2) Procédure et durée nécessaire pour l'approbation de l'EIE

Comme mentionné dans les Sous-sections 6.2.1 et 6.2.2, le Code de l'Environnement du Sénégal stipule les concepts de l'EIES. Toutefois, les procédures ainsi que la durée nécessaire ou estimative relatives à réalisation de ces études ne sont expliqués dans aucune réglementation en vigueur au Sénégal.

La Figure 6.7.1 présente la procédure générale de l'EIE au Sénégal du début jusqu'à la délivrance du CCE. Selon la dernière entrevue accordée par le chef de la Division de l'Évaluation d'Impact Environnemental de la DEEC, la durée estimée pour l'obtention du certificat de conformité environnemental (CCE) au Sénégal est généralement de six mois après approbation des Termes de Référence (TDR) de l'Étude d'EIE, bien qu'il n'y ait pas de base juridique pour la durée nécessaire d'obtention du CCE, la durée dépend surtout de l'échelle ou de l'importance des impacts négatifs possibles causés par les activités du projet concerné.



Source: DEEC, données compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

Figure 6.7.1 Procédures Générales de l'EIE au Sénégal jusqu'à la Délivrance du CCE

(3) État d'avancement actuel de l'EIE

En Janvier 2015, la SONES avait sélectionné une coentreprise (ci-après dénommée, « les consultants de l'EIE ») qui se compose de quatre entreprises, y compris celles d'outre-mer, pour la réalisation de l'Étude d'EIE, à travers un appel d'offres concurrentiel. La SONES a soumis les TDR de l'Étude d'EIE à la DEEC, qui les a approuvés.. Cependant, le démarrage de l'EIE a été reporté du fait des lenteurs observées au niveau du gouvernement concernant la mise à disposition du budget. La réunion de lancement entre la SONES et le consultant en charge de l'EIE n'a été tenue qu'à la date du 30 Septembre 2015.

Il est à noter que l'EIE à réaliser comprendra non seulement l'étude pour l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles mais aussi de l'autre Usine de Dessalement prévue au niveau de la Grande Côte.

(4) Plan futur

Sur la base des discussions au cours de la mission FF (d'Août à Septembre 2015), « *Procès-Verbal des Discussions sur le Projet de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles entre le Ministère de l'Economie, des Finances et de la Plan du gouvernement de la République du Sénégal, de la Société Nationale des Eaux du Sénégal et l'Agence Japonaise de Coopération Internationale* » entre la JICA, le Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan (MEFP) et la SONES a été signé le 4 Septembre 2015 (ci-après dénommée, « Mission FF/MD »). Selon la mission de FF/MD, l'EIE sera réalisée selon le calendrier suivant :

- D'ici fin novembre 2015, le consultant en charge de l'EIE fournira la «Note Initiale» à la SONES. La Note Initiale comprend les résultats de l'étude initiale qui porte sur, si le projet pourrait avoir des problèmes environnementaux et sociaux. Il est recommandé à la SONES de partager la «Note Initiale » avec la JICA si possible juste après réception de la Note.
- D'ici fin février 2016, la SONES va procéder à l'élaboration du draft du rapport de l'EIE qu'elle va ensuite soumettre à la DEEC le draft du rapport de l'EIE comprend plan de gestion environnementale ainsi que le plan de suivi de environnemental.
- Le draft du rapport de l'EIE sera examiné par le comité Technique de la DEEC.
- Examen du rapport de l'EIE par le Comité technique pour la pré-validation
- Après une pré-approbation du rapport par la DEEC, la SONES tiendra une audience publique. Sur la base de cette audience publique, la SONES procédera à finalisation du rapport de l'EIE.
- D'ici fin mars 2016, la SONES obtiendra le CCE de la DEEC.
- L'EIE pour l'obtention du CEE sera achevée en mars 2016. Toutefois, le consultant en charge de l'EIE réalisera une étude sur environnement naturel pour rassembler les informations requises pour la conception détaillée

Comme indiqué précédemment, conformément à la Mission FF/MD, la SONES procédera à l'élaboration de la note Initiale d'ici fin novembre. Cependant le procès-verbal de discussion de la réunion de lancement tenue le 30 septembre avec les consultants en charge de l'EIE précise que la « Note Initiale » sera soumise d'ici le 15 Décembre. Selon la SONES, le retard n'affectera en rien le processus d'obtention du CCE. En tenant compte du retard occasionné pour le démarrage de l'EIE il n'est pas certain que le calendrier prévu soit respecté

Il est fortement recommandé à la SONES de prendre toutes les mesures nécessaires et possibles pour un démarrage prompt ainsi qu'une mise en œuvre appropriée de l'EIE pour obtenir le CCE d'ici Mars 2016. Un retard supplémentaire de ce processus pourrait entraîner un report de la signature de l'accord de prêt prévu d'ici Mars 2016.

6.7.2 EIE pour les Travaux d'Amélioration du Réseau de Distribution Existant

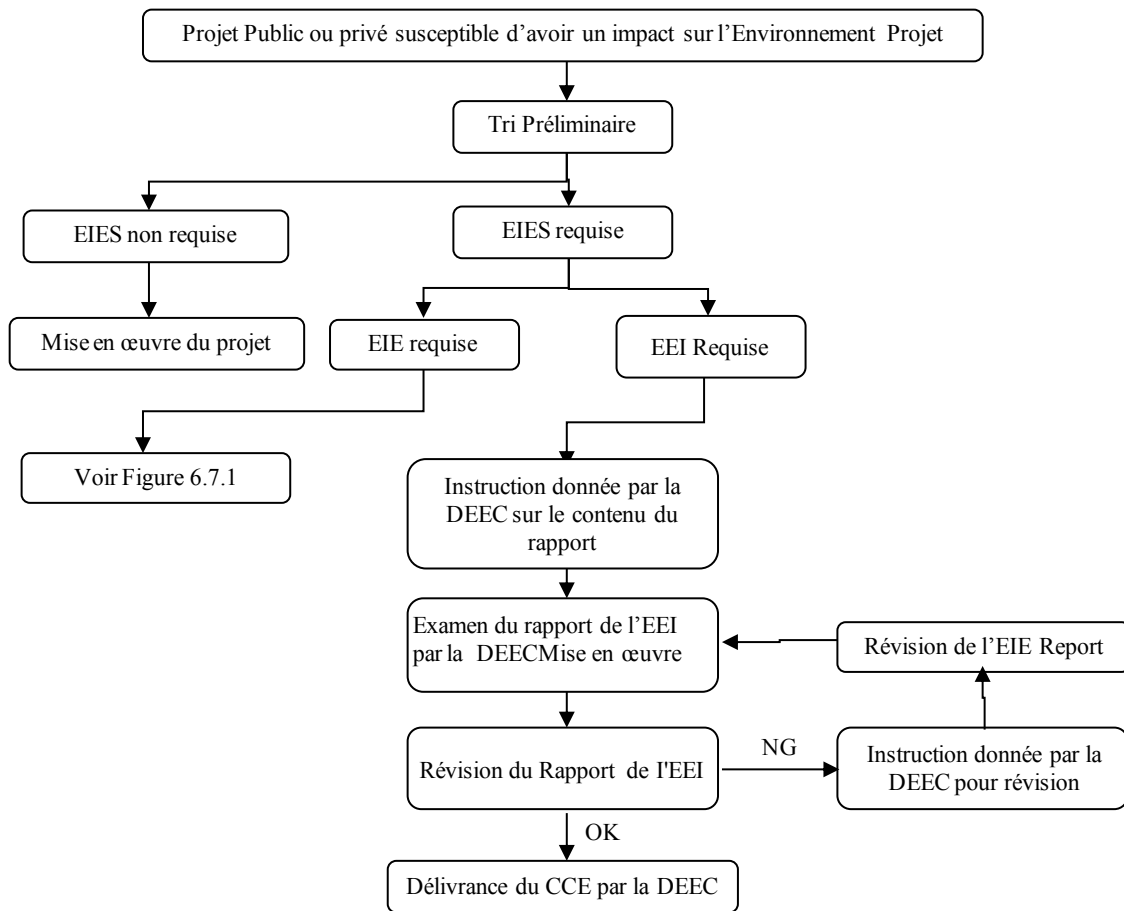
(1) Procédures et période nécessaire à l'approbation de l'EIE

Le Project comprend les travaux d'amélioration du réseau de distribution existant pour la zone de Dakar 1. Selon une lettre officielle de la DEEC en réponse à une enquête menée par la SONES, une EEI suffirait en lieu et place d'une EIE. La Figure 6.7.2 montre les procédures l'EEI et l'obtention du CCE. La lettre officielle de la DEEC, qui stipule que l'EIES nécessaire à la construction de conduites dans le cadre du Projet se résume à une IEE, est jointe en Annexe 6-3.

(2) Calendrier de l'Étude de l'EIE

Comme indiqué dans la Figure 6.7.2, la SONES recevra des instructions de la DEEC quant au contenu de l'EIE et devra réaliser l'étude en conformément aux instructions. Les résultats de l'étude seront soumis à la DEEC. Le CCE sera délivré après examen.

La DEEC n'a pas défini d'orientation spécifique pour le pour le moment de plus la période requise pour l'étude est incertaine. Toutefois, selon la DEEC, le CCE est dans les normes délivré environ un mois après soumission du rapport de l'EIE. En outre, après soumission du rapport de l'EIE, la SONES recevra un Certificat de conformité Environnemental provisoire du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD), qui permet la SONES pour débiter le Projet



Source: Équipe d'Étude de la JICA base sur les entretiens avec la DEEC

Figure 6.7.2 Procédure de l'EIE

6.8 Etat d'avancement et calendrier du processus d'acquisition des terrains

(1) Compréhension général de la notion d'acquisition de terrain dans le cadre du projet

Comme mentionné dans la Sous-section 4.4.2, la superficie totale des terrains alloués au Projet de construction d'ouvrages de dessalement d'eau de mer, y compris la surface prévue pour l'installation de la station de pompage de l'usine est de 4,97 ha. Pour l'espace nécessaire, le terrain de 3,97 ha est situé dans la zone plate à mi-hauteur d'une colline faisant partie de celles appelées « Les Mamelles », le terrain de 1 ha est situé sur la plage. Sur les 4,97 ha, 2,56 ha des terrains appartiennent à l'État, mais les 2,41 ha devant abriter l'usine de dessalement, appartiennent à trois propriétaires privés. Par conséquent, la procédure d'acquisition de ces terrains privés est plus que nécessaire.

(2) Etat actuel du processus d'acquisition de terrains pour le projet

La Commission d'Evaluation des Impenses va réaliser le processus d'acquisition des terrains. La Commission d'Evaluation des Impenses pour le Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles a été mise sur place le 18 Février, 2015. Sont Membres de la Commission.

- Le Préfet du Département de Dakar : Président
- Receveur des Domaines de Ngor-Almadies: Rapporteur
- Maire de Dakar Ville
- Sous-Préfet de l'Arrondissement des Almadies
- Maire de la Commune de Dakar
- Chef de la Division Régionale de l'Urbanisme
- Chef de la Division Régionale de l'Environnement et des Établissements Classés
- Chef du Bureau du Cadastre de Ngor-Almadies
- Commandant de la Compagnie Territoriale de Gendarmerie.
- Chef du Service Département de l'Action Sociale
- Chef du Secteur des Eaux et Forêts
- Deux représentants de la SONES

La Figure 6.8.1 montre la procédure d'acquisition de terrains.

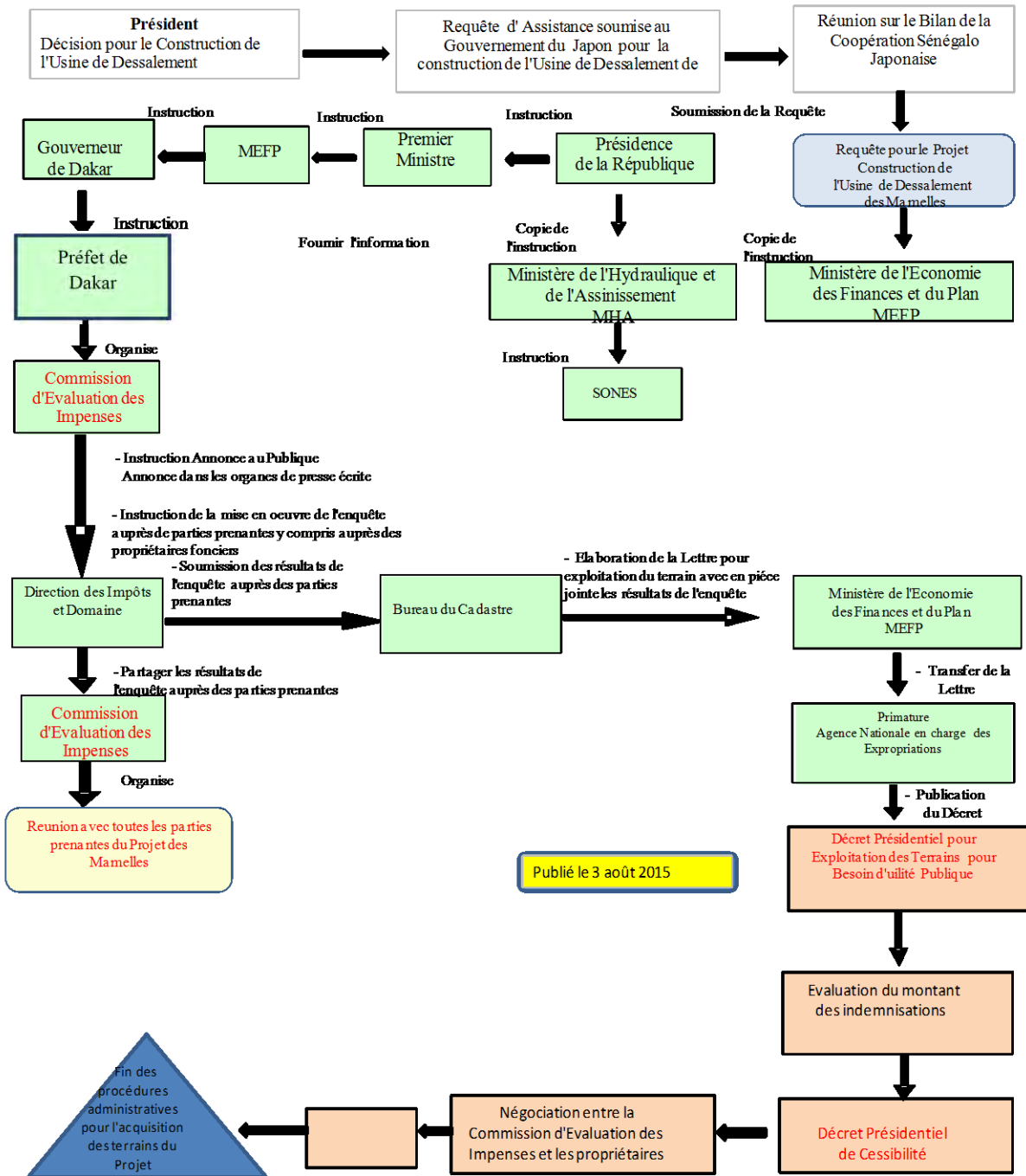
Le 03 Juin 2015, La Direction des Impôts et Domaine a annoncé le Project aux citoyens via le Journal Officiel sur directives de la Commission d'Evaluation des Impenses. Jusqu'au 10 Juin, l'enquête auprès des parties prenantes dénommée « Commodo et Incommodo » a été réalisée

En général la date de référence, qui est le jour du début du recensement ou de l'enquête auprès des parties prenantes constituées par les Personnes Affectées par le Projet (ci-après désignées « PAP ») ou les parties prenantes. Par conséquent la date de référence est fixée au 03 Juin 2015

Basé sur les résultats de l'enquête auprès des parties prenantes, Décret n° 2015-1146, Décret Présidentiel d'Expropriation des Terrains pour Besoin d'Utilité Publique a été publié le 03 Août 2015. Le décret d'expropriation précise que les terrains situés sur le site du Projet de construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles doivent faire l'objet d'une expropriation sur une durée de 3ans et que la mise en œuvre du présent décret est laissée à la responsabilité du MEFP

Après le décret d'expropriation la Commission d'Evaluation des Impenses va procéder à l'évaluation terrains et des structures existantes grâce à des enquêtes menées sur site pour enfin discuter du montant de l'indemnisation. Le résultat de la discussion sur le montant de l'indemnisation fera l'objet d'une annonce portant sur le Décret Présidentiel de Cessibilité. Sur la base de Décret de Cessibilité, la Commission d'Evaluation des Impenses va engager des négociations avec les propriétaires fonciers. Généralement, les décrets d'expropriation des terrains et de Cessibilité sont publiés en même temps. Cependant dans le cadre de ce projet afin de présenter l'état d'avancement du processus d'acquisition de terrains à la JICA, le décret d'expropriation a été publié avant le Décret de Cessibilité.

Concernant le montant de l'indemnisation, les dispositions de l'Article 14, No.76-67 du 21 juillet, 1976, stipulent que montant de l'indemnisation équivalent au prix du bien perdu versé après négociation avec les propriétaires fonciers. Cependant, aucune disposition relative au planning du paiement des indemnités n'a été prise. Par conséquent, la Commission d'Evaluation des Impenses et la SONES se doivent de mettre en place un processus approprié de prise en charge de la question des indemnisations avant le début du projet, en conformité avec Lignes Directrices Environnementale de la JICA.



Source: SONES, données compilées par l'Équipe d'Étude la JICA

Figure 6.8.1 Processus d'Acquisition de Terrains dans le cadre du Projet

6.9 Indemnisation et Mesures d'Assistances

6.9.1 Portée du Processus d'Acquisition des Terrains et Enquêtes auprès des Parties Prenantes

(1) Sources d'informations nécessaires à l'analyse

Sur la base des résultats de l'étude, il a été déduit que le Projet n'aura pas comme conséquence un recasement involontaire, cependant l'acquisition de terrains demeure une nécessité dans le cadre de ce projet comme il a été expliqué dans le paragraphe 4.4.1.

Comme mentionné dans la section précédente, le Comité d'Evaluation des Impenses du site de Mamelles a réalisé une enquête auprès des parties prenantes du 3 au 10 Juin 2015 suite à l'Avis au Public publié le 29 Mai 2015 dans les principaux organes de presse Nationales. L'enquête visait à identifier les personnes susceptibles d'être affectées par le projet, les propriétaires fonciers du site de construction, leur statut et ainsi que leur avis sur la question.

L'enquête a déjà identifié toutes les parties prenantes. Cependant, aucun résultat relatifs à cette dernière n'a été partagé ni à la SONES ni à l'Équipe d'Étude de la JICA. Par conséquent, l'Équipe d'Étude de la JICA, faute de pas pouvoir se baser sur les résultats de l'enquête auprès des parties prenantes a procédé à une analyse du processus de l'acquisition des terrains et des parties prenantes fondée sur les informations recueillies auprès de la SONES, des agences gouvernementales concernées, certaines supposées parties prenantes et sur les observations faites sur le terrain.

(2) Structures Affectées par le Projet (SAP) et Personnes Affectées par le Projet (PAP)

Le nombre de SAP et de PAP est présenté dans le Tableau 6.9.1.

Tableau 6.9.1 Nombre de SAP et de PAP

Type de perte	Nbr de SAP			Nbr.de PAP		
	Légal	Illégal	Total	Légal	Illégal	Total
I. Nécessité de délocalisation						
1. P/M (Propriétaire de la structure sur implantée sur les terres de l'Etat)	0	0	0	0	0	0
2. P/M (Structures ou Terrain privé)	0	0	0	0	0	0
3. P/M (Locataires)	0	0	0	0	0	0
4. ECs (Propriétaire de la structure sur des Terrains de l'Etat)	0	0	0	0	0	0
5. ECs (Propriétaire de la structure sur un Terrain Privé)	0	0	0	0	0	0
6. ECs (Locataires)	0	0	0	0	0	0
7. Structures communautaires, y compris les ressources culturelles et physiques	0	0	0	0	0	0
II. Délocalisation non Nécessaire						
8. Propriétaire terrien	4	0	0	3	0	0
9. Salariés	0	0	0	0	0	0
10. Total (1-9)	4	0	0	3	0	0

Note: P/M (Propriété/Maison), ECs (Entreprises Commerciales)

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Il existe trois propriétaires privés dans le site du projet, qui représentent de toute évidence les PAP. Leurs terrains sont situés dans la zone proposée devant abriter l'usine de dessalement.

Des pêcheurs, membres de la coopérative de pêcheurs de la municipalité de Ouakam exploitent le site en face de la plage des Mamelles comme une zone de pêche. Étant donné que ces pêcheurs ne courent pas le risque de perdre les avantages liés à leurs zone de pêche exclusive, ainsi que leurs droits de pêche suite à l'implantation du projet, d'après le représentant de la coopérative de pêche dans la municipalité de Ouakam, les pêcheurs n'ont pas besoin d'autorisation pour exercer leurs activités dans cette zone, le droit de pêcher n'existe pas dans encore pour les pêcheurs dans cette zone. Ils ne sont donc pas identifiés comme PAP.

(3) Perte de terrains et d'autres biens

Au niveau du site du Projet, les terrains de 2,56 Ha appartiennent à des propriétaires privés. Les 2,41 Ha appartiennent à l'Etat, tel que présenté dans le Tableau 6.9.2. Il n'y aura pas de pertes additionnelles de biens découlant de l'implantation du Projet, tels que des maisons, des structures, des usines, des arbres privés, des cultures, et des services publics. Toutefois, il est possible que les enquêtes menées auprès de parties prenantes identifient certaines parties prenantes qui courraient le risque de perdre leurs biens suite à l'implantation de l'usine. Face à un tel cas de figure, Le Comité d'Evaluation des Impenses du Site des Mamelles et la SONES devront procéder à une évaluation ainsi qu'au paiement du montant approprié des indemnisations aux parties prenantes concernées.

Tableau 6.9.2 Surface de terrain au niveau du site Projet classé en fonction du Propriétaire

Installations	Propriétaire		Total
	Etat	Privés	
Station de Pompage et de Transmission d'Eau de Mer proposée	1,00 ha	0,00 ha	1.00 ha
Usine de Dessalement de l'Eau de Mer proposée	1,56 ha	2,41 ha	3,97 ha
Total	2,56 ha	2,41 ha	4,97 ha

Source: SONES et Équipe d'Étude de la JICA

(4) Analyse des Parties Prenantes

1) Propriétaires Terriens Privés

Les propriétaires terriens, dont les terrains sont situés dans la zone de l'usine de dessalement proposée, ont été identifiés comme une des parties prenantes du projet, même si à l'heure actuelle aucun des propriétaires terriens n'exploite son terrain à des fins spécifiques.

Les moyens de subsistance des propriétaires terriens ne sont pas connus en raison des résultats non divulgués de l'enquête auprès des parties prenantes, mais, selon certaines personnes interrogées au niveau des Mamelles, l'un des propriétaires terriens gère une société Immobilière au niveau de la ville de Dakar et l'autre propriétaire est un Sénégalais vivant au Mali.

D'après les informations recueillies sur le site, il est supposé qu'aucun des propriétaires terrien ne verra ses moyens de subsistance affectés suite à la perte de son terrain, si toutefois les montants d'indemnités appropriés leur sont versés. D'autre part, ces propriétaires terriens n'ont aucune relation directe avec les autres parties prenantes qui exploitent les ressources locales.

2) Pêcheurs

Il existe cinq environ cents pêcheurs inscrits à la coopérative des pêcheurs de Ouakam. Parmi ces pêcheurs, environ trois cent, dont la pêche représente la principale source de revenus, exploitent les zones situées en face de la plage des Mamelles. Tous les équipements de pêche nécessaires tels que les bateaux, les filets et les engins de pêche sont entreposés et maintenus dans une autre baie située environ à plus d'un (1) km de la plage de Ouakam, où se trouve le débarcadère de Ouakam et le bureau de la coopérative.. D'éventuels conflits liés à l'utilisation des ressources qui pourraient opposer les pêcheurs et la mise œuvre du Projet porterons sur l'utilisation des zones de pêche.

Récemment, le ministère de la Pêche travaillait sur la délimitation d'une zone de conservation des espèces de poissons le long de la côte des Mamelles. Selon les informations recueillies par l'Équipe d'Étude de la JICA auprès du Ministère, la détermination de cette zone de conservation vise à protéger le présent stock de poissons et promouvoir des méthodes de pêche appropriées. La création de la zone de conservation vise à prohiber les méthodes de pêche inappropriées et à réglementer les captures de poissons effectuées par les bateaux de pêche pendant certaines périodes de l'année et dans certaines zones en vue d'une pérennisation des ressources halieutiques par le bais d'une activité de pêche plus durable au niveau de la zone. En outre, le Ministère a confié à l'Équipe d'Étude de la JICA que les

zones de conservation des espèces de poissons ne constitueront pas une entrave aux travaux de construction dans et autour de la zone du Projet, y compris celle choisie pour la construction des ouvrage de prise d'eau de mer et de rejet de saumure. D'autre part, la délimitation de cette nouvelle zone de conservation pourrait réduire le nombre de prise de poissons des pêcheurs.

3) Visiteurs Locaux

Il est observé que bon nombre des populations locales se rendent occasionnellement à la plage des Mamelles à des fins récréatives. Ces « touristes locaux » sont également considérés comme une des parties prenantes du projet. D'éventuels risque de conflits à petit échelle peuvent subvenir entre les visiteurs et les ouvriers pendant la phase de construction.

D'autre part, étant donné que ces visiteurs locaux ne court en aucun cas le risque de perdre des biens exclusifs suite à l'implantation du projet, ils ne sont donc pas identifiés comme PAP et par conséquent le Projet se réserve le droit de leur accorder ni indemnisation ni assistance.

4) Association Sportive

Selon l'Association Sénégalaise d'Escalade et Sport de la Nature, le site de la falaise situé sous le phare des Mamelles est une de leurs principales zones d'activités sportives. Le représentant de l'association insiste sur le fait que le projet constituerait une entrave à leurs activités sportives.

L'Équipe d'Étude de la JICA a évoqué que le Projet ne pourrait en aucun cas affecter leurs activités car les travaux ne modifient pas la falaise de plus l'accès à cette dernière ne sera pas limité, ou excepté durant la phase de construction. Dans tous les cas, les membres de l'Association Sportive sont considérés comme une des parties du projet.

D'autre part, les membres de l'Association Sportive ne court en aucun cas le risque de perdre des biens exclusifs, ils ne sont donc pas identifiés comme PAP, et par conséquent le Projet se réserve le droit de leur accorder ni indemnisation ni assistance.

6.9.2 Politique d'Indemnisation et Matrice des Droits à acquitter

(1) Politique d'Indemnisation

Dans le cadre du Projet, les propriétaires terriens affectés recevront une indemnité pour leurs propriétés privés. Selon les Lignes Directrices de la JICA en matière de Considérations Environnementales et Sociales, ces indemnités versées aux propriétaires terriens devrait équivaloir autant que possible au montant du coût de remplacement intégral des terrains. La date limite applicable à l'évaluation des indemnisations est fixée au 3 Juin, 2015, La fixation de la date de clôture est d'exclure toute autre personne n'ayant pas de droit sur les terrains proposés à se déclarer. Par conséquent, la date limite sera celle de « démarrage » de l'enquête des parties prenantes du Projet.

(2) Matrice des droits à acquitter

Sur la base des résultats de l'analyse des parties prenantes présentés dans le paragraphe précédent, la matrice des droits à acquitter est présentée sous la forme du Tableau 6.9.3.

Tableau 6.9.3 Matrice de Droits à acquitter

No.	Type de Perte	Personnes (bénéficiaires)	Droit à acquitter (Package d'indemnisation)	Questions de mise en œuvre	Structure Responsable
1	Perte de terrains privés	Propriétaires Légaux	Verser une indemnisation en espèces équivalente autant que possible au montant du coût de remplacement intégral	Évaluation du prix appropriés des terrains fonction du prix du marché	Commission d'Evaluation des Impenses du Site des Mamelles et la SONES
2	Potentielle diminution des prises de poissons (pertes sur le revenu)	Pêcheurs inscrits à la coopérative de pêche de Ouakam	Verser une indemnisation en espèces en vue de rehausser le revenu des pêcheurs en fonction de leur niveau de vie actuel, si toutefois les prises de poissons présentes ont considérablement diminuées et ne permettent pas de maintenir le niveau de vie.	Evaluation appropriée des variations des prises de poissons engendrées par le projet	SONES

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Concernant les pêcheurs, il ne serait pas nécessaire de verser une indemnité en espèces pour l'éventuel baisse des prises de poisson afin, de rehausser leurs moyens de subsistance actuels. Il est nécessaire de procédé de la sorte car il existe plusieurs autres zones de pêche disponibles le long de cette même côte. De plus les éventuelles zones affectées par le projet représenteront moins de 10% du total des zones de pêche, selon l'avis des représentants de la coopérative de pêche de Ouakam . En outre, les zones de pêche, dans lesquelles le stock de poissons pourrait être directement affecté, sont limitées aux points adjacents des ouvrages de prise d'eau et de rejet de saumure proposés.

(3) Mesures d'aide relatives aux moyens de subsistance

Si toutefois la baisse considérable des prises de poissons est causée par le projet, la SONES devra indemniser en espèces les pêcheurs locaux inscrits dans les coopératives des pêcheurs afin de leur permettre de rehausser leurs revenus actuels. Le montant nécessaire des indemnités en espèces doit être évalué en fonction du revenu actuel des pêcheurs sur la base des données de suivi des prises de poissons proposés.

6.9.3 Mécanisme de Réparation des torts causés par le projet

Concernant les questions relatives aux éventuels torts causés aux parties prenantes, le mécanisme de réparation des torts suivant est proposé comme solution de règlement d'éventuels litiges :

- Première Étape : Les réclamations ou plaintes émises par les parties prenantes, notamment les PAP sur tous les aspects relatifs aux indemnités ou aux aides seront adressées verbalement ou par écrit au niveau de la Mairie de Ouakam fin d'y trouver une solution concertée.
- Deuxième Étape : Si aucun arrangement ou règlement à l'amiable n'est trouvé, les parties prenantes peuvent faire appel à la SONES ou à la DEEC. Les parties prenantes seront tenues de fournir un document qui permettra de prouver ou d'expliquer les torts qu'elles ont subi à cause du projet.

La proposition précitée a fait l'objet d'une discussion entre la DEEC la SONES Équipe d'Étude de la JICA. La DEEC et la SONES se sont convenu du mécanisme proposé

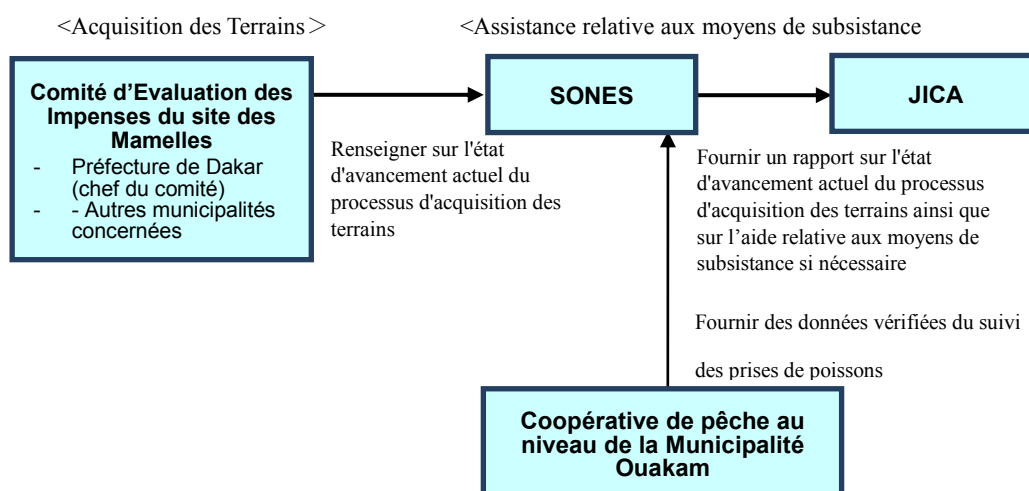
6.9.4 Dispositif d'Indemnisation et d'Assistance relatif aux Moyens de Subsistance Proposé.

(1) Structures de suivi proposées

La composition de la structure de suivi des indemnisations et l'assistance relative aux moyens de subsistance est décrite tel que présenté sur la Figure 6.9.1 et comme expliqué ci-dessous:

- Le Comité d'Evaluation des Impense du site des Mamelles: Le Comité sera en charge du suivi du processus d'acquisition des terrains et plus précisément de l'état d'avancement de l'acquisition de chaque lot de terrain ainsi que du paiement effectif de l'indemnité. Les résultats du suivi devront être soumis à la SONES.
- La SONES : En tant qu' Organe d'Exécution du Projet, aura pour principale responsabilité la bonne exécution dudit Projet. Concernant les considérations sociales du projet, la SONES devrait procéder à un suivi des conditions de subsistance des pêcheurs locaux via les données de suivi des prises de poissons ainsi que les échanges avec la coopérative de pêche au niveau de la municipalité de Ouakam.
- La Coopérative de pêche de la Municipalité de Ouakam: La coopérative fournira des données de suivi des prises de poissons à la SONES comme principales données de référence pour l'évaluation des conditions de subsistance des pêcheurs.

Concernant les données de suivi de prise des poissons il est nécessaire que le Ministère de la pêche procède aux vérifications de la quantité des prises poissons.



Source: SONES, données compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

Figure 6.9.1 Structures de Suivi Proposées pour l'Acquisition des Terrains et Assistance Nécessaire relative aux Moyens de Subsistance

(2) Frais généraux et sources de financement des indemnités et assistances

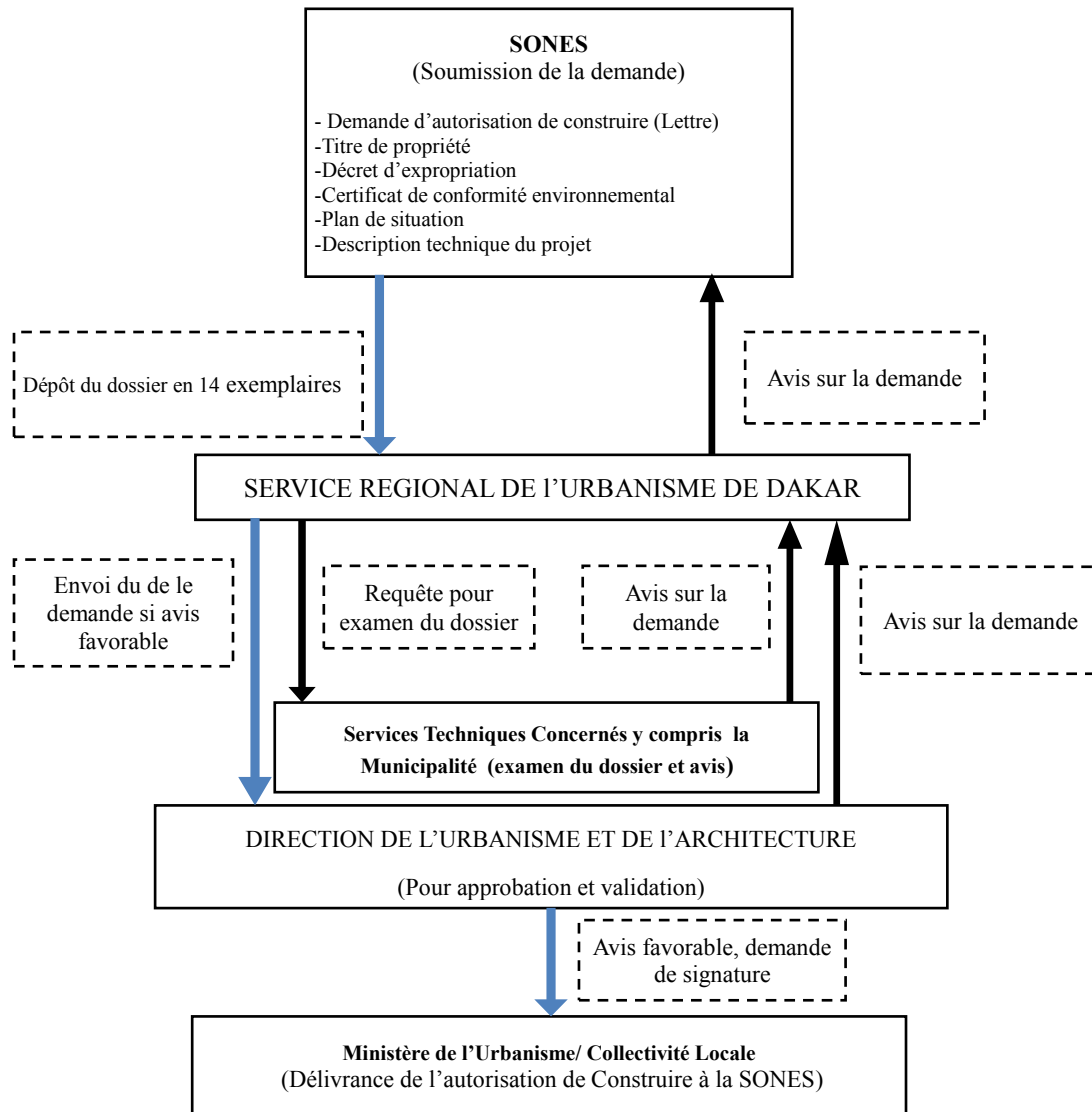
Dans le cadre de cette Étude, le coût total d'acquisition des terrains est estimé à 4 Milliards 800 millions de F.CFA. S'il est avéré qu'une quelconque indemnité ou une aide relative aux moyens de subsistance est nécessaire aux pêcheurs, ce coût supplémentaire devrait leur être payé afin de leur permettre de rehausser leurs revenus et de les maintenir en fonction du niveau de vie actuel. Tous les coûts relatifs aux indemnités ainsi qu'aux assistances seront supportés par la SONES.

6.10 Autorisation de Construire basé sur Code National de l'Environnement

Comme expliqué dans la Sous-section 4.4.1, l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles est situé à moins de 500 m du site historique du Phare des Mamelles. Conformément aux dispositions de l'article L13 du Code National de l'Environnement, le conséquent, le projet a besoin d'une autorisation de construction délivrée par le Ministère de l'Urbanisme.

La Figure 6.10.1 présente la procédure d'obtention de l'autorisation de construction. Tout d'abord, la SONES doit soumettre la demande au Service régional de l'Urbanisme de Dakar. Etant donné que le CCE doit être joint à la demande, La formulation de la demande n'est possible uniquement après obtention du CCE. Après que le Service Régional de l'Urbanisme de Dakar ait recueilli les opinions de la commune de Ouakam et des services techniques locaux, la demande sera transférée à la Direction de l'Urbanisme et de l'Architecture pour évaluation finale. Après avoir été évalué, la demande sera envoyée au Ministre de l'Urbanisme puis l'autorisation sera finalement signée par la municipalité. Selon le Ministère, la durée de la procédure qui débute de la soumission de la demande à la délivrance de l'autorisation est généralement de 30 jours.

L'Équipe d'Étude de la JICA considère que l'autorisation de construire serait délivré sans problème majeur compte tenu de caractère hautement public du projet et du fait de la publication du décret d'Expropriation. Cependant, il est recommandé à la SONES de soumettre la demande le plus tôt possible après obtention du CCE.



Source: Équipe d'Étude de la JICA base sur les entretiens avec le Ministère de l'Urbanisme

Figure 6.10.1 Procédure d'obtention d'une autorisation de construire basé sur l'Article L 13 du Code National de l'Environnement

CHAPTER 7 PLAN DE L'EXPLOITATION ET DE LA MAINTENANCE (E&M) DE L'USINE DE DESSALEMENT DE L'EAU DE MER AUX MAMELLES

7.1 Objectifs et Contexte

7.1.1 Objectifs

Dans ce Chapitre, le plan d'exploitation et de la maintenance (E&M) de l'usine de dessalement d'eau de mer par OI des Mamelles est proposé afin de réaliser les travaux d'E&M appropriés de l'usine de dessalement. Le plan de l'E&M comprend les propositions sur la structure de mise en œuvre et les méthodes des travaux d'E&M.

7.1.2 Contexte

Comme expliqué dans la Sous-section 3.2.2, le secteur de l'approvisionnement en eau en milieu urbain au Sénégal est mis en œuvre dans le cadre du schéma PPP introduit en 1996. Comme contexte du plan d'E&M, les principales conditions actuelles relatives à la E&M de l'usine de dessalement sont énumérés ci-dessous ;

- Dans le cadre du schéma PPP actuel, l'E&M de toutes les installations d'approvisionnement en eau est confiée à un opérateur privé, SDE. 95% des actions de la SDE sont détenues par des investisseurs privés étrangers et nationaux, y compris le personnel de la SDE, tandis que les actions du gouvernement représentent seulement 5%.
- L'actuel Contrat d'Affermage par lequel la SDE a été retenue comme l'opérateur d'E&M expirera à la fin de l'année 2018. Il est communément admis parmi les bailleurs de fonds au Sénégal qu'un appel d'offre pour le choix d'un nouvel opérateur doit être lancé afin de maintenir l'équité et la transparence dans le cadre du schéma PPP. Cependant, il n'a pas encore été décidé si le prochain fermier prochain sera déterminé par soumission concurrentielle. En outre, le calendrier d'appel l'offre, si toutefois il fixé ainsi que, la date la date d'appel reste encore inconnue.
- Le rôle de la SONES dans l'E&M a été limité à la surveillance des activités de la SDE depuis 1996. Elle n'a pas assez d'expérience en matière de savoir-faire ou en ressources humaines pour l'E&M des installations d'approvisionnement en eau.
- Étant donné qu'il n'existe pas d'usine de dessalement au Sénégal, par conséquent, les compétences en E&M de l'usine de dessalement doivent être confiées à des compagnies ou consultants étrangers.
- La JICA fournit souvent une assistance technique afin que l'installation mise en place par prêt en Yens soit exploitée et entretenue de manière appropriée. Toutefois, cette assistance est destinée en principe au secteur public et non au secteur privé.

7.2 Proposition d'une structure de mise en œuvre de l'E&M

7.2.1 Exécutants alternatifs et structures de mise en œuvre de l'E&M

Les exécutants alternatifs de l'exploitation et de la maintenance de l'usine de dessalement d'eau de mer aux Mamelles ainsi que les structures de mise en œuvre de l'E&M pour chaque exécutant sont présentées dans le Tableau 7.2.1. et sur la Figure 7.2.1. En supposant que ce prêt en yens de la JICA est prévu pour la construction de l'usine de dessalement, les structures de l'exploitation et de la maintenance liées aux schémas de financement privés tels que Construction-Exploitation-Transfert (CET), de Construction-Possession-Exploitation-Transfert (CPET) où l'entrepreneur construit l'usine par ses propres moyens, sont exclues des structures possibles. Les plans alternatifs sont décrits ci-dessous.

Plan A: **La SONES** établira un groupe en charge de l'exploitation et de la maintenance pour l'usine de dessalement. La question cruciale dans le plan sera la capacité de la SONES à réaliser les travaux d'E&M de l'usine de dessalement. Fondamentalement, l'entrepreneur EPC (Engineering, Provision Construction : Ingénierie, Approvisionnement et Gestion de Construction « IAGC ») sera présente dans l'usine afin de transférer les compétences à la SONES. Dans ce cas la JICA sera en mesure de mettre en place un plan d'assistance technique pour le suivi et à la facilitation du processus de transfert de compétences.

Plan B: **Le Fermier**, l'opérateur privé de l'exploitation et de la maintenance dans le cadre du Contrat d'Affermage, qui est actuellement la SDE, mettra en œuvre les travaux d'exploitation et de la maintenance de l'usine de dessalement. Dans ce plan, l'opérateur privé devra avoir la capacité de mettre en œuvre les travaux d'exploitation et de maintenance, autrement il doit acquérir les compétences nécessaires auprès de l'entrepreneur IAGC aux frais de la SONES ou à ses propres frais. La SONES peut inclure une telle capacité dans les exigences des soumissionnaires dans la phase de choix du nouvel opérateur de l'exploitation et de la maintenance, dans ce cas l'entrepreneur AIGC transfèrera tout simplement l'usine de dessalement à la SONES et au fermier sans aucun transfert de compétences en E&M.

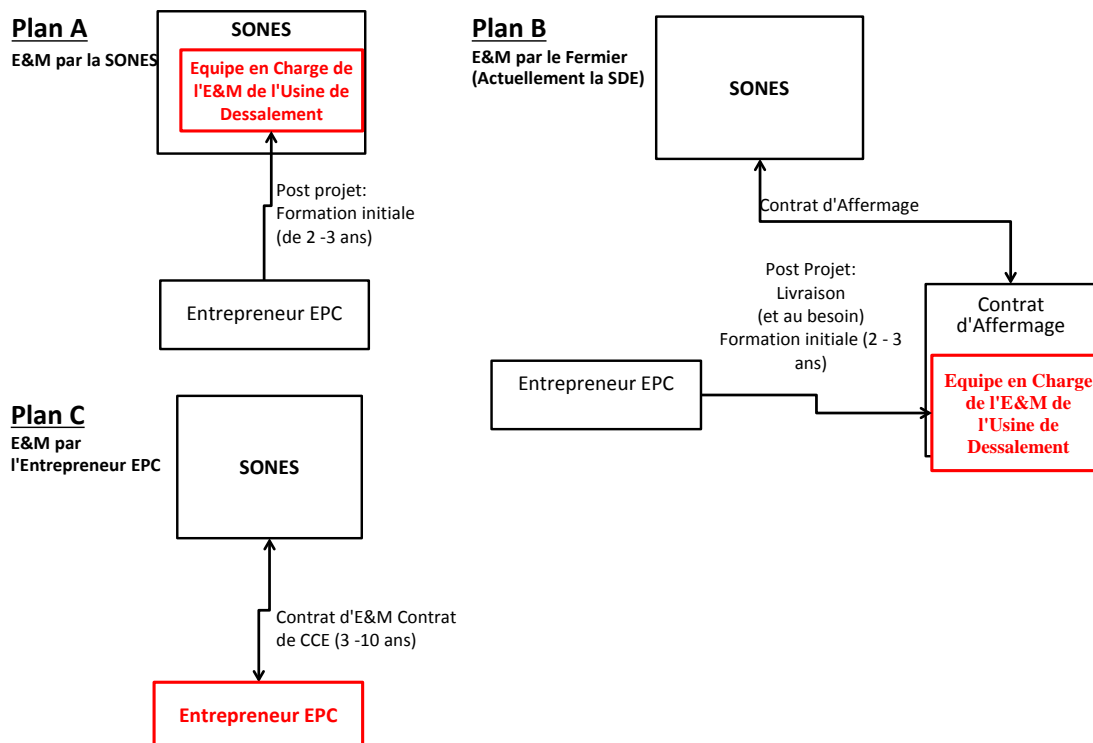
Plan C: **L'entrepreneur AIGC** aura la charge de réaliser les travaux d'E&M de l'usine de dessalement en vertu d'un contrat de gestion (voir Tableau 3.2.1 pour les définitions des différents schémas de PPP.). Quand un propriétaire de projet demande à l'entrepreneur d'IAGC de réaliser les travaux d'E&M, les contrats AIGC et d'E&M sont généralement combinés dans un seul document, généralement dénommé Construction-Exploitation-Transfert (CET). Il convient de noter que, même dans ce cas, la partie E&M dans le contrat (CET) ne sera pas couverte par le prêt en Yens ce qui signifie que le paiement de cette portion devra, incomber à la SONES.

Tableau 7.2.1 Les Possibles exécutants de l'E&M et les Structures pour l'Exploitation et la Maintenance de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles

Exécutants de l'E&M	Descriptions de la structure de mise en œuvre de l'E&M
[Plan A] SONES	<ul style="list-style-type: none"> - La SONES aura la charge de réaliser les travaux d'E&M de l'usine de dessalement. - L'entrepreneur IAGC ou EPC organisera une formation pour le transfert de compétences à la SONES. - La JICA sera en mesure de mettre en place un programme d'assistance technique pour la surveillance et la facilitation du processus de transfert de compétences
[Plan B] Opérateur privé en charge de l'exploitation et de la maintenance (Actuellement la SDE)	<ul style="list-style-type: none"> - L'opérateur de privé se chargera d'exploiter l'usine uniquement comme partie intégrante de ses obligations - En principe l'opérateur privé devra fournir un personnel d'exploitation expérimenté ou du moins former le personnel en charge de l'exploitation en matière d'exécution appropriée des travaux d'E&M. Dans l'appel d'offres pour la sélection de nouvel opérateur de l'E&M, la compétence en matière d'exécution de l'E&M de l'usine de dessalement sera une des exigences aux soumissionnaires. - Si toutefois une telle compétence n'est pas exigée aux soumissionnaires, la prestation de formation par l'entrepreneur d'IAGC à l'entrepreneur au fermier sera envisageable.
[Plan C] L'Entrepreneur AICG de l'Usine *	<ul style="list-style-type: none"> - L'entrepreneur d'IAGC va rester dans l'usine en vertu du contrat de gestion signé avec la SONES, différent du Contrat d'Affermage. - Les contrats AIGC et d'E&M sont généralement combinés dans un seul document, généralement dénommé Construction-Exploitation-Transfert (CET). La durée de l'E&M est de 3 à 15 ans dans plusieurs cas cependant certains projets incluent 30 ans d'E&M. - Aucun transfert de compétences n'est nécessaire.

*IAGC: Ingénierie-Approvisionnement et Gestion de Construction

Source: Équipe d'Étude de la JICA



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 7.2.1 Évaluations des Exécutants de l'E&M et des Structures de Mise en Œuvre en charge de l'Exploitation et de la Maintenance de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles

7.2.2 Évaluations des Exécutants Alternatifs de l'E&M et des Structures de Mise en Œuvre

Les évaluations des alternatives de structures d'E&M réalisées par l'Équipe d'Étude de la JICA sont présentées dans le Tableau 7.2.2.

Suite à l'entretien tenu avec la SONES, elle n'aurait pas l'intention d'exécuter les travaux d'exploitation et de maintenance par elle-même. Cette réticence à une implication directe aux travaux d'exploitation et de maintenance est compréhensible, car depuis son retrait des fonctions de l'exploitation et de la maintenance il y'a déjà 20 ans de cela, la structure actuelle en charge de l'E&M a enregistré des résultats satisfaisants. Par conséquent le Plan A ne sera pas une alternative pour la SONES

L'Équipe d'Étude de la JICA considère que le plan B sera une option recommandable car il est attendu une bonne qualité des travaux d'E&M, de plus la structure sera complètement en conformité avec le présent schéma d'affermage. En outre, le coût de l'E&M à payer par la SONES sera le plus bas des trois alternatives. L'opérateur privé sera en mesure de partager les produits chimiques, matériaux, équipement, sources humaines avec les autres UTEs et stations de pompage à leur charge.

D'autre part, au niveau du plan C, dans lequel l'entrepreneur IAGC devra réaliser des travaux d'E&M de leur usine de dessalement, il n'y aura pas de problème liés aux aspects techniques. Le coût de l'E&M pourrait être légèrement plus élevé que celui du plan B, mais il est prévu que l'Entrepreneur IAGC porte une attention particulière au coût de l'E&M et de terme de réalisation effective dans la conception et la construction de l'usine. En outre, des réactions rapides et flexibles face aux accidents ou problèmes pouvant subvenir dans l'usine de dessalement seront attendues. Ces avantages techniques seront très attrayants pour la SONES qui n'a aucune expérience en matière dessalement.

Les avantages et inconvénients des exécutants alternatifs d'E&M et des structures de mise en œuvre sont décrits dans le Tableau 7.2.2.

Étant donné que les plans B et C comportent respectivement des avantages et des inconvénients, il n'a pas été défini une priorité entre ces deux alternatives. Étant conscient du fait que le Sénégal n'a pas de compétences et de connaissances en E&M des usines de dessalement, l'Équipe d'Étude de la JICA considère que le Plan C, présentant des avantages d'une grande fiabilité du point de vue des aspects techniques, et le meilleur plan. L'Équipe d'Étude de la JICA suggère également que la structure de l'E&M ne soit pas immuable une fois qu'elle appliquée. Dans la prochaine Sous-section, une autre alternative d'exécutant de l'E&M qui impliquera une future modification dans l'organisation de la structure sera proposée afin de finalement présenter de bonnes alternatives à la SONES pour le choix du meilleur plan.

Tableau 7.2.2 Évaluations sur les Structures Alternatives d'Exploitation et de Maintenance de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles

	Plan A	Plan B	Plan C
Exécutant de l'E&M	SONES	Opérateur Privé	Entrepreneur IAGC
Capacité de l'exécutant de l'Exploitation et de la Maintenance	Convenable (Le transfert de compétences de l'entrepreneur IAGC est indispensable.)	Bon	Excellent
Correspondances en cas d'accidents ou de problèmes	Bon (Parfois, l'assistance de l'entrepreneur IAGC ou fournisseur d'équipement sera nécessaire.)	Bon (Parfois, l'assistance de l'entrepreneur IAGC ou fournisseur d'équipement sera nécessaire.)	Excellent
Coût de l'E&M pris en charge par la SONES	Bon (Si les compétences sont transférées de manière appropriée)	Excellent (un partage efficace des matériaux et des ressources humaines permettra d'économiser sur le coût.)	Excellent (Assure un service efficace, mais sera plus cher que le Plan B.)
Charges de frais de Gestion sur la SONES	-	Excellent (La gestion par un seul entrepreneur est nécessaire.)	Bon (La gestion par deux entrepreneurs est nécessaire.)
Difficulté pour l'arrangement de la réalisation	Convenable (la configuration du groupe d'E&M sera difficile.)	Bon (Une modification du contrat d'affermage est nécessaire.)	Excellent (Contrats CET et d'E&M similaires observés dans d'autres pays constitueront de bonnes références.)
Autres avantages secondaires	-	-	Une meilleure conception et construction, du point de vue des coûts de l'E&M et des avantages, sont attendus avec l'introduction de contrat CET,
Observations	Peu d'intérêt accordé par la SONES pour ce plan	-	-
Evaluation Globale	Pas appliqué	Recommandé	Plus recommandé

Source: Équipe d'Étude de la JICA

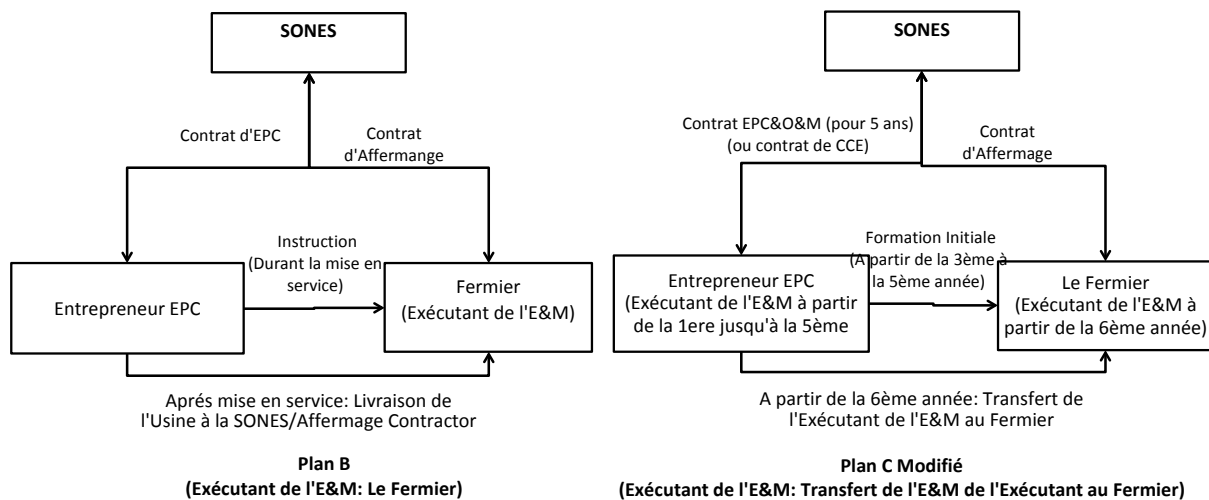
7.2.3 Propositions de Structure d'E&M et Intentions de la SONES

(1) Proposition d'un futur transfert de la structure d'E&M

La Sous-section précédente a présenté des alternatives de base relatives aux exécutants de l'E&M et des structures de mise en œuvre. Afin de bénéficier des avantages du plan A et B. L'Équipe d'Étude de la JICA a proposé un plan supplémentaire dans lequel l'entrepreneur IAGC réalisera les travaux d'E&M durant les premières années ensuite, l'opérateur privé il se verra confier les travaux après expiration du contrat CET. Dans ce plan, l'opérateur privé sera l'exécutant final en charge des travaux d'E&M, de ce fait une économie sur les coûts de l'E&M sera observée à moyen et long terme. En outre, les travaux d'E&M pris en charge par l'entrepreneur IAGC durant les premières années entraîneront une mise en service efficace de l'usine de dessalement et offriront plus suffisamment de temps pour le transfert de compétences à l'opérateur privé. Il est à noter que le contrat CET devrait stipuler que

l'entrepreneur IAGC aura pour obligation de former l'opérateur privé afin que ce dernier ait les capacités suffisantes pour réaliser les travaux d'E&M

La structure de mise en œuvre des travaux d'E&M dans l'alternative ci-dessus, dénommée Plan C modifié, est illustrée dans la Figure 7.2.2. D'autre part, la figure présente la structure d'E&M dans le Plan B, l'autre l'alternative modifiée du Plan B. L'Équipe d'Étude de la JICA estime que le plan C modifié est plus avantageuse que l'alternative modification du plan B, cependant il appartient à la SONES de faire le choix de l'alternative qui lui convient le mieux sur la base d'évaluations globales.



* La figure suppose Cinq (5) ans comme étant la période d'E&M qui sera effectuée par l'Entrepreneur EPC
 Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 7.2.2 Plans d'Alternatives finaux des Exécutants d'E&M et des Structures de Mise en Œuvre de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles en considérant un éventuel Futur Transfert

- (2) Intentions de la SONES sur la Structure de l'E&M de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles

La SONES envisage de confier les travaux d'E&M à l'Entrepreneur EPC dans le cadre d'un contrat DBO (Conception, Construction et Exploitation). Cependant, aucune intention précise émanant de la SONES n'a été présentée concernant le transfert de l'exécutant des travaux d'E&M au Fermier à l'avenir. La décision sur le transfert de la structure sera prise lors de la période des travaux d'E&M dans le cadre du contrat DBO.

7.2.4 Proposition de Durée des Travaux d'E&M dans le Contrat DBO

Les durées des travaux d'E&M conclues dans les contrats DBO diffèrent selon les projets. Certains projets comprennent seulement une courte durée allant de 3 à 10 ans des travaux d'E&M, alors que dans d'autres, elle est de 25 ou 30 ans. En général, une plus longue durée des travaux d'E&M tend à motiver l'entrepreneur dans la réalisation de travaux efficaces d'E&M conformément à un programme systématique établi à moyen ou à long terme. D'autre part, une courte période des travaux d'E&M

permet au client d'identifier les risques potentiels, qui pourront être atténués sur la base de dispositions appropriées stipulées dans le contrat, elle permet aussi d'effectuer des modifications rapides dans le contenu du contrat ou de la structure d'E&M en fonction des situations réelles ou de l'environnement.

Dans le cas de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles, l'E&M sera effectuée dans le cadre d'un contrat DBO. Cependant, le futur transfert de l'exécutant des travaux d'E&M au Fermier fera l'objet de discussions durant de la période initiale de l'E&M. Par conséquent, le contrat d'E&M devra être pris en considération de façon stratégique afin que les avantages techniques et financiers du schéma DBO soient capitalisés et dans le même temps que le contrat DBO ne fasse pas perdre à la SONES un timing approprié de l'éventuel transfert. Dans cette optique, l'Équipe d'Étude la JICA propose 8 ans, de 2021 à 2028 comme étant la durée des travaux d'E&M dans le contrat DBO pour l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles pour les raisons ci-dessous:

- Le prochain contrat d'Affermage, qui débutera à partir de 2019, expirera en fin 2028. Cela pourrait constituer le moment opportun de d'effectuer le transfert des travaux de l'E&M de l'exécutant vers le Fermier.
- Une durée de 8 ans pour les travaux d'E&M tendra à motiver l'entrepreneur dans la mise en œuvre des travaux d'E&M sur la base d'un programme stratégique étant donné que des travaux d'E&M de faible qualité comprenant l'exploitation, l'inspection quotidienne, le renouvellement des consommables, etc., vont progressivement être à l'origine de problèmes visibles sur les équipements de l'usine après 5 ans.
- Bien que cela dépende de la conception de l'entrepreneur, la durée de vie de la membrane d'osmose Inverse sera de 5 à 7 ans. Par conséquent, la durée raisonnable pour couvrir une période de cycle des travaux de l'E&M de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles est de 8 ans.
- Dans l'appel d'offres de mise à disposition de l'entrepreneur DBO, l'évaluation financière pourra être faite sur la base du coût du cycle de vie, ce qui comprend les coûts initiaux et ceux de fonctionnement. Des travaux d'E&M établis sur 8 ans vont sûrement couvrir le cycle initial des travaux d'E&M et de ce fait, la responsabilité pour le coût d'E&M proposé dans l'offre financière sera clair.

7.3 Proposition sur la Méthodes d'E&M

7.3.1 Types de Contrats d'E&M et possibles Tâches de Supervision menées par la SONES

Comme expliqué dans la section 7.2, l'E& M de l'usine de dessalement des Mamelles seront confiées à un opérateur d'E&M privé, qui sera l'opérateur privé (fermier) ou l'entrepreneur IAGC. L'exécutant de l'E&M sera responsable de la bonne exécution des travaux d'E&M au niveau de l'usine. D'autre part, la SONES doit gérer ou superviser les travaux de l'exécutant et au besoin, donner des instructions pour l'amélioration des travaux.

Les tâches de supervision de la SONES ainsi que les responsabilités de l'exécutant de l'E&M sont tributaires des termes stipulés dans le contrat. De manière générale les contrats d'E&M sont de deux types à savoir un contrat de spécification et un contrat de performance. Un aperçu des deux types de contrats d'E&M et des travaux de supervision possibles à réaliser par la SONES sont décrits dans le Tableau 7.3.1. Concernant les deux type de contrat d'E&M, l'instruction de performance est le mieux adapté à l'usine de dessalement de l'eau de mer aux Mamelles, étant donné que la SONES, n'a aucune expérience d'E&M en dessalement, elle n'est pas en mesure de préparer des spécifications valides concernant les travaux d'E&M de l'usine dessalement. Le contrat de performance présente un autre avantage qui est relativement similaire au schéma d'Affermage actuel, donc son intégration futur dans le Contrat d'Affermage sera plus facile.

Concernant les ordres de performance les travaux de supervision du client peuvent être variés en fonction du contrat. Par exemple si tous les coûts sont définis comme coûts fixes, les travaux de supervision ne consisteront uniquement qu'à évaluer si la performance requise dans les termes du contrat a été satisfaite. D'autre part si, le prix variable est appliqué, le client aura besoin de vérifier de manière régulière si les consommations actuelles des éléments aux prix variables tels que l'énergie ainsi que les produits chimiques sont dans l'intervalle approprié.

Dans l'E&M des usines de dessalement une modification défavorable observée au niveau de la qualité de l'eau, qui ne serait pas maîtrisée par l'exécutant d'E&M, pourrait engendrer une hausse imprévue des coûts de l'électricité et des produits chimiques. L'électricité en particulier, dont le coût occupe plus de la moitié du coût total de l'E&M est généralement définie comme coût variable étant donné que l'exécutant d'E&M démontre une certaine réticence d'encourir le risque d'une telle hausse du coût de l'électricité. En outre la maintenance journalière ainsi que le renouvellement des matériaux ou équipements et consommables sont inclus dans le coût fixe. Cependant, si toutefois des travaux de réhabilitation ou de renouvellement imprévus s'avèrent être nécessaires, le client devra s'entretenir avec l'exécutant de l'E&M sur les raisons et la responsabilité d'un tel acte. Par conséquent, le client devra disposer d'assez de compétences en E&M des usines de dessalement d'eau de mer afin d'assurer une supervision appropriée des travaux d'E&M sur le plan technique et financier

Tableau 7.3.1 Types Contrat d'E&M

Points de Vue	a) Spécification Retenue	b) Performance Retenue
Aperçu	<ul style="list-style-type: none"> - Le client procède à la préparation des spécifications de tous les travaux d'E&M à réaliser par l'exécutant de l'E&M, qui comprendra le l'exploitation, l'inspection, la réparation, le nettoyage, etc. - Réaliser les travaux d'E&M pour remplir les spécifications la - Le client procédera à un control du budget et des coûts, et généralement l'équipement, les produits chimiques et d'autres matériaux sont achetés et remis à l'exécutant de l'E&M par le client. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le client fourni des instructions en détails à l'exécutant de l'E & M - En principe, l'exécutant de l'E & M réalise taches liées à l'approvisionnement des matériaux, aux réparations et au remplacement de l'équipement de sa propre décision.
Durée du Contrat	<ul style="list-style-type: none"> - Généralement, une seule année 	<ul style="list-style-type: none"> - Généralement, sur plusieurs années - Si l'entrepreneur IAGC a la charge de réaliser les travaux d'E&M, le contrat sera de type CET (Construction-Exploitation-Transfert).
Paiement à l'exécutant de l'E&M	<ul style="list-style-type: none"> - Le coût de la main d'ouvre et le coût de gestion couplés sur la base des quantités spécifiées et des prix unitaires convenus dans le contrat. - Généralement, le coût de l'électricité et des produits chimiques sont à la charge du client (paiement à l'exécutant de l'E&M non inclus) 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix fixe : Le paiement à un montant fixe, comme convenu dans le contrat. Généralement, le coût de la main d'œuvre, des produits chimiques et les coûts d'entretien sont inclus. - Prix variables: Le paiement à un montant selon le coût actuel. Habituellement, le coût de l'électricité est inclus dans l'usine de dessalement.
Travaux de supervision à réaliser par la SONES	<ul style="list-style-type: none"> - Préparation des spécifications des travaux d'E&M - Gestion du budget et du coût de l'E&M - Suivi et évaluation des activités par l'exécutant de l'E&M afin de déterminer si elles satisfont aux spécifications requises. 	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination de la performance de la compétence et des obligations requises à l'exécutant de l'E&M - Revue de la performance de l'exécutant de l'E&M - Paiement de la redevance variable et fixe à l'exécutant de l'E&M selon la formule convenue dans le contrat - Validation des coûts variables si elles sont les résultats de travaux d'E&M satisfaisant réalisés par l'exécutant de l'E&M - Correspondances aux réclamations de l'exécutant de l'E&M, tels que la facture soumis pour le coût de maintenance imprévu qui est considéré comme exclue de la redevance fixe

Source: Équipe d'Étude de la JICA

7.3.2 Travaux d'E&M à réaliser par l'exécutant de l'E&M et leur Organigramme

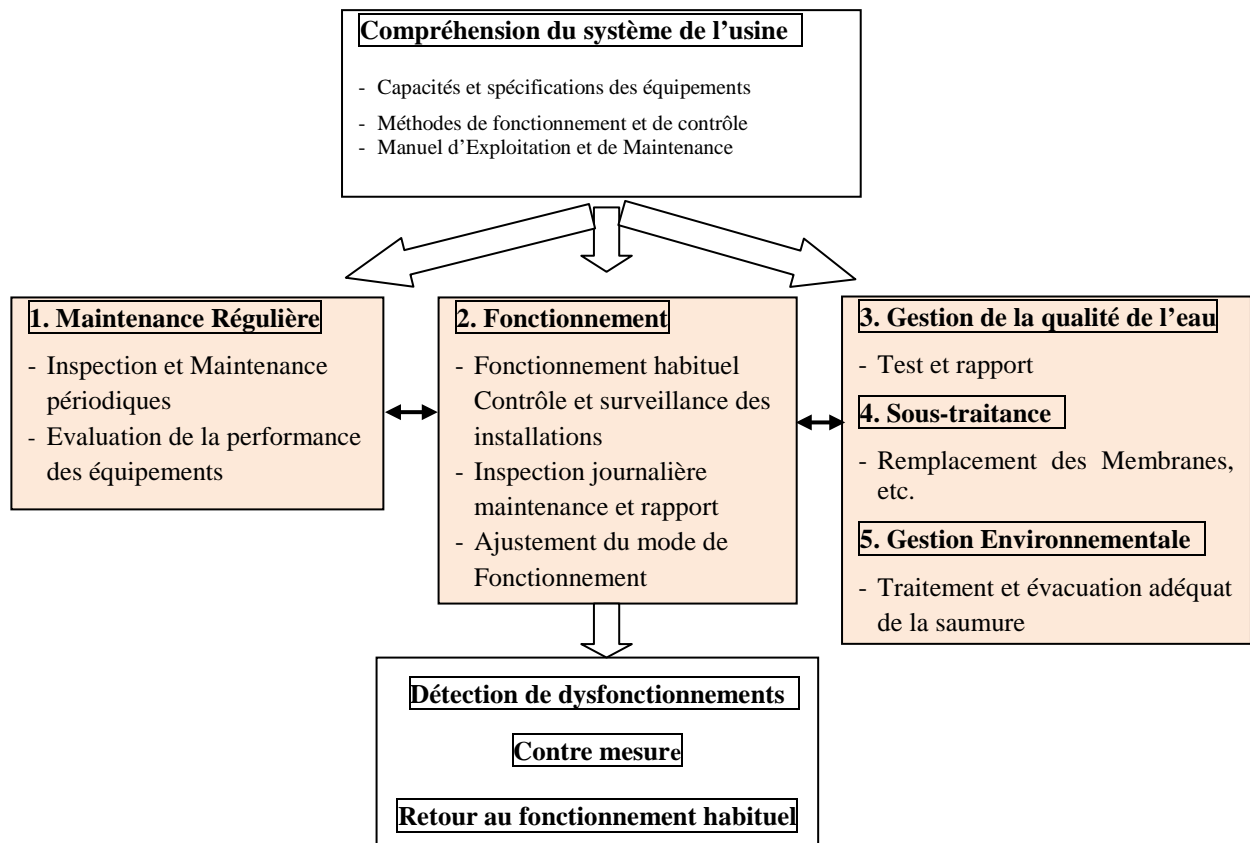
(1) Travaux d'E&M au niveau de l'usine de dessalement d'eau de mer.

Travaux d'E&M à réaliser par l'exécutant de l'E&M sont listés comme suit:

1. Maintenances Régulière
2. Fonctionnement

3. Gestion de la qualité de l'eau
4. Sous-traitance
5. Gestion Environnementale

Comme le montre la Figure 7.3.1, l'exécutant de l'E&M réalisera les travaux ci-dessus après confirmation de la capacité et des spécifications. Les travaux d'E&M au niveau des usines de dessalement d'eau de mer sont décrits dans le Tableau 7.3.2.



Source: Résumé de la « Directive Technique pour les Travaux d'E&M dans l'usine de dessalement (Ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie, Japon 2002) » Équipe d'Étude de la JICA

Figure 7.3.1 Déroulements des travaux d'E&M au niveau de l'Usine de Dessalement

Tableau 7.3.2 Aperçu des travaux d'E&M de l'Usine de Dessalement

No.	Catégorie d'E&M	Aperçu des Travaux d'E&M	Principaux Éléments de Travaux d'E&M
1	Maintenance Régulière des Installations	a. Inspections régulières et maintenances y compris la protection du matériel contre les corrosions b. Diagnostique de la performance de l'installation	- Inspections régulières et maintenances y compris la protection du matériel contre les corrosions - Diagnostique de la performance des procédés prétraitement et des unités de d'OI)
2	Exploitation (Globale)	a. Contrôle des débits, des pressions et de la qualité des eaux. Ce qui est similaire aux usines des traitement d'eau classiques b. Ajustement du mode fonctionnement de certaines installations de l'usine de dessalement tel que le procédé de prétraitement et les unités d'OI	- Fonctionnement global de l'ensemble des installations de l'usine de dessalement - Contrôle et suivi des conditions de fonctionnement de l'usine de dessalement - Inspections et maintenances journalières - Evaluation et ajustement du mode de fonctionnement de certaines installations de l'usine de dessalement
2-1	Prise d'eau de mer	a. Nettoyage des ouvrages pour assurer une bonne prise du volume d'eau de mer prévue b. Protection du développement des microorganismes au niveau des ouvrages de prise d'eau de mer	- Protection du matériel contre la corrosion et l'application de revêtement afin de protéger les équipements - Injection de chlore au niveau des ouvrages de prise d'eau de mer
2-2	Procédé de prétraitement (UF)	a. Diagnostic continu de l'état des membranes, et confirmation du débit et de la pression de ces membranes b. Nettoyage chimiques d'entartrage sur les surfaces des membranes	- Ajustement et réglage du système de nettoyage de la membrane, y compris le temps de nettoyage, le type de produit chimique à utiliser pour le nettoyage, et les agents d'inhibiteur d'entartrage etc. - Vérification de l'état des membranes et des équipements connexes - Suivi de la qualité de l'eau de mer, et du perméat
2-3	Installations d'injection de produits chimiques	a. Inspection journalière des installations d'injection de produits chimiques b. Gestion de la qualité des produits chimiques	- Ajustement du taux d'injection de chlore - Contrôle de la qualité et des conditions de stockage.
2-4	Osmose Inverse (OI) filtration sur membrane	a. Gestion des unités d'OI afin d'assurer les performances escomptés b. Compréhension globale des méthodes de diagnostic des unités d'OI	- Vérification des Pompes, des Débits entrant et sortant des membranes d'OI et les qualités de l'eau de mer et des saumures - Vérification des membranes OI et des équipements connexes - Gestion des tubes de pression de membranes - Gestion des membranes d'OI (lavage, stockage, changement etc.)

No.	Catégorie d'E&M	Aperçu des Travaux d'E&M	Principaux Éléments de Travaux d'E&M
2-5	Pompes à haute pression Système de récupération d'énergie	a. Demande le même procédé de gestion observé dans installations de pompage actuel des UTEs	- Inspection et maintenance journalière des pompes à haute pression et du système de récupération d'énergie - Ajustement des modes de fonctionnement
2-6	Procédé de post-traitement	a. Contrôle de l'eau traitée afin de satisfaire à la qualité de l'eau ciblée	- Inspection et maintenance journalière des équipements - Ajustement des modes de fonctionnement afin de satisfaire à la qualité de l'eau ciblée - Suivi Général de ces paramètres de la qualité de l'eau : pH, TDS, Cl etc.
3	Gestion de la qualité de l'eau	a. Évaluation globale de la qualité de l'eau traitée afin de satisfaire à la qualité ciblée b. Correspondances avec les fluctuations de la qualité de l'eau de mer	- Réglage et ajustement de la qualité d'eau ciblée - Suivi de la qualité d'eau de mer pouvant fluctuée selon le climat et la saison - Suivi de la qualité de l'eau au niveau de chaque point dans le processus de dessalement - Suivi de l'eau traitée - Ajustement des modes fonctionnement des processus de pré traitement de post traitement, des unités d'OI afin de satisfaire à la qualité de l'eau ciblée
4	Sous-traitance	a. Sous-traiter certains travaux d'E&M a des tiers b. Les travaux à sous-traiter devraient être pris en compte afin d'assurer une qualité et d'économiser sur les coûts	- La disponibilité du prestataire de service et l'efficacité des coûts doivent être pris en compte avec précaution.
5	Gestion Environnementale	1. Prévention ou atténuation des impacts sociaux et environnementaux négatifs susceptibles d'être provoqués par l'exploitation de l'usine	- Ex: traitement et évacuation adéquat des saumures - Mesure d'atténuation pour les bruits et des vibrations provenant des équipements

Source: Résumé de la « Directive Technique pour les Travaux d'E&M dans l'usine de dessalement (Ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie, Japon 2002) » Équipe d'Étude de la JICA

(2) Organigramme de l'exécutant d'E&M

L'E&M de l'usine de dessalement des Mamelles sera confié à un opérateur privé d'E&M sur la base d'un contrat d'ordre de performance. Par conséquent l'organigramme de l'usine de dessalement sera déterminé par l'exécutant de l'E&M sur la base de son expérience et sa compétence. Toutefois, l'Équipe d'Étude de la JICA a suggéré un organigramme permettant de réaliser une E&M adéquate de l'usine de dessalement de 50 000 m³/jour comme présenté sur la Figure 7.3.2.

L'organigramme proposé suppose le cas où l'E&M de l'usine de dessalement sera réalisée indépendamment des autres installations. Si l'exécutant de l'E&M est en charge des autres installations, comme le cas du fermier l'Équipe d'Étude de la JICA recommande que les six postes au niveau de l'organigramme représentés par les cases en pointillées soient partagés avec les autres installations en vue de réduire les coûts.

CHAPITRE 8 ESTIMATION DU COUT DU PROJET

8.1 Conditions de Base et Méthodologies de l'Estimation des Coûts

8.1.1 Conditions de Base et Composition du Coût du Projet

(1) Composition du coût du Projet

Le coût du Projet comprend:

I. Coût de Construction du Projet

- (A) Portion admissible pour le prêt en yens de la JICA
 - i) Coût de Construction (Portion du prêt de la JICA)
 - ii) Coût des services de consultance
- (B) Portion non-admissible pour le prêt en yens de la JICA
 - i) Coût de construction (Portion locale du financement)
 - ii) Acquisition de terrain
 - iii) Frais d'administration
 - iv) TVA
 - v) Taxe à l'importation
- (C) Intérêt durant la construction (Admissibilité à discuter)
- (D) Frais d'entrées (Portion non-admissible du prêt de la JICA)

II. Coût de l'Exploitation et de la Maintenance

(2) Conditions de l'estimation des coûts

Le coût du Projet a été estimé suivant les conditions suivantes comme indiquées dans le Tableau 8.1.1.

Tableau 8.1.1 Conditions de l'Estimation des Coûts

Désignation	Condition	
1) Année de référence	Octobre, 2015	
2) Taux de change	1 USD = 120,7 JPY 1 Euro = 655,957 FCFA	1 Euro = 133,8 JPY 1 FCFA = 0,204 JPY
3) Hausse des prix	Devise Étrangère: 1,8%	Devise Locale: 2,6 %
4) Imprévu Physique	Construction: 5%	Services d'Ingénierie Conseils: 5%
5) Taux de la Taxe	TVA: 18%	Taxe sur les importations: 3%
6) Taux d'Intérêt durant la Construction	Construction: 0,7%	Services d'Ingénierie Conseils: 0,01%
7) Frais Initiaux (non couvert par le prêt)	0,2% du montant du prêt	

Source: Équipe d'Étude de la JICA

8.1.2 Méthodes d'Estimation du Coût de construction du Projet

(1) Coût de construction

Le Tableau 8.1.2 présente la base et les méthodes pour chaque article de construction.

Tableau 8.1.2 Base et Méthodologies d'Estimation des Coûts pour chaque Article de Construction

Designation	Données de base	Méthode
1. Construction de l'usine de dessalement d'eau de mer		
1a. Ouvrage de Prise d'eau de mer et émissaire de rejet de saumures	- Devis estimatif d'une entreprise de génie civil maritime	Quantités approximatives de travaux multipliés par les prix unitaires proposés par un entrepreneur de génie civil marin
1b. Station de Pompage de transmission d'eau de mer 1e. Station de pompage et de transmission d'eau produite d'eau	- Montant de contrats antérieurs relatifs aux travaux de construction des stations de pompage dans le cadre de projets d'APD Japonais	Estimation proportionnelle en fonction du rendement de la pompe et de la capacité de l'équipement électrique - Cout supplémentaire pour la résistance à la corrosion
1c. Conduites d'adduction d'eau de mer et de rejet de saumures 1f. Conduite de transmission d'eau produite 1g. Exploitation de terrains pour les sites de l'usine	- Liste des prix du fabricant (pour conduite tuyau d'acier revêtu , DCI et autres) - -Informations sur les prix de l'entrepreneur sénégalais - Le montant des contrats antérieurs relatifs aux travaux similaires dans le cadre des projets d'APD Japonais -Montant de contrats antérieurs de travaux de construction similaires mis en œuvre par la SONES	- Quantités approximatives de travaux multipliés par les prix unitaires - Le prix unitaire est établi selon les informations de prix recueillis d'entrepreneur sénégalais ou le montant de contrat antérieur de travaux de construction similaires entrepris par la SONES - Le coût pour les installations auxiliaires a été proportionnellement ajouté, en référence au montant du contrat antérieur des travaux similaires dans le cadre de projets d'APD Japonais.
1d. Usine de Dessalement d'eau de Mer	- Modèle d'estimation Paramétrique des coûts développés par Fichtner - Prix à partir de l'information de la SENELEC pour la facilité de réception de puissance - Information supplémentaire de l'entrepreneur IAGC Japonais	- Méthode d'estimation stochastique utilisant un modèle d'estimation paramétrique de coûts, qui prend en considération les facteurs d'équipement et les conditions du site. - Les quantités de travaux approximatifs multipliés par les prix unitaires pour l'installation de poste électrique alimenté par la SENELEC
2a. Installation des principales conduites de distribution 2b. & 2c. Renouvellement des conduites de distribution existantes	- Liste des prix du fabricant (pour conduite (en DCIet PEHD) - Montant de contrats antérieurs relatifs aux travaux de construction dans le cadre de projets d'APD Japonais - Contrats antérieurs de travaux de construction similaires mis en œuvre par la SONES	- Les quantités de travail travaux approximatifs multiplié par les prix unitaires - Le prix unitaire est établi en fonction du montant du contrat passé des travaux de construction similaires entrepris par la SONES - Le coût pour les installations auxiliaires a été proportionnellement ajouté, en référence au montant du contrat passé des travaux similaires concernant des projets d'APD japonaise.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(2) Autres coûts

Le Tableau 8.1.3 présente les méthodes pour chaque élément.

Tableau 8.1.3 Méthodes pour les Coûts autres que ceux de Construction

Element de coût	Méthode
Coût des Services d'Ingénierie-Conseils	La base des experts « Homme-Mois » a été définie à partir des Termes de références (TDR) des Services d'Ingénierie-Conseils proposés par l'Équipe d'Étude de la JICA (Voir Section 11.3 pour les TDR proposés).
Coût d'acquisition de terrains	Superficie d'acquisition de terrains privés nécessaires (2,41 ha) multipliée par le prix du terrain du foncier (environ 200,000 F.CFA / m ²) selon une interview accordée par la SONES
Coût de l'Administration	1% des (coûts de construction + service de consultation + coût d'acquisition des terrains)

Source: Équipe d'Étude de la JICA

8.1.3 Méthode d'Estimation du Coût de l'Exploitation et de la Maintenance

Le coût de l'exploitation et la maintenance (E& M) est composé des éléments de coûts suivants: 1) Coût de l'Électricité (coût de base), 2) Coût de l'Électricité (coût facturé sur compteur), 3) Coût du personnel, 4) Coût de la maintenance, 5) Coût de renouvellement des membranes d'UF, 6) Coût de renouvellement de la membrane d'osmose inverse, 7) Coût des produits chimiques.

Le Tableau 8.1.4 présente la méthodologie pour chaque élément de coût.

Tableau 8.1.4 Méthodologies d'Estimation du Coût de l'E&M

Eléments de coût	Méthode
1. Coût de l'Électricité (coût de base)	La capacité de contractuelle (kW) multipliée par le prix mensuelle de base de la SENELEC (FCFA / kW)
2. Coût de l'Électricité (coût facturé sur compteur)	La consommation d'électricité quotidienne (kWh) multiplié par le taux de facturation sur compteur de la SENELEC (FCFA / kWh)
3. Coût du personnel	Nombre présumé du personnel x salaire mensuel (FCFA / mois)
4. Coût de la maintenance	Le coût Maintenance annuel est supposé être d'environ 0,25% du coût de construction de l'usine de dessalement d'eau de mer, coût de l'aménagement du terrain exclu.
5. Coût de renouvellement des membranes d'UF	Le coût de renouvellement annuel est supposée s'élever à 14% du de plus que le coût initial de la membrane d'UF.
6. Coût de renouvellement de la membrane d'Osmose Inverse	Coût de renouvellement annuel est supposée s'élever à 14% de plus que le coût initial de la membrane d'OI
7. Coût des produits chimiques	Consommation annuelle (t/an), multiplié par le coût unitaire (FCFA) pour chaque produit chimique

Source: Équipe d'Étude de la JICA

8.2 Estimation du Coût

8.2.1 Projet de Construction

(1) Coût de construction

Le résumé des coûts estimatifs de construction sont présentés dans le Tableau 8.2.1. La répartition des coûts est présentée dans l'Annexe 8-1.

(2) Coût total du Projet et Calendrier de Décaissement

Le récapitulatif de l'ensemble du coût du Projet et du plan de décaissement annuel sont présentés dans les Tableaux 8.2.2 et 8.2.3. Les bases des coûts estimatifs incluant la ventilation des coûts et le calendrier des services du consultant sont présentés dans l'Annexe 8-2. En outre, les coûts estimés pour les services d'ingénierie-conseils et Dispute Board (Conseil d'Arbitrage) sont respectivement présentés dans l'Annexe 8-3 et 8-4.

Les éléments des coûts sont répartis en portion admissible du prêt en Yens et portion non admissible (Voir Section 9.1 pour la définition des portions admissible et non admissible). Dans l'estimation du coût du Projet, le prêt en Yens est supposé couvrir toutes les portions admissibles à l'exception du taux d'intérêt durant la construction.

Tableau 8.2.1 Résumé des Coûts de Construction du Projet

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

Tableau 8.2.2 Coût Total du Projet

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

Tableau 8.2.3 Calendrier Annuel de Décaissement

<p>Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.</p>
--

8.2.2 Coût d'Exploitation et de Maintenance

Le coût d'exploitation et de maintenance (E&M) estimé est présenté sous forme du coût par m³ d'eau traitée dans le Tableau 8.2.4. Comme le présente le Tableau 8.2.4, le coût total est estimé à 462 F CFA et les coûts de l'électricité comptent pour plus de 70% du coût total de l'E&M. Au niveau du coût total de l'E&M, le coût fixe s'élève à 123 F CFA/m³ alors que le coût variable est de 339 F CFA / m³.

Tableau 8.2.4 Coût de l'Exploitation et de la Maintenance

1. Coût de l'Electricité (coût de base)								
Capacité Contractuelle							13 000	kW
Taux mensuel de base							9 855	F CFA/kW
Taux mensuel de base	13 000	kW	x	9 855	F CFA/kW	=	128 115 000	F CFA/mois
Production mensuelle d'eau		50 000	m ³ /jour	x	30	Jours	=	1 500 000
Soit		128 115 000	F CFA/an	/	1 500 000	m ³ /an	=	85
2. Coût de l'Electricité (coût facturé sur compteur)								
Consommation Unitaire en électricité								
Charge d'électricité moyenne							8 680	kW
Consommation journalière d'électricité	8 680	kW	x	24	h	=	208 320	kWh
Production Journalière en Eau (capacité nominale)							53 191	m ³
Soit		208 320	kWh	/	53 191	m ³	=	3,9
Taux en hors période de pointe							58	F CFA/kWh
Taux en période de pointe							83	F CFA/kWh
Taux moyen (Hors heure de pointe: 20 heures, Heure de pointe: 4 heures)							62	F CFA/kWh
Soit		3,9	kWh/m ³	x	62	F CFA/kWh	=	243
3. Coût du Personnel								
Directeur (Etranger)	8	Million F CFA	x	1	Personnes	=	8,0	Million F CFA / mois
Directeur Adjoint (Etranger)	5	Million F CFA	x	4	Personnes	=	20,0	Million F CFA / mois
Directeur Local	0,8	Million F CFA	x	4	Personnes	=	3,2	Million F CFA / mois
Directeur Local Exploitant/Ingénieur	0,5	Million F CFA	x	12	Personnes	=	6,0	Million F CFA / mois
Exploitant Local	0,4	Million F CFA	x	6	Personnes	=	2,4	Million F CFA / mois
Technicien Local	0,3	Million F CFA	x	15	Personnes	=	4,5	Million F CFA / mois
Main d'oeuvre locale	0,2	Million F CFA	x	4	Personnes	=	0,8	Million F CFA / mois
					Total		44,9	Million F CFA / mois
Production mensuelle d'eau		50,000	m ³ /day	x	30	Jours	=	1,500,000
Soit		44,9	Million F CFA	/	1 500 000	m ³	=	30
4. Coût de Maintenance								
Coût annuel de aaintenance	54 000	Million F CFA	x	0,25	%	=	135	Million F CFA / an
Production annuelle d'eau		50 000	m ³ /jour	x	365	jours	=	18 250 000
Soit		135	Million F CFA	/	18 250 000	m ³	=	7
5. Coût de Renouvellement de la Membrane d'UF								
Coût de la Membrane d'UF								
Coût annuel de renouvellement	950	Million F CFA		14	%	=	133	Million F CFA / an
Production annuelle d'eau		50,000	m ³ /jour	x	365	jours	=	18 250 000
Soit		133	Million F CFA	/	18 250 000	m ³	=	7
6. Coût de Renouvellement de la Membrane d'OI								
Coût de la Membrane d'OI								
Coût annuel de renouvellement	1 200	Million F CFA		14	%	=	168	Million F CFA / an
Production annuelle d'eau		50 000	m ³ /jour	x	365	jours	=	18 250 000
Soit		168	Million F CFA	/	18 250 000	m ³	=	9
7. Chemical cost								
Chlore gazeux	800 000	F CFA/t	x	21	t/an	=	16 800 000	F CFA/an
Acide Sulphurique	240 000	F CFA/t	x	1 760	t/an	=	422 400 000	F CFA/an
Solution de Chlorure Ferrique	200 000	F CFA/t	x	110	t/an	=	22 000 000	F CFA/an
Bisulfite de Sodium	465 000	F CFA/t	x	35	t/an	=	16 275 000	F CFA/an
Anti Entartage	2 000 000	F CFA/t	x	61	t/an	=	122 000 000	F CFA/an
CO ₂	425 000	F CFA/t	x	1 095	t/an	=	465 375 000	F CFA/an
Calcaire	270 000	F CFA/t	x	1 133	t/an	=	305 910 000	F CFA/an
Soude caustique	220 000	F CFA/t	x	292	t/an	=	64 240 000	F CFA/an
Nettoyage chimique de la membrane d'OI							9 000 000	F CFA/an
					Total		1 444 000 000	F CFA/an
Production annuelle d'eau		50 000	m ³ /jour	x	365	jours	=	18 250 000
Soit		1 444 000 000	F CFA	/	18 250 000	m ³	=	79
Coût Total de l'E&M							462	F CFA/m³
Coût Fixe							123	F CFA/m³
Coût Variable							339	F CFA/m³

Source : Équipe d'Étude de la JICA

8.2.3 Coût de production de l'eau

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

Tableau 8.2.5 Coûts de production d'eau de l'Usine de Mamelles SWRO

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

8.3 Comparaison du coût de construction de l'usine de dessalement avec des projets antérieurs

Afin de vérifier la validité du coût estimatif de la construction de l'usine de dessalement d'eau de mer pour le Projet, ledit coût a été comparé avec les derniers projets de dessalement .tel que présenté sur la Figure 8.3.1. La source de données pour les projets antérieurs est « Desal Data.com/Mars 2015». Pour une comparaison valide les données sur les couts du projet présentées sur la Figure ont été extraites de la manière suivante 8.3.1 sont:

- Les Usines qui ont été contractées en 2005 ou plus tard et qui sont en ligne ou en cours de construction
- Les usines entre 30 000 et 70 000 m³ / j de capacité
- Les quatre cas les plus élevés et les quatre les plus bas (prix de l'entrepreneur IAGC capacité)



Figure 8.3.1 Comparaison du Coût de la construction de l'Usine de Dessalement

Comme présenté dans la Figure ci-dessus, le coût estimé pour ce Projet semble être légèrement plus élevé que le niveau moyen du coût. Cependant, l'Équipe d'Étude de la JICA a en conclu que le coût estimé est dans une fourchette raisonnable en comparaison avec les autres projets pour les raisons suivantes:

- Il est à noter que le coût présenté dans le DesalData est le montant contracté qui reflète l'environnement de la concurrence au niveau de l'offre. En tenant compte du fait que le coût estimé servira à l'étude de faisabilité, le coût de construction sera plus élevé que les autres coûts de projets contractés.
- Les coûts contractés dans la figure reflètent également différentes caractéristiques techniques des projets. Considérant que le projet comprend le coût de la station de pompage de transmission d'eau de mer des têtes de pompes hautes et de la conduite transmission, un coût plus élevé est tout à fait possible.
- Le site de construction du projet est situé en Afrique de l'Ouest une zone qui est assez éloignée des fournisseurs d'équipements par conséquent les coûts de transport pourraient hausser les coûts de construction.

CHAPITRE 9 PLAN DE MISE EN OEUVRE DU PROJET

9.1 Plan Financier

Le Projet est prévu d'être financé par prêt de l'APD du Japon en Yens de la JICA.

Les conditions de prêt de l'APD du Japon dépendent du niveau de revenu du pays emprunteur. Les conditions standards en faveur des Pays les Moins Développés (ci-après désignés « PMD ») seront appliquées au présent Projet parmi plusieurs options comme présenté dans le Tableau 9.1.1. Le coût du Projet est divisé en éléments de coût admissibles pouvant être couverts par le prêt de l'APD et en éléments non admissibles comme présenté dans le Tableau 9.1.2.

Les éléments de coût ciblés et les modalités du prêt pour ce Projet seront finalement fixés par décision du Gouvernement du Japon sur la base des discussions avec le Gouvernement du Sénégal (GDS).

Tableau 9.1.1 Termes and Conditions de l'APD du Japon en faveur des PMD

Standard/Option	Taux d'Intérêt	Durée du Décaissement	Période de Grâce
Taux d'Intérêt	0,70%	30 ans	10 ans
Option 1	0,65%	25 ans	7 ans
Option 2	0,60%	20 ans	6 ans
Option 3	0,55%	15 ans	5 ans

Source: JICA

Tableau 9.1.2 Admissibilité Générale des Éléments de Coût du Prêt de l'APD du Japon

Portion Admissible (pouvant être couverte par le prêt)	Portion Non-Admissible (ne pouvant pas être couverte par le prêt)
<ul style="list-style-type: none"> - Coût de la Construction incluant la hausse du prix - Coût de la consultance incluant la hausse du prix - Coût du Dispute Board - Intérêts pendant la construction * 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût pour Acquisition de Terrains - Charge Administrative (ex. coût sur de la SONES pour la mise en œuvre du Projet) - Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA) et Taxe sur l'Importation

* : L'intérêt est admissible mais pas nécessairement couvert par le prêt.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Les services d'approvisionnement en eau sont sous la gestion de la SONES pour l'essentiel financièrement indépendante du GDS. Présentement, la SONES a reçu des prêts directs ou indirects de bailleurs/banques dans plusieurs devises telles qu'en Euro, F CFA et Dollar des États-Unis et a eu à les rembourser. Ainsi, la SONES pourrait endosser la totalité ou une partie de l'obligation de remboursement du prêt en Yens mis à la disposition du Projet, alors que l'emprunteur du prêt sera le GDS représenté par le Ministère de l'Économie, des Finances et du Plan (ci-après désigné « MEFP ») du Sénégal.

Concernant le Projet, la responsabilité de la SONES dans le remboursement de la totalité du prêt et des conditions ayant trait à ce point fera l'objet de discussions au niveau la Partie Sénégalaise à savoir le MEFP et la SONES.

Le coût estimatif du Projet et le montant du prêt proposé sont présentés dans la Section 8.2. L'estimation suppose que tous les éléments admissibles excepté l'intérêt durant la construction seront couverts par le prêt de l'APD du Japon.

9.2 Plan de Construction

9.2.1 Localisation du Site du Projet

Le site du Projet est situé dans la ville de Dakar, capitale de la République du Sénégal. Le site de construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer par Osmose Inverse aux Mamelles est situé à environ 8 km au Nord-Ouest du Port de Dakar comme le montre la Figure 9.2.1. Les matériaux et équipements

Importés seront transportés à partir du Port de Dakar. Les sols et les roches générés seront

recyclés dans les autres projets d'aménagement de terrains. Une attention particulière sera observée concernant le remblayage ou la protection du littoral, autant que possible. Les sols non réutilisables et les déchets seront transférés au site d'enfouissement de Mbeubeuss, situé à environ 30 km du site de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI.

9.2.2 Procédure de Construction

(1) Composantes du Projet

Les travaux de construction seront composés des 10 composantes suivantes, dont 7 pour l'usine de dessalement de l'eau de mer et 3 pour les travaux d'amélioration du réseau de distribution existant:

- 1) Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer
 - 1a) Ouvrages de prise d'eau de mer et émissaires de rejet de saumures
 - 1b) Station de pompage de transmission d'eau de mer
 - 1c) Conduites de transmission d'eau de mer et émissaire de rejet de saumures
 - 1d) Installation de l'usine de dessalement d'eau de mer
 - 1e) Station de pompage de transmission de l'eau traitée
 - 1f) Conduite de transmission d'eau traitée
 - 1g) Aménagement du terrain du site de l'usine
- 2) Travaux d'amélioration du réseau de distribution existant
 - 2a) Installation des principales conduites de distribution (D 700, L=13,5 km)

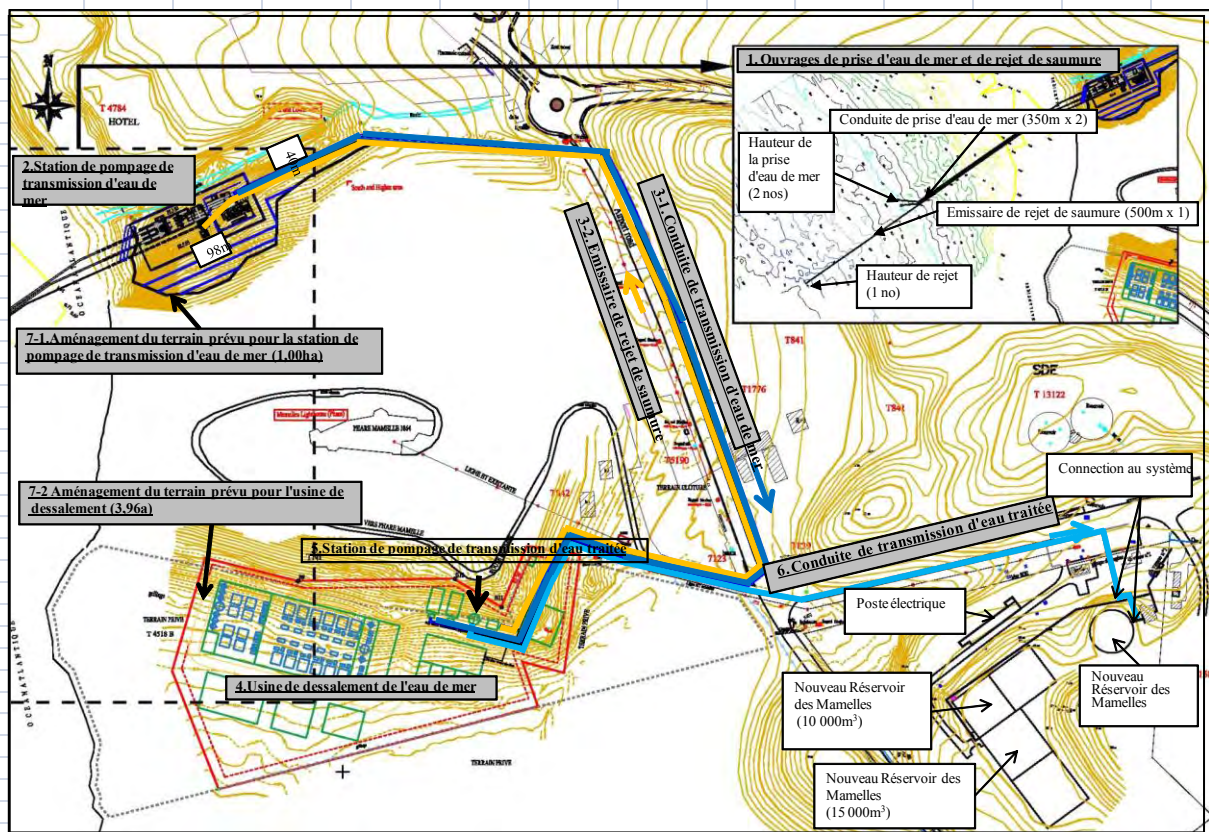


Source: Plan Directeur des Ressources en Eau de 2011 et
Équipe d'Étude de la JICA

Figure 9.2.1 Localisation du Projet

- 2b) Renouvellement des conduites de distribution existantes dans la zone de distribution de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles (D 75 – D 700, L=242,7 km)
 - 2c) Renouvellement des conduites de distribution existantes dans les autres localités de la Zone de Dakar 1 (D 75 – D 700, L=198,6 km)
- (2) Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer

La Figure 9.2.2 présente le plan d'implantation général du site de construction de l'usine de dessalement.



Source : Équipe d'Étude de la JICA

Figure 9.2.2 Plan Général de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer

Les travaux de construction de l'usine de dessalement de l'eau de mer débuteront par les travaux d'aménagement du terrain incluant ceux de la route d'accès temporaire. Après que l'aménagement du site est réalisé, les travaux de génie civil pour chaque ouvrage de l'usine démarreront. Dans le Projet, deux routes d'accès sont nécessaires, lesquelles sont la route pour accéder au site principal de l'usine et celle pour accéder au site de la station de pompage d'eau de mer à proximité de la plage.

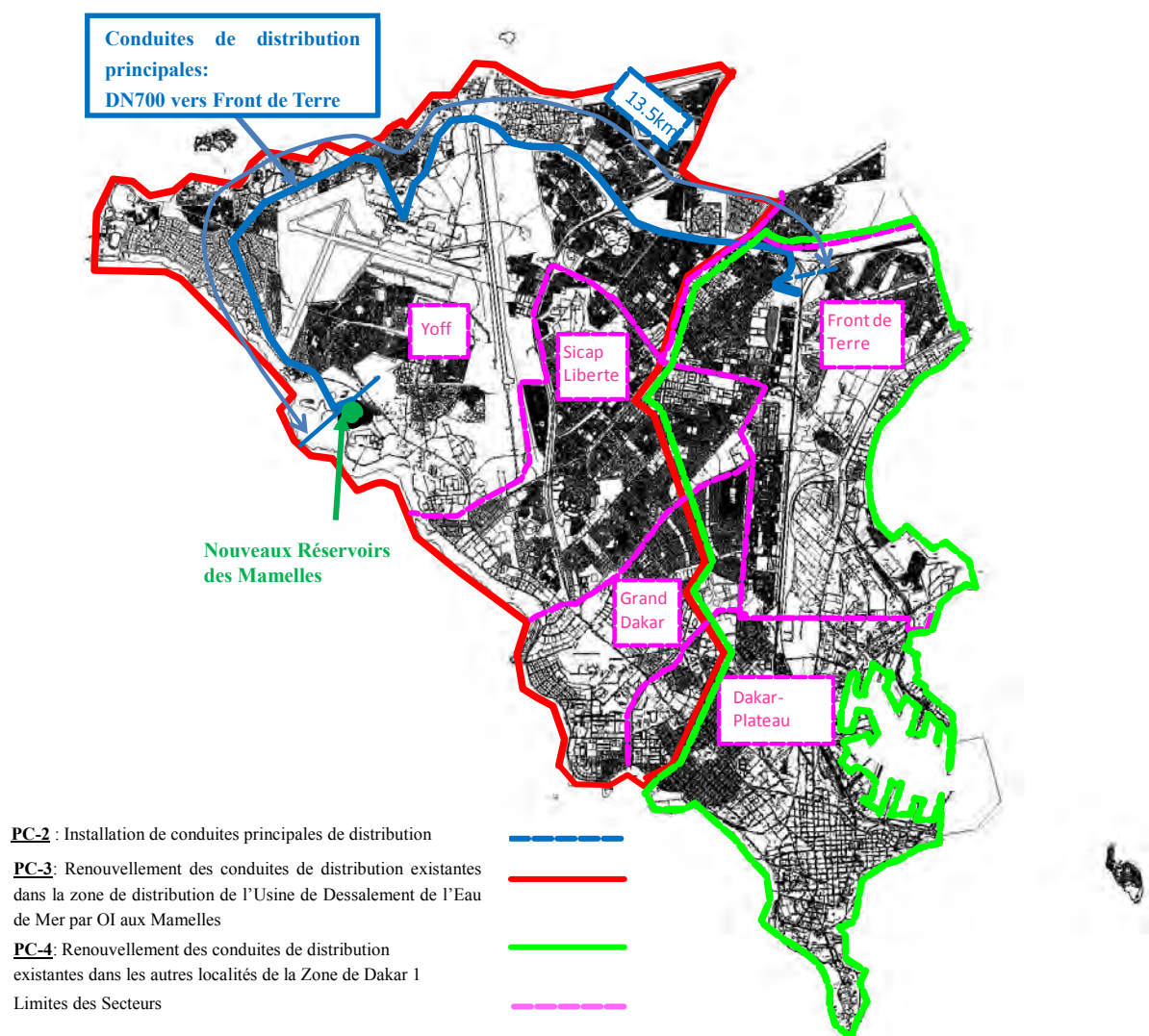
Les travaux de construction maritimes sont composés des travaux à réaliser sur la Côte et en mer. Les travaux sur la Côte démarreront après que la construction de la route d'accès temporaire à la plage pour la station de pompage est achevée. Quant aux travaux en mer, les équipements de prise et de rejet de saumures seront importés de l'extérieure via le port de Dakar Par la suite, ils seront assemblés dans

l'espace réservé pour cet effet situé à proximité du Port de Dakar. Les têtes de prise et de rejet assemblées seront transportées au site et installées à l'emplacement désigné.

Pendant ce temps, la fabrication des équipements électriques et mécaniques débutera également peu de temps après que la conception détaillée est réalisée. L'installation des équipements électriques et mécaniques sera effectuée sur une durée de 18 à 26 mois à partir de la date en vigueur du Contrat EPC. La période totale de construction de l'usine de dessalement de l'eau de mer est estimée à 29 mois y compris la conception détaillée et les périodes de construction et de mise en service.

(3) Amélioration du réseau de distribution existant

La Figure 9.2.3 présente la zone prévue pour les travaux d'amélioration du réseau de distribution existant.



Source : Équipe d'Étude de la JICA

Figure 9.2.3 Zone Cible des Travaux d'Amélioration du Réseau de Distribution Existant

Les travaux d'amélioration du réseau de distribution existant nécessitent une longueur de 442 km de renouvellement de conduites des branchements au service et des compteurs d'eau. Au niveau de la Commune de Ouakam, qui fait partie du PC-3, la couche rocheuse fait surface à partir de 1 à 2 m de profondeur. Dans la plupart des localités de la Commune du Plateau, qui fait partie du site du PC-4, les constructions sont regroupées et les installations existantes telles que les câbles électriques, câbles de communication ainsi que les canalisations des égouts sont congestionnés dans les rues. En outre, un niveau élevé de la nappe souterraine nécessite des travaux d'égouttage par pompes durant les travaux de renouvellement des conduites. La durée de construction du PC-3 et PC-4 requiert une planification tout en prenant en considération la faible constructibilité dans ces zones.

L'Équipe d'Étude de la JICA a mené des entretiens avec les entreprises locales spécialisées en construction et ayant une grande expérience de travaux similaires de projets de la SONES ou de la SDE. Le Tableau 9.2.1 présente les résultats des entretiens tenus avec des entrepreneurs locaux à savoir SVTP, EIFFAGE Sénégal, SADE Sénégal et GTHE sur l'éventuel accomplissement par 1 quart d'équipe des travaux de renouvellement des conduites.

Comme indiqué dans le Tableau, il y a une grande variation dans l'accomplissement possible proposé par les entreprises de construction. Toutefois, les valeurs extrêmement élevées présentées par GTHE sont attribuables au fait que la plupart des travaux de la compagnie concernaient de petits tuyaux en PVC de diamètre inférieur à 160 mm. En étudiant de la durée quotidienne des travaux de construction proposée par les autres entreprises, l'Équipe d'Étude de la JICA considère que 25 m par quart d'équipe sera le niveau modéré de la possible performance par quart de travail comme moyenne dans l'ensemble de PC-3 et PC-4. Ceci constituera une hypothèse raisonnable de sécurité étant donné que les zones présentant des conditions difficiles de construction ne sont pas prévues dans tous les sites des PC-3 et PC-4.

D'après la SONES, concernant les autres facteurs importants dans l'estimation de la durée de construction des travaux, les zones de construction permettront 2 quarts d'équipes dans chaque site de construction. En outre, la SONES estime que les travaux de construction seront autorisés par les municipalités locales si le nombre de sites de construction simultanée est de 10 ou moins.

A partir des éléments mentionnés ci-dessus, l'Équipe d'Étude de la JICA a estimé que la durée de construction du PC-3 et PC-4 sera de 36 mois, en plus d'1 mois pour la livraison des travaux.

Concernant le PC-2, l'accomplissement possible des travaux est estimé à 15 m par quart d'équipe étant donné que le diamètre de la conduite est beaucoup plus grand que celui des PC-3 ou PC-4, en outre le chantier de construction inclut la municipalité de Ouakam, où il existe une couche de roche peu profonde. Par ailleurs, un seul quart de travail durant la nuit est prévu afin d'éviter un impact négatif sur le trafic de la Route de l'Aéroport, l'une des routes nationales à Dakar. Par conséquent, la durée des travaux de construction du PC-2 sera également de 36 mois, hormis un mois pour la période de livraison des travaux à la SONES.

Lors des travaux de renouvellement des conduites de distribution existantes, des pénuries d'eau temporaires seront nécessaires, cependant elles devront être limitées à de courtes périodes pour les travaux de commutation à partir des connexions de services existants aux nouveaux raccordements de service. Les entrepreneurs doivent communiquer avec le Fermier, qui est en charge de l'exploitation du système d'approvisionnement en eau, de sorte que les impacts du Projet sur la vie sociale des populations ainsi que les activités économiques soient minimisés. En outre, la suspension du service devra être informée à l'avance à tous les usagers des zones concernées avec la date et la durée.

Tableau 9.2.1 Résultats des Entretien avec les Entrepreneurs Locaux sur l'Accomplissement Possible des Travaux de Renouvellement dans les Zones présentant des Conditions Difficiles de Construction

Compagnie	Possible accomplissement des travaux de renouvellement des conduites de distribution par quart d'équipe (incluant le renouvellement des branchements au service et des compteurs d'eau)	
	Zones ayant une couche rocheuse peu profonde (Une partie de Ouakam, CP-3)	Zones urbaines congestionnées avec un niveau élevé de la nappe souterraine (La majeure partie de Dakar, CP-4)
SVTP	6 à 50 m (28 m en moyenne)	6 à 50 m (28 m en moyenne)
EIFFAGE Sénégal	20 m ou plus	60 m ou plus
SADE	6 à 18 m (12 m en moyenne)	12 à 25 m (18 m en moyenne)
GTHE	80 m au maximum	100 m au maximum
Observations de l'Equipe d'Etude de la JICA	25 m	25 m

Source: Equipe d'Etude de la JICA

Tableau 9.2.2 Durée de Construction du PC-3 et PC-4

Accomplissement par quart d'équipe	25 m
Nombre de quarts d'équipes	2 quarts d'équipe
Nombre de jours de travail par mois	25 jours/mois
Nombre de sites de construction simultanée	10 sites
Accomplissement mensuel	12.5 km/mois (25 m x 2 quarts d'équipe x 25 jours/mois x 10 sites)
Longueur totale des travaux de renouvellement des conduites de distribution	442 km
Durée de construction	35.44 mois (442 km / (12,5 km/month)) => 36 mois

Source: Equipe d'Etude de la JICA

(4) Calendrier de travaux de construction

Comme mentionné précédemment, le PC-1 nécessitera une durée de 29 mois pour la conception détaillée et les travaux de mise en service. Les PC-2, PC-3 et PC-4 nécessiteront une durée de 37 mois pour la construction et la livraison des travaux.

(5) Autorisations nécessaires préalables aux travaux de construction

Le Projet a besoin d'acquiescer de le CCE auprès de la DEEC et le permis de construction délivré par le Ministère de l'Urbanisme en conformité avec l'Article L13 du Code de l'Environnement. Ajouté à cela, avant le démarrage des travaux de construction, le Projet devra recevoir les autorisations délivrées par

les municipalités locales et AGEROUTE pour les travaux de construction affectant les routes. Ces travaux concernent: les conduites de transmission d'eau de mer, les conduites de rejet de saumures, les conduites de transmission d'eau traitée et les conduites de distribution. Concernant les travaux de construction maritimes les ouvrages de prise d'eau de mer et de rejet de saumures, le Projet devra recevoir l'autorisation délivrée par la Préfecture de Dakar.

9.3 Plan d'Approvisionnement

9.3.1 Package de Contrat (PC)

(1) PC-1: Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer

Pour une utilisation maximale du savoir-faire des entrepreneurs d'Ingénierie, Approvisionnement et Construction (EPC) du Projet en vue d'une bonne qualité et de la réduction des coûts, la composante [1d: usine de l'eau de mer] sera construite selon le schéma de Conception-Construction (C&C), qui est l'une des méthodes les plus communément utilisées dans le cas de projet similaire.

En outre, il est proposé que toutes les autres composantes relatives à l'usine de dessalement [Composantes 1a, 1b, 1c, 1e, 1f, et 1g] soient aussi intégrées dans le Contrat CC mentionné ci-dessus pour les raisons indiquées dans le Tableau 9.3.1. La méthode de passation de marchés sera fera par soumission d'Appel d'Offres International.

Tableau 9.3.1 Raisons pour l'Intégration dans le Contrat C&C

Composante	Raisons pour Intégration à l'usine de dessalement
1a: Ouvrages de prise d'eau de mer et de rejet de saumures	<ul style="list-style-type: none"> - La conception des ouvrages de prise d'eau de mer et de rejet de saumures constitue une partie de l'ensemble du système de dessalement de l'eau de mer. - La conception de l'eau de mer affecte la qualité d'eau de mer devant alimentée l'usine de dessalement.
1b: Station de pompage de l'eau de mer 1c: Conduite de transmission de l'eau de mer et émissaire de rejet de saumure	<ul style="list-style-type: none"> - La station de pompage ainsi que les conduites sont situées entre l'ouvrage de prise d'eau de mer, l'émissaire de rejet de saumure et l'usine de dessalement de l'eau de mer. - La conception hydraulique des pompes et la conduite sont liées avec le plan hydraulique de l'usine de dessalement de l'eau de mer. - Le fonctionnement de la station de pompage nécessite d'être intégré au système de l'usine de dessalement de l'eau de mer.
1e: Station de pompage de l'eau traitée 1f: Conduite de transmission de l'eau traitée	<ul style="list-style-type: none"> - La station de pompage sera construite sur le terrain principal de l'usine de dessalement de l'eau de mer. - La conception hydraulique des pompes et la conduite sont liées avec le plan hydraulique de l'usine de dessalement de l'eau de mer. - Le fonctionnement de la station de pompage nécessite d'être intégré au système de l'usine de dessalement de l'eau de mer. - Le coût estimatif de la construction de ces composantes est d'environ 110 Millions de Yens au total, ce qui représente un montant trop petit pour attirer les soumissionnaires internationaux.
1g: Aménagement du terrain de l'usine de dessalement et de la station de pompage	<ul style="list-style-type: none"> - Le plan d'aménagement du terrain est étroitement lié à la conception de l'usine de dessalement et la station de pompage et ne peut pas être mené séparément.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(2) PC-2, 3 et 4: Travaux d'amélioration du réseau de distribution existant

Les travaux d'amélioration du réseau de distribution existant doivent être conçus par un consultant ayant des compétences avérées en matière d'hydraulique de réseau de distribution d'eau ainsi qu'en réduction des pertes en eau. Par conséquent, le procédé Conception-Appel d'Offres-Construction sera appliqué à ces packages.

Les travaux de construction sont des travaux conventionnels pour la construction d'ouvrages d'approvisionnement en eau consistant à l'installation de conduites de distributions, de branchements et d'accessoires connexes tels que les vannes et les compteurs d'eau. Il existe plusieurs entrepreneurs sénégalais expérimentés capables de mettre en œuvre ces ouvrages conventionnels. Ainsi, un Appel d'Offres National (AON) s'avérera applicable à ces packages. Cependant, l'Appel d'Offres International sera aussi applicable à ces packages étant donné que toutes les procédures d'appel d'offres pour les travaux de construction de la SONES ont été essentiellement ouvertes aux entreprises internationales.

(3) Package de Contrat Proposé

En conclusion de cette Sous-section, le plan de package de contrat du Projet est proposé comme présenté dans le Tableau 9.3.2. Il est convenu de noter que les travaux d'amélioration du réseau de distribution existant sont regroupés en trois packages de contrat. L'installation des nouvelles conduites principales de distribution constitue le PC-2. Les travaux de renouvellement des conduites dans la zone de desserte de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles constitueront le PC-3 et le PC-4 les travaux de renouvellement des conduites des autres secteurs de la Zone de Dakar 1.

Tableau 9.3.2 Package de Contrat Proposé pour le Projet

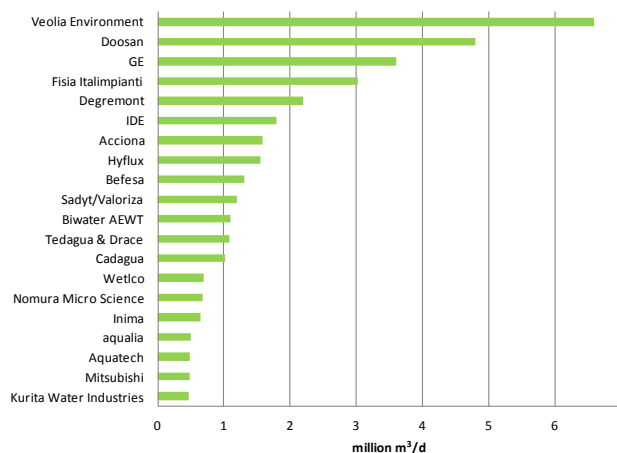
<p>Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.</p>
--

9.3.2 Éventuels Entrepreneurs et Fournisseurs d'Équipements

Les conditions d'approvisionnement des ressources de construction du Projet sont décrites ci-dessous:

(1) Entrepreneur EPC pour le package de dessalement d'eau de mer

Il existe plusieurs entrepreneurs EPC en installation de dessalement d'eau de mer à travers le monde. La Figure 9.3.1 présente les 20 meilleurs entrepreneurs EPC en termes de capacité contractuelle 2000-2001.



Source: Desal Data.com

Figure 9.3.1 Top 20 des Entrepreneurs EPC en Usine de Dessalement d'Eau de Mer et leurs Capacités Contractuelles en 2000-2001

Il existe plusieurs entrepreneurs AIGC spécialisés en installation de dessalement d'eau de mer à travers le monde. La Figure 793.1 montre les 20 meilleurs entrepreneurs AIGC en termes de capacité contractuelle 2000-2001.

Concernant le Japon, seul la firme Mitsubishi Heavy Industry se trouve dans la liste. Cependant, Hitachi s'est vue attribuée un projet à grande envergure en Iraq en 2013. En outre, quelques autres firmes japonaises, dont l'une est Sojitz Corporation développent un projet de type Construction-Possession-Exploitation au Ghana depuis 2012 avec une compagnie d'ingénierie espagnole dénommée Abengo Water sont actives dans le marché du dessalement de l'eau de mer.

(2) Entrepreneurs EPC pouvant effectuer les travaux d'E&M d'usine de dessalement

Comme expliqué dans le Chapitre 7, la SONES pourra confier à l'entrepreneur EPC l'E&M de l'usine de dessalement dans le cadre d'un contrat Conception-Construction-Exploitation. Ce type de contrat n'est pas rare et la plupart des entrepreneurs dans la Figure 9.3.1 peuvent soumissionner pour le Projet même dans ce genre de cas. Les firmes japonaises spécialisées dans l'E&M d'usines de dessalement d'eau de mer sont présentement très limitées mais elles seront en mesure de participer à l'appel d'offres avec des partenaires étrangers experts dans ce domaine.

(3) Fabricants des principaux équipements pour installations de dessalement de l'eau de mer

Les fabricants des principaux équipements pour installations d'usine de dessalement d'eau de mer sont énumérés dans le Tableau 9.3.3. Dow Chemical et les trois entreprises japonaises, qui sont Nitto Denko, Toray Industries et Toyobo dominant presque le marché de membrane d'osmose inverse. Ces quatre compagnies ont une grande possibilité de fourniture de membrane d'osmose inverse au Projet. Quant à la pompe de haute pression pour OI, Torishima Pump Manufacturing capitalise une part importante dans le marché, particulièrement dans le Moyen-Orient et sera l'un des fournisseurs possibles de pompes dans le cadre du Projet. En ce qui concerne le système de récupération d'énergie,

plusieurs entreprises japonaises sont en mesure de fabriquer ce dispositif, cependant elles ne comptabilisent pas présentement un nombre important de bilans antérieurs de livraison d'usine de dessalement par OI à moyenne ou grande échelle.

Tableau 9.3.3 Fabricants des Principaux Équipements de Dessalement de l'Eau de Mer

Équipement	Fabricant	Pays
Membrane d'OI	Toray Corporation	Japon
	Nitto Denko Corporation	Japon
	Toyobo Corporation	Japon
	The DOW Chemical Corporation	USA
Pompe à Haute Pression pour filtration d'OI	Torishima Pump Mfg. Corporation	Japon
	DMW Corporation	Japon
	Ebara Corporation	Japon
	Kubota Corporation	Japon
	Grundfos Corporation	Danemark
	Danfoss Group	Danemark
	Flowserve Corporation	États Unis
Système de Récupération d'Énergie	Torishima Pump Mfg. Corporation	Japon
	DMW Corporation	Japon
	Ebara Corporation	Japon
	Kubota Corporation	Japon
	TOSC Corporation	Japon
	Flowserve Corporation	États-Unis
	Energy Recovery	États Unis

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(4) Entrepreneurs en génie civil maritime

Les travaux de construction des ouvrages de prise d'eau de mer et émissaires de rejet de saumures nécessitent des travaux de génie civil maritime. Il existe plusieurs entreprises de génie civil maritime qui ont des expériences de travaux marins au Sénégal, tels que les entrepreneurs ont travaillé dans des projets de construction ou de réhabilitation du Port de Dakar comme indiqué dans le Tableau 9.3.4. L'Entrepreneur en génie civil maritime travaillera sous la supervision du principal entrepreneur du package en charge du package de l'usine dessalement d'eau de mer comme un partenaire en coentreprise ou comme sous-traitant.

Tableau 9.3.4 Entrepreneurs en Génie Civil Maritime ayant une expérience au Sénégal

Nom	Pays
Eiffage Sénégal	Sénégal
SOMAGEC	Maroc
Atlantic dredging Group	Maroc
Draport dredging Group	Maroc
Jan De Nul dredging Group	Pays-Bas
Vant Oord dredging Group	Pays-Bas
Boskalis dredging Group	Pays-Bas

Source: Port Autonome de Dakar

(5) Entrepreneurs pour le package des travaux d'amélioration du réseau de distribution existant

Les entrepreneurs Sénégalais qui ont effectué le plus de travaux de construction pour le compte de la SONES ou de la SDE sont des candidats potentiels pour ce package. Le Tableau 9.3.5 présente les

principaux entrepreneurs sénégalais qui ont effectué des travaux de construction pour des projets d'approvisionnement en eau lancés par la SONES.

Tableau 9.3.5 Entrepreneurs Locaux Spécialisés dans les Projets d'Approvisionnement en Eau au Sénégal

Company Name	Works			Address
	GC	H/A	E	
Consortium d'Entreprise (CDE)				Avenue Félix Eboué, boulevard Maritime Bel-Air - BP : 2384 Dakar Sénégal
Sénégalaise de Voirie et de Travaux Publics (SVTP-GC)				km 8, Boulevard du Centenaire de la Commune de Dakar - BP : 10449 Dakar Sénégal
Compagnie Sahélienne d'Entreprise (CSE)				Rocade Fann Bel-Air - BP : 609 Dakar
China Geo Engineering Corporation (CGC Sénégal)				Villa B1, rue Ngor 217 - BP : 48 188 Dakar-Sénégal
Henan Chine Sénégal				km 22, route de Rufisque - BP : 8109 Dakar Yoff Sénégal
EIFFAGE Sénégal				Avenue Félix Eboué x Route des Brasseries - BP : 737 Dakar
SAHE Sarl				km 12, Route de Rufisque - BP : 20178 Thiaroye
SADE Sénégal				8, Route des Pères Maristes - BP : 3397 Dakar
Les Spécialistes de l'Energie (LSE)				km 6.5, Boulevard du Centenaire de la Commune de Dakar - BP : 968 Dakar Sénégal
STEREAU Sénégal				29, Avenue Pasteur - BP : 6531 11524 Dakar
Constructions Electriques Africaines (COSELEC "A")				Zone Industrielle Sud Rocade Fann Bel-Air - BP : 981 Dakar Sénégal

Note: GC: General Civil Works, H/A: Water Supply and Sanitation, E: Electrical Work

Source: SONES, compilées par l'Équipe d'Étude de la JICA

(6) Fournisseur de matériaux / équipements de construction

Essentiellement, les matériaux de construction pour les travaux de génie civil peuvent être achetés sur le marché local Sénégalais. Les principaux pays d'origine des machines, matériaux et équipement de construction nécessaires au projet sont présentés dans le Tableau 9.3.6. La plupart des matériaux sont fabriqués au Sénégal, cependant les conduites en fonte ductile, les conduites en acier, vannes, pompes et machines de construction sont les matériaux importés.

Tableau 9.3.6 Pays de Provenance des Matériaux / Équipements / Machines de Construction

Description	Pays de provenance
Matériaux de Génie de Civil et Travaux de construction	
Sable, Gravier, Pierre,	Sénégal
Ciment,	Sénégal
Barre pour béton armé	Sénégal
Matériel/Equipment pour Approvisionnement en Eau	
Conduites (Fonte Ductile)	Europe, Afrique du Sud, Chine, Inde
Conduites (Acier)	Europe, Chine, Inde
Conduites (Acier Galvanisé)	Sénégal
Conduites (PVC)	Sénégal
Conduites (PEHD)	Sénégal, Europe
Vannes	Europe, Chine, Inde
Pompes et accessoires	Europe
Machine de construction	Europe, Chine

Source: Sénégalaise de Voirie et de Travaux Publics (SVTP-GC) Sénégalaise de Voirie et de Travaux Publics (SVTP-GC)

9.3.3 Procédure de Passation de Marchés pour les Entrepreneurs

(1) Procédure et calendrier pour la sélection

Les passations de marchés pour les entrepreneurs seront réalisées suivant les « Lignes Directrices de Prêt de l'APD Japonaise en matière de Passation de Marchés » de la JICA (ci-après « Lignes Directrices de la JICA en matière de Passation des Marchés ») publiées en Avril 2012. Les procédures de passation des marchés ainsi que les périodes requises sont présentées dans la Section 9.4.

(2) Proposition de méthode de sélection de l'Entrepreneur EPC

L'entrepreneur EPC sera sélectionné dans le cadre d'un appel d'offres dans lequel les offres techniques et financières des soumissionnaires seront évaluées. L'Équipe d'Étude de la JICA propose que l'évaluation financière soit celle finale des coûts de construction et des travaux de l'E&M. Cette méthode de sélection participera à motiver les soumissionnaires à concevoir l'usine de dessalement avec le meilleur équilibre dans les coûts de construction et des travaux de l'E&M ce qui sera avantageux pour la SONES et atténuera l'impact du Projet sur le taux de l'eau.

Les critères d'évaluation de la sélection qui comprendront l'échéance pour calculer le coût de l'E&M et les conditions des estimations du coût seront proposés par le consultant pour fournir l'assistance dans l'appel d'offres du Projet. Le délai possible pour le calcul du coût de l'E&M dans l'appel d'offres sera de 8 ans, ce qui représente la durée du contrat de Conception-Construction-Exploitation proposée dans la Section 7.2.4, ou encore les 15 à 20 ans représentant la durée de vie normale de l'ensemble des équipements mécaniques et électriques.

9.4 Calendrier de Mise en Œuvre

9.4.1 Calendrier Global du Projet

Le calendrier de mise œuvre du Projet est présenté dans le Tableau 9.4.1. Les procédures du Projet seront expliquées en détail dans la Section 9.4.1.

Tableau 9.4.1 Procédures de la Mise en œuvre du Projet et les Périodes Nécessaires

Processus	Durée (mois)	Période/Calendrier
1) Etude Préparatoire	10	Décembre 2014 - Octobre 2015
2) Mise à disposition du Financement	-	D'ici Mars 2016
Requête d'assistance financière du Gouvernement du Sénégal	-	Juin 2015
3) Préparation des Travaux par le Gouvernement du Sénégal pour le Projet	-	-
Acquisition de terrains	-	D'ici Mars 2016
Etudes d'Impact Environnemental et Conditions naturelles du Projet	13	Septembre 2015 - Octobre 2016
Délivrance du Certificat de Conformité Environnementale (CCE) par la DEEC	-	D'ici Mars 2016
4) Mise à disposition de Consultant	12	Février 2016 - Janvier 2017
5) PC-1 : Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer (Conception-Construction)	47	Février 2017 - Décembre 2020
Design conceptuel	5	Mars 2017 - Juin 2017
Pré-qualifications et préparation des documents d'appel d'offres	5	Mars 2017 - Juillet 2017
Pré-qualification	3	Juin 2017 - Août 2018
Appel d'Offres et négociations	11	Septembre 2017 – Juillet 2018
Conception détaillée	9	Août 2018 - Avril 2019
Construction	22	Décembre 2018 - Septembre 2020
Mise en service	3	Octobre 2020 - Décembre 2020
6) PC-2 à 4: Travaux d'amélioration du réseau de distribution existant (Conception-Appel d'offres-Construction)	47	Février 2017 - Décembre 2020
Conception Détaillée	12	Février 2017 - Janvier 2018
Pré-qualification et préparation des documents d'appel d'offres	6	Septembre 2017 - Février 2018
Pré-qualification	3	Décembre 2018 - Février 2018
Appel d'offres et Négociations	9	Mars 2018 - Novembre 2018
Construction et Livraison de l'usine	37	Décembre 2018 - Décembre 2020
7) Période de Garantie du Constructeur	24	Janvier 2021 - Décembre 2022
PC-1: Construction de l'usine de dessalement de l'eau de mer	24	Janvier 2021 – Décembre 2022
PC-2 au PC 4: Travaux d'amélioration du réseau de distribution existant	12	Janvier 2022 – Décembre 2022

Source: Équipe d'Étude de la JICA

9.4.2 Procédures de mise en œuvre du Projet

Les procédures de mise en œuvre du Projet sont indiquées ci-dessous:

(1) Etude Préparatoire (L'Étude)

L'Étude a démarré en décembre 2014 et sera achevée d'ici la fin du mois d'octobre 2015 avec la soumission du Rapport Final. Le Rapport Final a été préparé après réception et revue des commentaires sur le Projet de Rapport Final formulés par la JICA et les autorités compétentes sénégalaises et sur la base des résultats des discussions lors de la Mission d'Évaluation des Faits.

(2) Mise à disposition du Financement

Les conclusions et les résultats de l'Étude seront examinés et évalués par le GDJ en termes de validité en tant que Projet de prêt en Yens. Le processus d'examen et d'évaluation débutera avec la Mission d'Évaluation des Faits de la JICA, qui se chargera de collecter toutes les informations relatives à la validité globale du Projet comme Projet de prêt en Yens sur la base du PF/R en Aout 2015. Après la livraison du R/F, la Mission de la JICA tiendra des discussions finales avec le GDS et la SONES sur les validités techniques, financières, économiques, environnementales et sociales et sur les conditions du prêt en Yens au détail. Les résultats des discussions convenues au cours de la mission d'évaluation seront constatés à travers des discussions (PV/D) et doivent être signés par la JICA, le GOS et la SONES.

Sur la base des résultats de l'évaluation, le GDJ soumettra une lettre « d'engagement » au GDS pour notification de la fourniture du Prêt pour le Projet et les modalités de ce prêt. Par la suite, les deux Gouvernements procéderont aux discussions finales, après lesquelles s'en suivront l'échange de notes et les conclusions sur l'Accord de Prêt. Si toutes les discussions entre les deux Gouvernements se déroulent de manière harmonieuse, l'accord de prêt en yens sera signé d'ici Mars 2016.

(3) Travaux de Préparation du GOS et de la SONES dans le cadre du Projet.

Parallèlement à l'Étude et la mise à disposition du financement le Gouvernement du Sénégal et la SONES effectueront les travaux préparatoires nécessaires du Projet. Ces travaux comprennent l'acquisition de terrains, l'EIE et l'étude bathymétrique menées par la SONES, la délivrance du Certificat de Conformité Environnementale et tout autre arrangement interne au niveau du GDS.

Comme l'indique la Figure 9.4.1, l'EIE et la délivrance du Certificat de Conformité Environnementale sont les voies cruciales à l'accord de prêts escompté d'ici Mars 2016. Il est particulièrement requis que la SONES partage les « Notes Initiales » de l'Étude d'EIE avec la JICA d'ici fin Novembre. Ces « Notes Initiales » devront présenter qu'il n'existe pas de problèmes sérieux environnementaux et sociaux comme décrit dans la Section 6.7.1. La réunion de lancement entre la SONES et le Consultant a été tenue le 30 Septembre. Une mise en œuvre efficace de l'Étude d'EIE par la SONES est nécessaire pour permettre la livraison dans les délais du Projet. Un retard supplémentaire de l'Étude d'EIE pourrait être à l'origine d'un report de l'ensemble du processus de l'accord de prêt.

(4) Mise à disposition d'un Consultant

Le Cabinet de Consultants pour le Projet sera sélectionné par la SONES sur la base des Lignes Directrices de la JICA en matière de Passation de Marchés. La mise à disposition du Consultant pourra débuter après que le GDJ fasse part de son engagement à fournir le prêt en Yens au GDS, engagement par lequel les termes et conditions du prêt sont notifiés au GDS. La mise à disposition durera onze (11) mois à compter de l'émission de la Demande de Manifestation d'Intérêt jusqu'à l'achèvement de l'appel d'offres, qui sera suivie par une série de négociations et en dernière instance la signature des contrats. La Préparation de la Requête d'Approbation nécessite l'accord de la JICA avant sa livraison

aux cabinets de consultants présélectionnés. Les résultats de la sélection du Cabinet de Consultants de même que les contrats signés nécessitent également l'accord de la JICA respectivement. La durée de la période de revue des documents par la JICA sera d'une quinzaine de jours en principe pour chaque approbation.

- (5) Package de Contrat (PC)-1: Construction de l'usine de dessalement de l'eau de mer (Package de Conception-Construction)

L'entrepreneur du PC-1 sera sélectionné sur la base des Lignes Directrices de la JICA en matière de Passation de Marchés. Le Consultant sélectionné effectuera la conception et la préparation des documents de Pré-Qualification et d'Appel d'Offres. Ensuite le consultant assistera la SONES dans les procédures de pré-qualifications et de soumissions. Il est convenu de noter que l'approbation de la JICA est nécessaire pour respectivement: les documents des résultats d'évaluation des pré-qualifications, les documents d'appels d'offres, les résultats de l'évaluation des appels d'offres ainsi que les contrats signés. La durée de la période de revue des documents par la JICA sera d'une quinzaine de jours en principe pour chaque approbation.

L'entrepreneur procédera aux travaux de conception détaillée, de construction et de mise en service. Sur la base des pratiques d'usines de dessalement dans le monde, il est supposé que les travaux de conception détaillée, de construction et de mise en service se dérouleront sur une période totale de 29 mois. Le consultant supervisera le travail de l'entrepreneur jusqu'à l'achèvement de la mise en service.

Le contrat conclu avec l'Entrepreneur sera de type Conception-Construction-Exploitation incluant les travaux d'E&M. Cependant, les services d'ingénierie-conseils n'incluront pas la supervision durant la période de l'E&M but prendra fin à la fin de la période de garantie.

- (6) Contrat de Package (CP)-2 à 4: Travaux d'amélioration du réseau de distribution existant (Package de Conception-Appel d'offres-Construction)

Les entrepreneurs des PC-2 au PC-4 seront sélectionnés sur la base des Lignes Directrices de la JICA en matière de Passation de Marchés. Le consultant retenu réalisera la conception détaillée et la préparation des documents de Pré-Qualification et d'appel d'offres, et par la suite, assistera la SONES dans les procédures de pré-qualifications et d'appel d'offres. De la même manière que le CP-1, l'approbation de la JICA est nécessaire pour les documents des résultats d'évaluation and des contrats dans la procédure de passation de marchés.

L'entrepreneur procédera aux travaux de construction et de mise en service conformément à la conception détaillée réalisée par le consultant. Le consultant supervisera le travail de l'entrepreneur jusqu'à l'achèvement de la livraison de tous les ouvrages à la SONES.

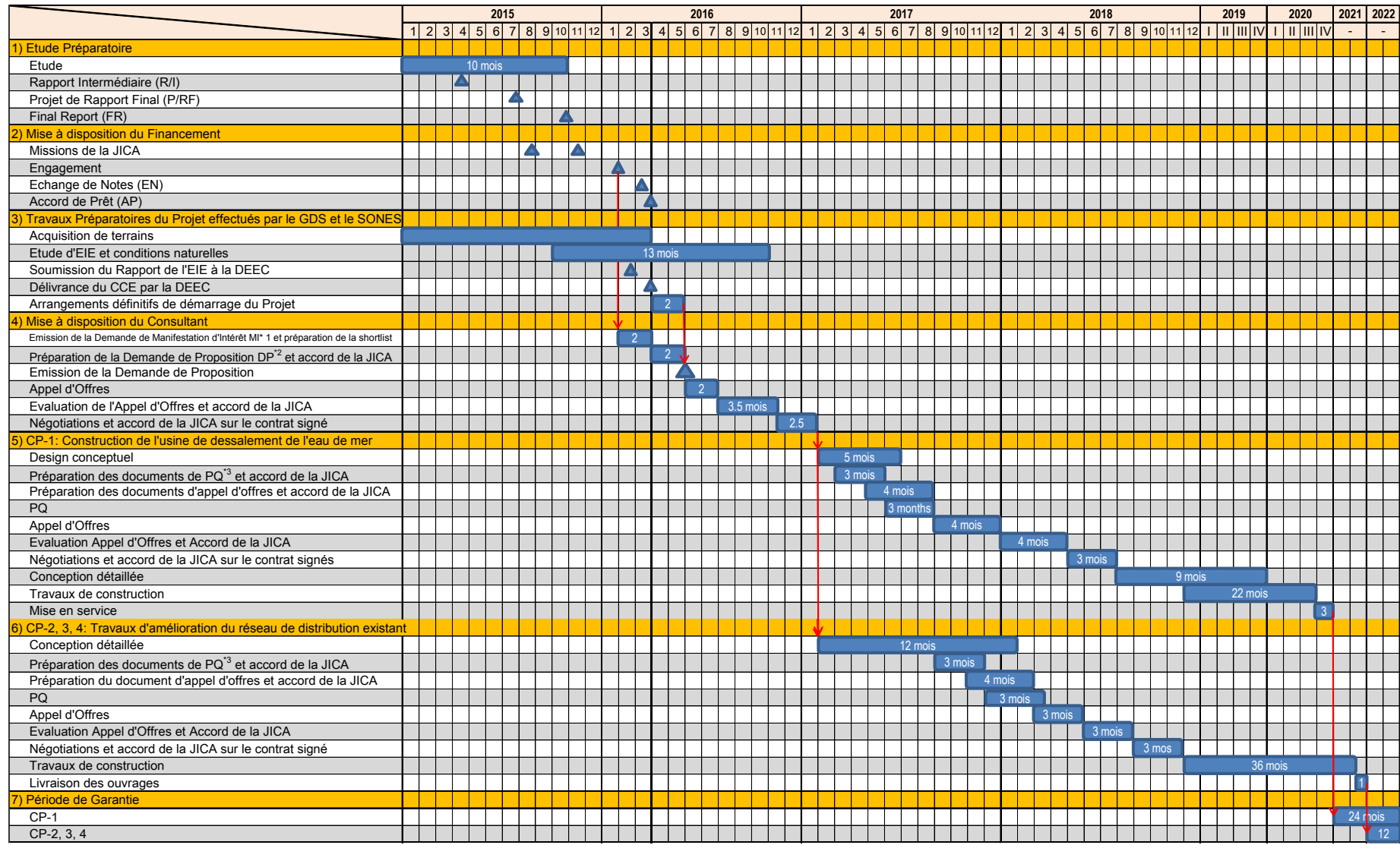
- (7) Période de garantie

La période de responsabilité du constructeur du Projet est supposée être de deux ans après l'achèvement des travaux et de la mise en service pour le PC-1 et une année après la livraison des

travaux pour les PC-2 au PC-4. Le consultant assistera la SONES dans les inspections des installations et les communications avec les entrepreneurs au cours de cette période.

Au Sénégal, la période de garantie/responsabilité minimale est d'un (1) an comme stipulé dans l'Article L16 du Code de Construction (Loi No. 2009-23). Dans le cadre du Projet, la période minimale sera appliquée aux PC-2 au PC-4, qui sont les travaux de construction classiques. D'autre part, la plus longue période de garantie/responsabilité sera appliquée au PC-1 étant donné que l'usine de dessalement de l'eau de mer par OI inclut des technologies de pointe et des équipements qui ne sont pas familiers dans le pays. Dans les projets antérieurs de la SONES, les projets de construction de KMS1 et 2, une période de deux ans de garantie/responsabilité a été appliquée.

Figure 9.4.1 Calendrier Global de Mise en Œuvre du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles



*1: Manifestation d'Intérêt
 *2: Demande de Proposition
 *3: Pré-Qualification

9.5 Structure de Mise en Œuvre du Projet

L'agence d'exécution du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles sera la SONES. Elle exécutera le Projet en utilisant les fonds gouvernementaux, ses propres fonds et le prêt en Yens de la JICA. L'emprunteur direct du prêt en Yens sera le GOS représenté par Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan (MEFP).

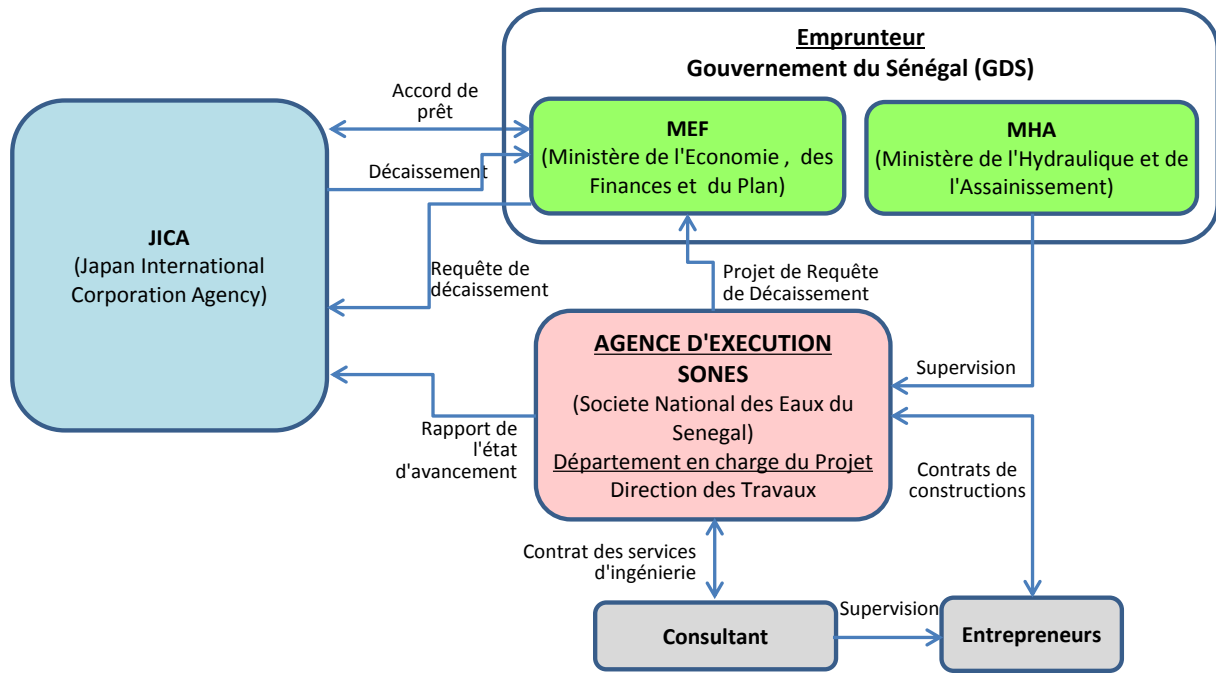
Durant la mise en œuvre du Projet, sur la base des documents élaborés par la SONES, le MEFP soumettra à la JICA le montant des dépenses de la portion admissible du prêt en Yens et recevra le remboursement. Le Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, ministère de tutelle de la SONES, est l'administrateur principal du secteur hydraulique au Sénégal. Il supervisera la mise en œuvre du Projet via la SONES conformément au Code de l'Eau et au Contrat de Concession entre le Ministère de l'hydraulique et la SONES.

La SONES, comme structure d'exécution, emploiera un consultant qui réalisera les conceptions et assistera à la sélection de l'entrepreneur. La SONES devra rendre compte de l'état d'avancement du Projet à la JICA et elle préparera aussi et enverra la demande de décaissement à la JICA par le biais du MEFP, emprunteur du prêt en Yens.

Au niveau de la SONES, le département de la Direction des Travaux sera en charge de la mise en œuvre du Projet. Pour exécuter le Projet de manière efficiente, dans de nombreux cas de projets de prêt en Yens, la structure d'exécution met en place une Unité de Gestion du Projet (ci-après désignée « UGP »), qui se consacre pour la mise en œuvre du Projet. Dans le cas de ce Projet, la Direction des Travaux de la SONES exécutera le Projet sans une telle unité spéciale, de la même manière qu'elle a eu à exécuter d'autres projet de grande envergure incluant les projets de construction de l'UTE de Nguith (115 Milliards de F CFA) et l'UTE de KMS (70 Milliards de F CFA) de même que le PEPAM (41 Milliards de F CFA), financés par plusieurs bailleurs de fonds internationaux et bilatéraux.

Concernant le Projet de KMS3, il existe un plan au niveau de la SONES dans lequel une unité spéciale du projet sera organisée pour le Projet. Selon la SONES, cette disposition est un cas spécial en raison de la vaste zone cible et de la portée du Projet de KMS3.

La structure de mise en œuvre du Projet décrite ci-dessus est illustrée dans la Figure 9.5.1.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 9.5.1 Mise en œuvre de la Structure du Projet

9.6 Proposition sur les Termes de Référence des Services d'Ingénierie-Conseils

(1) Généralités

Les Termes de Référence («TDR») des Services d'Ingénierie-Conseils représenteront une importante partie du document d'appels d'offres pour la mise à disposition d'un Consultant pour le Projet, généralement désigné sous le nom de Demande de Proposition (« DP »). Les TDR décrivent 1) le Contexte, 2) les Objectifs des Services d'Ingénierie-Conseils 3) la Portée des Services d'Ingénierie-Conseils, 4) le Calendrier prévu, 5) le Personnel, la Soumission de Rapports et 6) l'Engagement du Maître d'Ouvrage. Les TDR proposés sont joints dans l'Annexe 9 et les grandes lignes des TDR sont décrites ci-dessous:

(2) Portée du Consultant

La portée du Consultant inclut les désignations suivantes:

- a) La conception du Package de Construction (PC)-1 ;
- b) La conception détaillée du PC-2 au PC-4 ;
- c) L'assistance dans les appels d'offres ;
- d) La supervision de la Construction y compris l'assistance durant la période de garantie/responsabilité de l'entrepreneur;
- e) La facilitation de la Mise en Œuvre du Plan de Gestion Environnementale (« PGE ») et du Plan de Suivi Environnemental (« PSE ») ;

(3) Calendrier prévu

La période nécessaire des services de consultance est de 71 mois pour la couverture de tous les travaux de la phase de conception à celle de supervision de la construction incluant deux ans de période de garantie. Le calendrier prévu des Services de Consultance est de Février 2017 à Fin 2022.

(4) Personnel

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

(5) Coût estimatif des Services d'Ingénierie-Conseils

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

CHAPITRE 10 ANALYSE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

Dans ce Chapitre, la viabilité du Projet est évaluée du point de vue des aspects financiers et économiques. Tout d'abord, l'analyse financière est réalisée en se focalisant sur les prévisions des recettes fiscales supplémentaires ainsi que le coût généré par la mise en œuvre du Projet. Deuxièmement, l'analyse économique est réalisée en estimant le coût et en quantifiant les avantages économiques sur la société découlant de la mise en œuvre du Projet. Enfin, la mise en place de la future grille tarifaire de l'eau est analysée sur la base de l'examen de l'étude tarifaire réalisée par le PEPAM et de l'analyse de l'Équipe d'Étude de la JICA.

10.1 Hypothèses

10.1.1 Hypothèse de base

Les hypothèses suivantes sont utilisées à la fois pour l'analyse financière et l'analyse économique.

(1) Taux de Change

1 Dollar = 120,2 Yens = 588,9 FCFA, 1 FCFA = 0,204 Yens (En Octobre 2015)

(2) Période d'Évaluation

La période d'évaluation est fixée à 30 ans y compris une durée de 6 ans des périodes des services d'ingénierie-conseils et de construction.

(3) Durée de vie

La durée de vie de l'usine est estimée à 50 ans et celle des équipements mécaniques et électriques est fixée à 20 ans. Dans ce contexte, la durée de la vie représente la période d'utilisation effective des installations et des équipements dans le cadre du Projet. La durée de la période peut être différente de la période d'amortissement pour des besoins de comptabilité.

(4) Inflation

L'influence de l'inflation n'est pas prise en considération dans le calcul du coût et du revenu.

(5) Composantes du Projet

Le Projet comporte deux catégories majeures de travaux de construction qui sont: « la construction de l'usine de dessalement » et les « travaux d'amélioration du réseau de distribution existant ». Ces deux packages sont eux même composés de neuf composantes détaillées. Pour les besoins des analyses financières et économiques, ces composantes sont regroupées en deux catégories qui sont « (i) portion de production d'eau » et « (ii) portion de récupération d'eau » étant donné que ces portions entraînent différents impacts financiers et économiques sur la société.

Tableau 10.1.1 Regroupement des Composantes du Projet pour l'Analyse Financière et Économique

Groupe d'Analyses	Package/Composante	
(i) Portion de production d'eau	Package A: Construction de l'usine de dessalement de l'eau de mer	1a. Ouvrages de prise d'eau de mer et de rejet de saumures A-2 station de pompage de transmission d'eau de mer
		1b. Conduites de transmission d'eau de mer et de rejet de saumures
		1c. Usine de dessalement d'eau de mer
		1.d Station de pompage de transmission de l'eau traitée
		1.f Conduite de transmission de l'eau traitée
		1.g Aménagement des terrains pour l'usine de dessalement et de la station de pompage
(ii) Portion de récupération d'eau	Package B: travaux d'amélioration du réseau de distribution existant	2.a Installation des principales conduites de distribution
		2.b Renouvellement des conduites de distributions existantes (dans la zone de distribution des installations de l'usine)
		2c. Renouvellement des conduites de distributions existantes (dans les autres secteurs de la Zone de Dakar 1)

Source: Équipe d'Étude de la JICA

10.1.2 Cas de Figure Avec ou Sans Projet

Pour les besoins de l'analyse, les impacts induits par le Projet doivent être comparés sous des cas de figure « Avec » ou « Sans Projet » au niveau de la zone du Projet. Les hypothèses de base présentées dans les deux cas sont résumées dans le Tableau 10.1.2.

Tableau 10.1.2 Cas de Figure Avec ou Sans Projet

Cas de Figure	Situations
Avec -Projet	(I) Portion production d'eau <ul style="list-style-type: none"> - L'Usine de Dessalement des Mamelles, d'une capacité de 50 000 m³ / jour, sera mise en service à partir de 2021 - Quantité d'eau transférée de la station de pompage du Point B est remplacée par l'eau traitée produite au niveau de l'usine - La quantité d'eau stockée au point B servira à desservir les zones environnantes, où la demande en eau n'a pas été satisfaite.
	(ii) Portion récupération d'eau <ul style="list-style-type: none"> - Le Ratio d'ENF s'empirera de 1% après 2015 et connaîtra une amélioration de 20% en 2021. Ensuite, le taux enregistrera une stabilité. - La quantité d'eau récupérée sera vendue (commercialisée) dans les zones où la demande en eau n'est pas actuellement satisfaite. Lorsque la capacité de production arrive à dépasser les besoins en eau, la quantité économisée représentera la réduction de la quantité d'eau produite, en lieu et place de l'eau commercialisable dans les zones environnantes. - Le coût annuel de l'E&M du réseau de conduites dans la zone d'étude sera réduite de 0,5% du coût d'investissement du projet.
Sans-Projet	<ul style="list-style-type: none"> - La quantité d'eau produite restera identique à celle de l'état actuel à l'exception de la production estimée de l'Usine de Dessalement des Mamelles - Le ratio d'ENF au niveau de la zone de distribution du réservoir des Mamelles connaîtra une hausse progressive de 1% à partir du taux en 2014 fixé à 26,9% jusqu'à atteindre 40%.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

10.1.3 Estimation de la Quantité d'Eau Produite et de la Quantité d'Eau Récupérée

Les estimations de la quantité d'eau produite au niveau de l'usine de dessalement (portion production d'eau) et de la quantité d'eau récupérée (portion récupération d'eau) sont présentées séparément dans cette Sous-section.

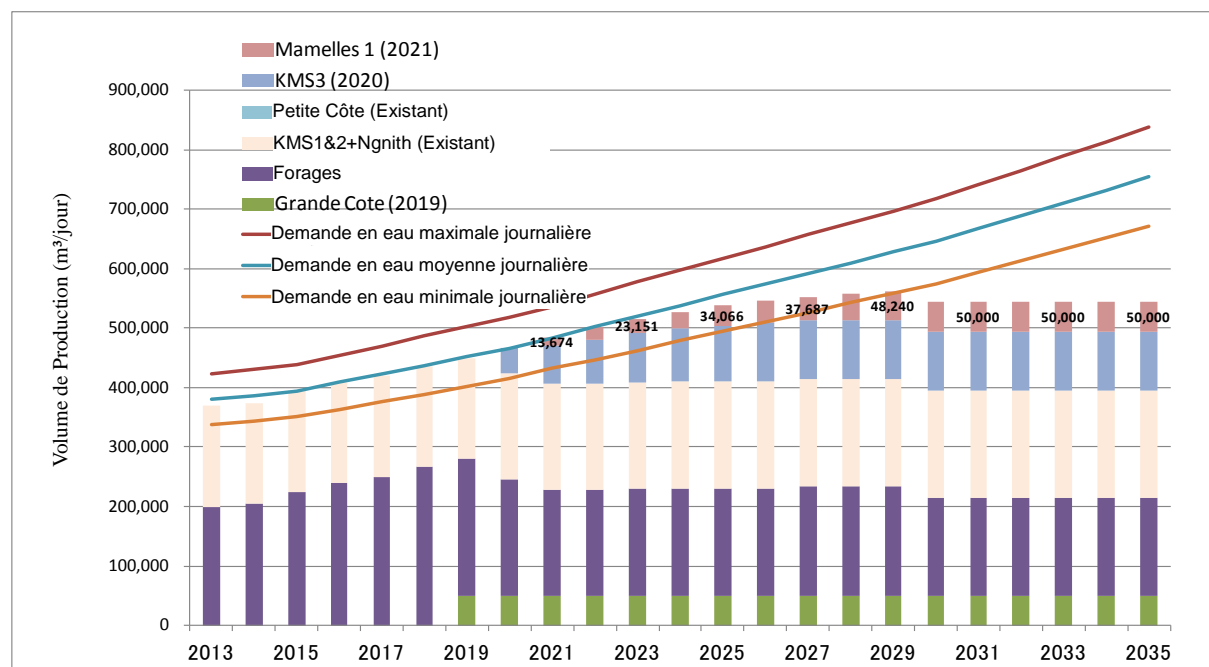
(1) Quantité d'eau produite au niveau de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles

La quantité d'eau produite au niveau de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles est supposée comme présentée dans le Tableau 10.1.3 et sur la Figure 10.1.1 relatifs aux analyses économiques et financières. Les prévisions ont été réalisées sur la base de méthodes et d'hypothèses similaires présentées dans la Section 4.3.3, dans lesquelles les conditions d'exploitation de l'usine de dessalement ont fait l'objet de prévisions, qui ne prenaient cependant pas en compte les futurs travaux d'extension de KMS3 et de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles. Étant donné que les calendriers des deux travaux d'extension n'ont pas encore été fixés par la SONES, l'Équipe d'Étude de la JICA a jugé nécessaire de ne pas inclure les travaux d'extensions dans ses hypothèses d'analyses financières et économiques du fait de l'incertitude de leurs réalisations.

Tableau 10.1.3 Prévisions de la Quantité d'Eau Produite par l'Usine de Dessalement

Année	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030-46
Quantité de production (m ³ /jour)	13 674	20 966	23 151	27 907	34 066	36 849	37 687	42 951	48 240	50 000

Source: Équipe d'Étude de la JICA



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 10.1.1 Prévisions de Production d'Eau en Fonction des Ressources dans le Cas de Figure où les Travaux d'Extension de KMS3 et de l'Usine de Dessalement ne sont pas Réalisés

(2) Quantité d'eau récupérée après mise en œuvre de la portion récupération d'eau

La quantité d'eau récupérée après mise en œuvre de la portion récupération d'eau est estimée en admettant une hausse du ratio d'ENF et des besoins en eau au niveau de la zone devant être desservie par l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles dans le cas de figure Avec ou Sans Projet, comme indiqué dans le Tableau 10.1.4 ainsi que sur la Figure 10.1.2. La différence entre les ratios d'ENF calculés dans les deux cas est considérée comme la quantité d'eau récupérée dans le cadre de la portion récupération d'eau.

Les besoins en eau au niveau de la zone desservie par l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles sont supposés connaître une hausse par rapport à la croissance de la population de 2,53% par an à partir de 2015 à 2025, ainsi que d'une hausse de 2,02% après 2026.

Si le projet n'est pas mis en œuvre (cas de figure Sans- Projet), le ratio d'ENF (26,9% en 2014) observera une hausse de 1% par an et passera à 31,9 % en 2019 avant d'atteindre 39,9% en 2027. Étant donné que les pertes commerciales ne s'appliquent pas sur une grande partie du ratio d'ENF à Dakar, une valeur de 40% est supposée représenter le ratio d'ENF maximum dans le cadre de cette Étude.

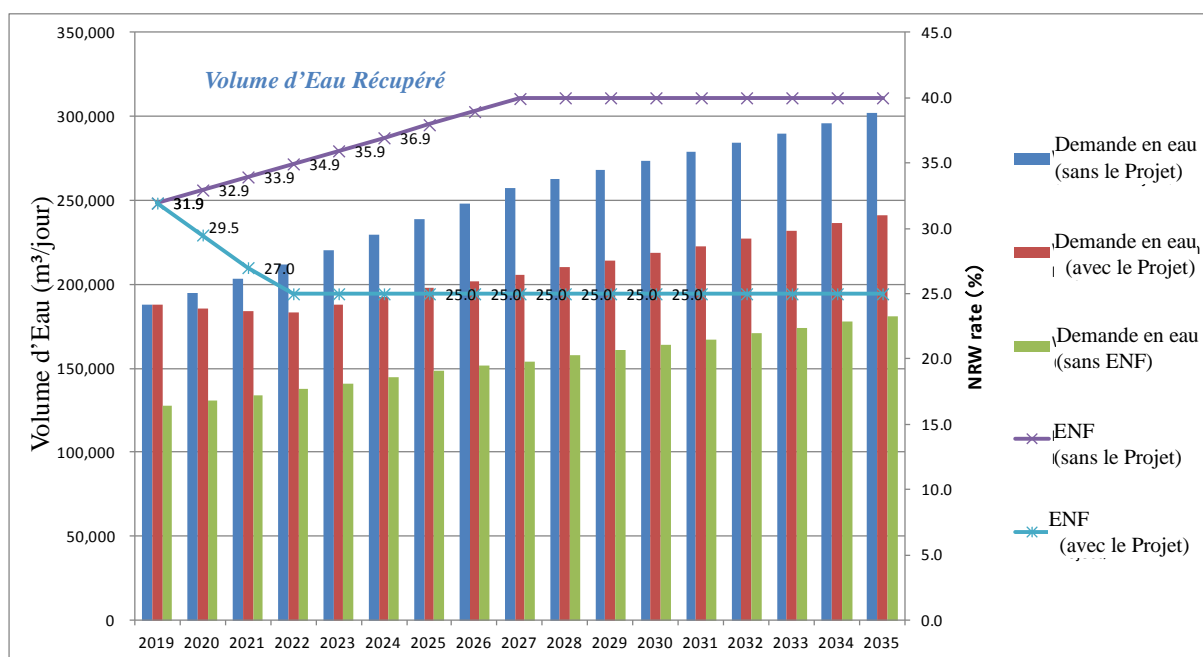
Dans le cas de figure Avec-Projet, le ratio d'ENF serait amélioré de 20% de 2020 à 2022 à partir ratio d'ENF de 31,9% supposé en 2019. Après la mise en œuvre du Projet, le ratio d'ENF sera maintenu à un taux de 20%.

Tableau 10.1.4 Ratio d'ENF supposé et Quantité d'Eau Récupérée dans le Cadre du Projet

(Unité: millions FCFA)

Designation		Unité	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2043
Besoins en Eau excluant le ratio d'ENF		m ³ /jour	112 646	115 496	130 865	148 278	163 872	181 105	195 101	204 013
Avec	Ratio d'ENF	%	27,9	27,5	20	20	20	20	20	25
	Quantité d'ENF	m ³ /jour	44 782	64 281	90 649	109 248	120 737	130 068	136 009	22 922
Sans	Ratio d'ENF	m ³ /jour	27,9	32,9	37,9	40	40	40	40	40
	Quantité d'ENF	m ³ /jour	44 782	49 564	37 070	40 968	45 276	48 775	51 003	45 843
Quantité d'eau récupérée		m ³ /jour		0	4 929	22 294	68 280	75 460	81 292	85 006

Source: Équipe d'Étude de la JICA



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 10.1.2 Quantité d'ENF Supposée et Quantité d'Eau Récupérée dans le Cadre du Projet

Pour les besoins d'analyse d'impact financier, l'eau récupérée est classée en a) « Quantité d'eau commercialisable » et b) « Quantité pour la réduction des coûts » compte tenu de leurs différentes influences sur le flux de trésorerie.

Selon le « Scénario des Besoins en eau A » expliqué dans la Section 4.3.3, la quantité d'eau récupérée est attribuée aux deux catégories, comme indiqué dans le Tableau 10.1.5. Au début de la période partant de 2020 à 2024, les besoins en eau dans toute la région de Dakar sont inférieurs à la quantité d'eau produite. Dans ce cas, l'eau récupérée ne sera pas commercialisée et l'impact économique et financier induit par cette quantité d'eau récupérée sera la réduction de la production d'eau et des coûts de distribution. Après 2024, la capacité totale de production ne pourra pas satisfaire les besoins croissants en eau. Ainsi, ce Gap sera comblé par la quantité d'eau récupérée. Dans cette situation, l'eau récupérée sera commercialisée et la quantité additionnelle vendue pourra générer des revenus supplémentaires au prestataire de services.

Tableau 10.1.5 Estimation de la Quantité Commercialisable et de la Quantité pour la Réduction des Coûts

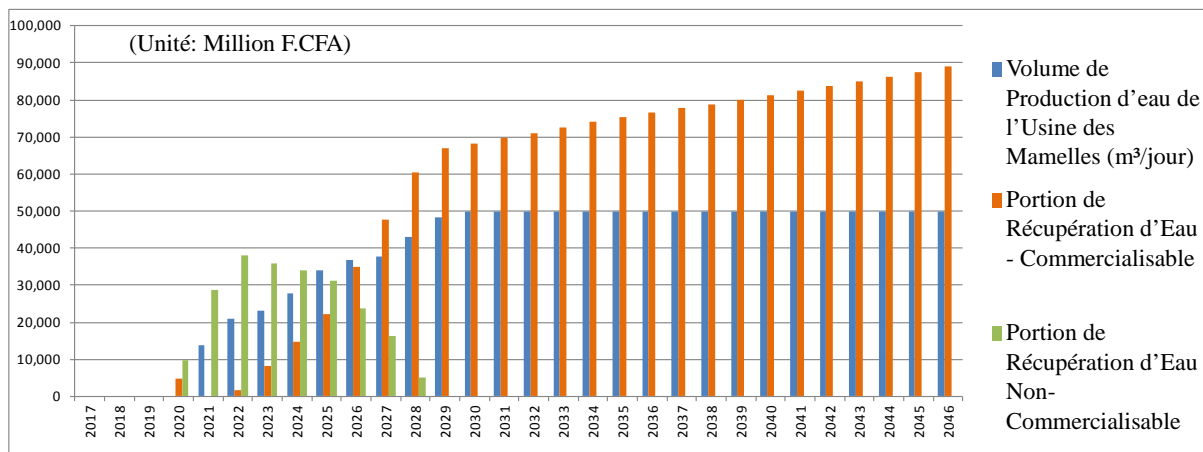
	Unité	2020	2021	2023	2025	2027	2029
Quantité d'eau totale récupéré	m³/jour	14 717	28 858	43 872	53 579	64 047	66 928
a) Quantité commercialisable	m³/jour	9 788	28 858	8 100	22 294	47 678	66 928
b) Quantité pour réduction des coûts	m³/jour	4 929	0	35 772	31 285	16 369	0

Note: Dans cette hypothèse, les extensions de KMS3 (2ème Phase) et de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer des Mamelles (2ème Phase) ne sont pas prises en considération.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(3) Résumé de la quantité d'eau produite et de la quantité d'eau récupérée

Sur la base des hypothèses présentées ci-dessus « la quantité d'eau produite par l'usine de dessalement » comprenant a) « la quantité commercialisable » et b) « la quantité pour la réduction des coûts » au cours de la période d'évaluation, sont établies comme présenté dans l'Annexe 10-1 ainsi que sur la Figure 10.1.3.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 10.1.3 Quantité d'Eau Produite Estimée et Quantité d'Eau Récupérée pour les Besoins des Analyse Économiques et Financières

10.2 Analyse Financière

Dans ce sous-chapitre, l'analyse financière est réalisée afin d'évaluer la viabilité financière du projet.

Les recettes supplémentaires et le coût induit par la mise en œuvre du projet sont estimés sur la base de la conception de l'installation et des données de construction antérieurs. Ensuite, la méthode d'analyse des flux de trésorerie actualisés est appliquée pour convertir la valeur financière future en valeur actuelle. En conséquence, le Taux de Rentabilité Interne Financière (TRIF), le ratio Coûts Bénéfice (RC/B) et la Valeur Actualisée Nette (VAN) sont calculés comme indicateurs de faisabilité financière du Projet.

10.2.1 Aperçu de l'Analyse Financière

- (1) Éléments de Revenus et Coûts financiers pris en compte dans l'analyse

Tableau 10.2.1 Éléments de Revenus et Coûts financiers pris en compte dans l'Analyse

Revenus financiers	Coûts financiers
- Revenus supplémentaires provenant du de la portion production d'eau	- Coût de construction initial
- Revenus supplémentaires provenant portion récupération d'eau	- Coût d'E&M supplémentaires
	- Coût de remplacement futur pour les équipements de l'usine
	- Valeur résiduelle à la fin de la période d'évaluation
	- Réduction des coûts de maintenance du réseau des conduites
	- Réduction du coût de production de l'eau provenant de la portion récupération de l'eau

Source: Équipe d'Étude de la JICA

- (2) Coût Moyen Pondéré du Capital (CMPC)

Le CMPC est utilisé comme taux d'actualisation pour l'analyse financière. Le CMPC est calculé en tant que moyenne pondérée des coûts de capitaux par les montants provenant des sources financières respectives telles que le prêt de l'APD du Japon et les fonds propres de la SONES.

Le calcul de la CMPC du Projet est présenté dans le Tableau 10.2.2. Le calcul suppose que toutes les portions admissibles seront couvertes par le prêt de l'APD du Japon. En outre, le calcul suppose que la totalité du montant du prêt de l'APD sera rétrocédé à la SONES par le Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan (MEFP) sans ajout de taux majoré sur le taux d'intérêt de base fixé à 0,7% de la JICA au Gouvernement du Sénégal (GDS). Le coût du capital des fonds propres de la SONES est supposé à 0,0% étant donné que la structure est une entité publique. Comme résultat du calcul, le CMPC est de 0,64%.

Tableau 10.2.2 Source de Financement et CMPC

	Pourcentage*	Source de Financement	Coût du capital
Portion Eligible du Prêt de l'APD	92%	Prêt de l'APD	0,7%**
Autofinancement par la SONES	8%	Autofinancement	0,0%
Total	100%		0,64% (CMPC)

* La part de chaque composante est estimé sur la base de l'estimation du coût de la portion admissible et celle non admissible du prêt de l'APD du Japon.

** Les conditions de rétrocession du prêt entre le MEFP et SONES n'ont pas été fixées.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

10.2.2 Revenus Supplémentaires Induits par le Projet

- (1) Revenus supplémentaires provenant de la portion de production d'eau

Après la mise en service de l'Usine de Dessalement, l'eau actuellement pompée à partir de la station de pompage du Point B jusqu'aux réservoirs des Mamelles sera remplacée par l'eau produite à partir de l'Usine de Dessalement. L'eau stockée au niveau de la station de pompage du Point B pourra être distribuée dans les zones environnantes afin de satisfaire la demande croissante. Les revenus supplémentaires générés par l'Usine de Dessalement sont calculés comme suit;

$$\text{Recettes supplémentaires} = \text{VP} \times \text{TCR} \times \text{TTM}$$

Tableau 10.2.3 Schémas Utilisés pour le Calcul des Revenus Supplémentaires (portion de production d'eau)

Paramètres utilisés dans les Calculs	Source des données, hypothèse
QP: Quantité Produite	- Figures et Tableau 10.1.3, (Annexe 10-1)
TCR: Taux de Collection de Revenus	- 0,773, valeur moyenne de tout le système d'approvisionnement en eau des UTE de KMS et Ngnith et des forages en 2014 (« Taux du Revenu de l'eau 0,789 » x « Taux de Recouvrement » 0,98 = « Taux de Recouvrement des Revenus » 0,773
TTM: Taux Tarifaire Moyen	- 512 97 FCFA/m ³ , taux moyen excluant la charge de l'assainissement et de la taxe, estimé à partir de la quantité d'eau facturée sur chaque catégorie en 2014 (Tableau 3.5.3) et nouvelle grille tarifaire en vigueur en Mai/2015 (Tableau 3.5.1).

Source: Équipe d'Étude de la JICA

- (2) Recettes Supplémentaires obtenues à partir de la portion récupération d'eau

Les revenus supplémentaires générés par le renouvellement du réseau de distribution existant sont calculés comme suit:

$$\text{Revenus supplémentaires} = \text{VRC} \times \text{TTM}$$

Tableau 10.2.4 Schéma utilisé pour le Calcul des Revenus Supplémentaires (portion de récupération d'eau)

Paramètres utilisés dans les Calculs	Source des données, hypothèses
VRC: Volume Récupéré Commercialisable	- Figures du Tableau 10.1.5 (Annex 10-1)
TTM: Tarif Moyen de l'Eau	- 512,97 FCFA / m ³ , taux moyen excluant la charge de l'assainissement et de la taxe, estimé à partir de la quantité d'eau facturée sur chaque catégorie en 2014 (Tableau 3.5.3) et nouvelle grille tarifaire en vigueur en Mai/2015 (Tableau 3.5.1).

Source: Équipe d'Étude de la JICA

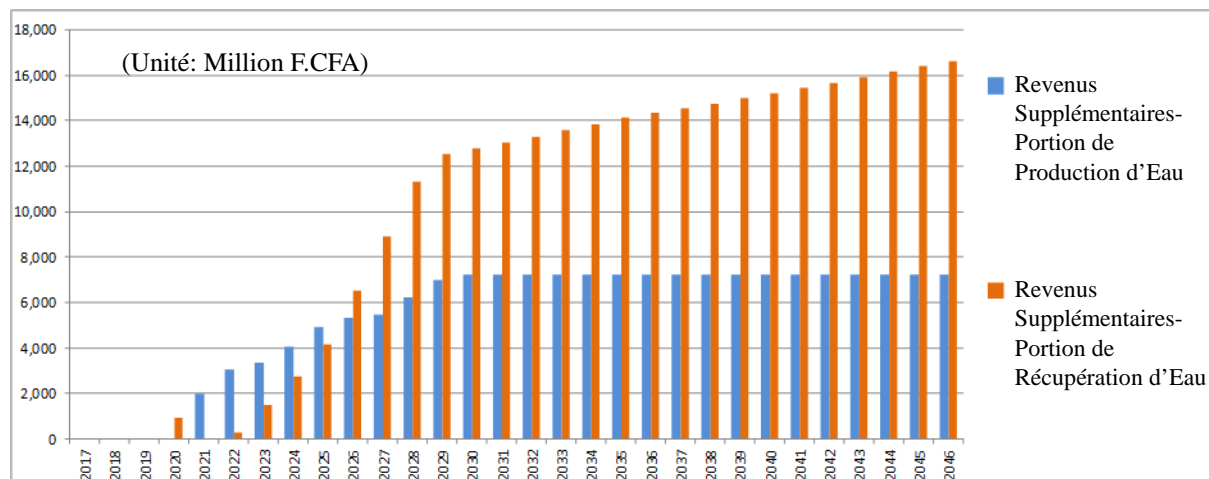
- (3) Estimation du montant des revenus supplémentaires

Le montant des revenus supplémentaires est résumé dans le Tableau 10.2.5 ainsi que sur la Figure 10.2.1. Les détails sont présentés dans l'Annexe 10-1.

Tableau 10.2.5 Estimation du Montant des Revenus Supplémentaires

	Unité : Millions FCFA						
	2016-20	2021	2025	2030	2035	2040	2045
i) Portion production d'eau	0	1 979	4 930	7 237	7 237	7 237	7 237
ii) Portion récupération d'eau	0	0	4 174	12 784	14 129	15 221	16 397
Revenu Total	0	1 979	9 105	20 021	21 365	22 457	23 634

Source: Équipe d'Étude de la JICA



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 10.2.1 Estimation du Montant des Revenus Supplémentaires

10.2.3 Coûts Estimés

(1) Coûts initiaux

Le coût initial du Projet, y compris ceux des services d'ingénierie-conseils et des imprévus physiques est estimé dans la Sous-section 8.2.1. Le coût des imprévus des prix est exclu afin d'annuler l'influence de la hausse des prix.

Tableau 10.2.6 Coût financier du Projet

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

(3) Coût d'E&M

1) Coût d'E&M de la portion production d'eau

Lorsque l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles fonctionnera en capacité maximale, le coût de production et de distribution par mètre cube d'eau à partir des Réservoirs des Mamelles, y compris le coût de l'électricité, le coût de la main d'œuvre et des produits chimiques, s'élèveront à 462 F.CFA/m³ selon les estimations présentées dans la Sous-Section 8.2.2. Un taux de 27% du coût équivalent à 123 F.CFA/m³ représente le coût fixe composé du coût de la main d'œuvre et le coût de

base de l'électricité, etc. Le coût de l'E&M est calculé par le volume de production estimé et ses coûts variables et fixes observés à chaque année.

2) Réduction du coût de l'électricité consommée au niveau de la station de pompage existante

Après la mise en service de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles, une partie de l'électricité actuellement consommée au niveau de la station de pompage point B pourra être économisée. Le coût de l'énergie économisée est estimé à 18 F.CFA/m³ en multipliant la consommation moyenne d'énergie par 0,31 kwh/m³ ainsi que le taux moyen de charge énergétique par 62 FCFA/kwh (le taux exclut le coût de base du coût fixe). Le coût économisé chaque à année est calculé en multipliant ledit taux du coût par la quantité d'eau produite au niveau de l'usine de dessalement.

3) Réduction des coûts de maintenance du réseau de conduites

Après le renouvellement du réseau de distribution existant, la fréquence des plaintes et des accidents relative aux conduites sera réduite. Dans cette Étude, le coût annuel de l'E&M économisé est supposé s'élever à 0,5% du coût total de l'investissement pour le renouvellement des conduites, sur la base d'expérience antérieures à travers le monde en termes de maintenance des conduites.

4) Réduction des coûts de production d'eau provoquée par le renouvellement des conduites de distribution

Grâce aux travaux de renouvellement, les pertes d'eau occasionnées par la détérioration des conduites seront réduites. De 2020 à 2024, l'eau économisée ne serait pas commercialisable au cas où la demande en eau au niveau de la zone desservie par l'usine de dessalement ne serait pas assez importante pour pouvoir consommer l'eau économisée. Dans ce cas la production d'eau sera réduite durant cette période et la réduction des coûts de production et de distribution de l'eau aura un impact positif sur le flux de trésorerie;

$$\text{Coûts de production et de distribution réduits} = \text{MRC} \times \text{CPMV}$$

Tableau 10.2.7 Schémas Utilisé pour le Calcul de Cout Réduit par le Projet

Paramètres utilisés dans les Calculs	Source des données, hypothèses
MRC: Montant pour la Réduction du Coût	- Comme présenté dans le Tableau 10.1.5, (Annexe 10-1)
CPMV: Coût de Production et Distribution par m ³ d'Eau Vendue	- 198,72 FCFA/m ³ , estimé par le rapport financier de la SDE en 2014 Coût variable d'E&M de la SDE (26 088 millions de F.CFA y compris le coût de l'énergie, le coût des matériaux et des produits chimiques) est divisé par la quantité réelle d'eau vendue en 2014 (131 281 610 m ³)

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(4) Coût de renouvellement

La durée de vie des équipements mécaniques et électriques et des ouvrages de génie civil et d'architectures est estimée respectivement à 20 et 50 ans. 40 % des équipements mécaniques et électriques (63 % de la proportion de production d'eau) excluant le coût des membranes (2 150

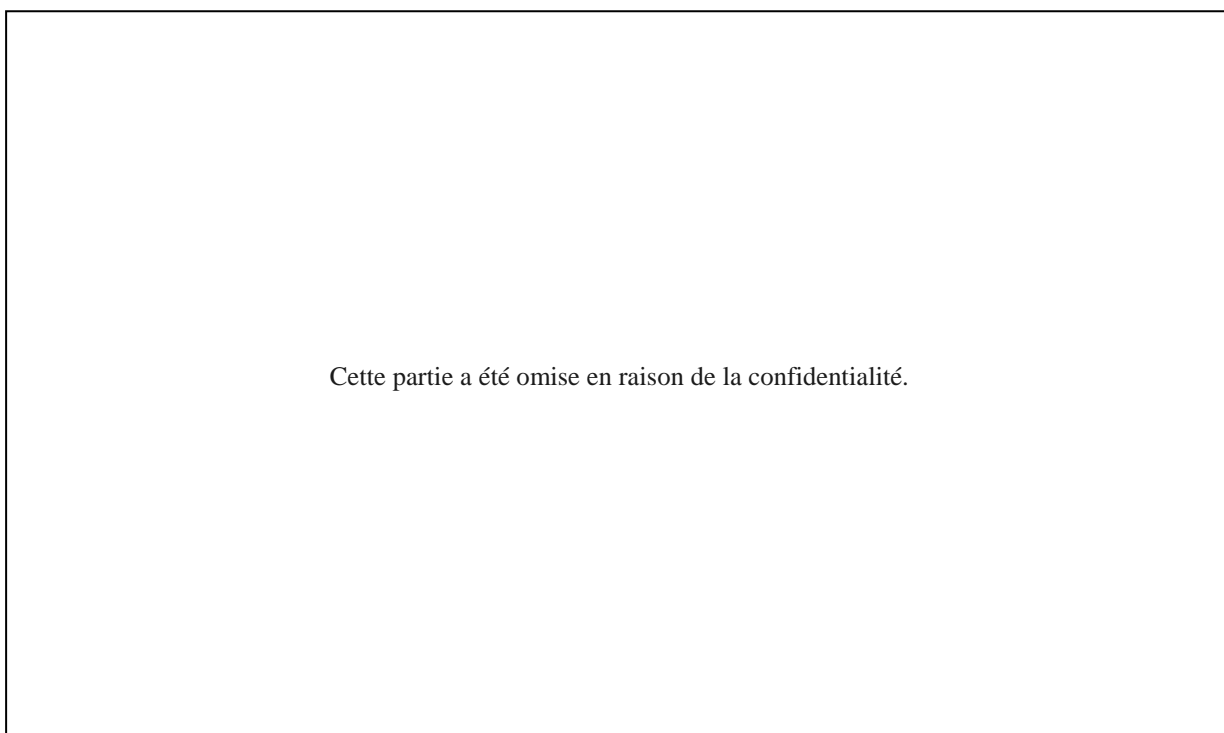
millions F.CFA est supposée être remplacé après 20 ans de démarrage de la mise en service, (dans la 25^{ème} année)

(5) Valeur résiduelle à la fin du Projet

La valeur résiduelle de l'Usine de Dessalement et du renouvellement des conduites sera ajoutée comme revenu lors de la dernière année.

(6) Coût financier total

Les détails sur les coûts ci-dessus sont indiqués dans l'Annexe 10-1 ainsi que sur la Figure 10.2.2. Le coût de l'E&M de l'Usine de Dessalement par OI prend une part comparativement élevée.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 10.2.2 Coût Financier du Projet

10.2.4 Résultats des Analyses Financières

A partir des revenus supplémentaires et le coût estimatif ci-dessus, TRIF du Projet sera de 5,6% et la VAN de 160 193 millions de FCFA. Le TRIF du Projet excède le taux du CMPC de 0,63% et ces chiffres indiquent une haute viabilité financière du Projet même avec le niveau tarifaire actuel.

Tableau 10.2.8 Résultats des Analyses Financières

	TRFI	VAN
(i) Portion Usine de Dessalement	- 9,2 %	- 92 154 millions F.CFA
(ii) Portion Réhabilitation des conduites	13,6 %	252 830 millions F.CFA
Tout le Projet	5,6 %	160 676 millions F.CFA

Source: Équipe d'Étude de la JICA

En outre, le TRIF et la VAN calculés par l'Équipe d'Étude de la JICA ont fait l'objet de simulation sur la base du tarif de l'eau qui a subi une augmentation jusqu'à un niveau abordable pour les usagers. Le niveau abordable pour les frais d'approvisionnement en eau est généralement estimé comme un pourcentage sur le revenu total du ménage. Parmi les bailleurs de fonds internationaux, 5% du revenu total des ménages est généralement considéré comme le niveau abordable maximum pour les charges liées l'eau et l'assainissement. Dans le cadre de cette Étude, la charge de l'eau, comme la limite abordable de la tarification de l'eau, est fixée approximativement à 4% du revenu moyen des ménages sans y inclure les tarifs liés à l'assainissement (environ 1%). Ce tarif est fixé à 805,6 FCFA/m³ ce qui représente un taux 57% au-dessus du niveau de l'actuel tarif.

Après l'adoption de la possibilité de payer les taux sur l'estimation des recettes, le Taux de Rentabilité Financière Interne du Projet s'élèvera à 10,4% et la VAN (Valeur Actuelle Nette) devient à 395 283 millions de FCFA, comme indiqué dans le Tableau 10.2.9 et au niveau de l'Annexe 10-2.

Tableau 10.2.9 Résultats de l'Analyse Financière et de la Capacité de Payer

	FIRR	NPV
(i) Usine de Dessalement	0,0 %	- 8 532 millions F.CFA
(ii) Réhabilitation des conduites	17,6 %	403 815 millions F.CFA
Tout le Projet	10,4 %	395 283 millions F.CFA

Source: Équipe d'Étude de la JICA

10.3 Analyse Économique

L'analyse économique est réalisée afin d'évaluer la viabilité économique du Projet du point de vue de l'économie sociale.

Les coûts économiques et avantages économiques découlant de la mise en œuvre du projet sont calculés pour une période d'évaluation de 30 ans. La Méthode de calcul des flux de trésorerie actualisés est appliquée pour convertir la valeur financière future en valeur actuelle. Comme résultats, (TREI), B/C et la VAN sont calculés comme des indicateurs permettant de justifier la mise en œuvre du projet du point de vue économique. L'analyse de sensibilité sera également menée pour évaluer la stabilité de la viabilité économique du Projet sous plusieurs angles.

10.3.1 Aperçu de l'Analyse Économique

(1) Éléments des Coûts et Bénéfices Économiques

Tableau 10.3.1 Éléments de Coût et du Bénéfice pris en compte dans l'Analyse Economique Financière

Bénéfice Économique	Coût Économique
- L'utilisation de l'eau supplémentaire dans le cadre du Projet (portion production d'eau, portion de récupération d'eau) - Réduction des coûts médicaux - Réduction du temps de collecte d'eau par les membres du ménage - Réduction des pertes économiques causées par l'arrêt de l'approvisionnement en eau	- Coût de construction initial - Coût d'E&M supplémentaires - Coût de remplacement future des équipements de l'usine - Valeur résiduelle à la fin de la période d'évaluation - Réduction des coûts de maintenance du réseau des conduites - Réduction du coût de production de l'eau provenant de la portion récupération de l'eau

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(2) Taux d'Actualisation

La valeur de 10% est utilisée comme taux d'actualisation de l'analyse économique, laquelle valeur est généralement utilisée pour évaluer des projets de développement financés par des bailleurs multinationaux

10.3.2 Gain Économique

Quatre avantages induits par le projet sont quantifiés et pris en compte dans l'évaluation. La méthode de calcul détaillée est décrite dans le Chapitre suivant.

- L'utilisation du volume d'eau supplémentaire dans le cadre du projet (portion de l'usine de Dessalement et portion réhabilitation des conduites)
- Réduction des coûts médicaux
- Réduction du temps pris par les membres du ménage pour aller puiser de l'eau potable
- Réduction des pertes économiques causées par l'arrêt de l'approvisionnement en eau

(1) Usage supplémentaire de l'eau dans le cadre du Projet

La valeur économique de l'augmentation du volume d'eau utilisée est calculée en multipliant l'accroissement du volume d'eau par la volonté de payer (VP) des usagers.

$$\text{Bénéfice supplémentaire de l'utilisation de l'Eau} = \text{VP} \times \text{UTE}$$

Tableau 10.3.2 Figure utilisée pour le calcul du bénéfice relatif à l'utilisation de l'eau supplémentaire

Paramètres utilisés dans les Calculs	Source des données, hypothèse
AVE: Accroissement du volume d'eau vendu	- Portion (tranche) de la production d'eau : l'illustration est présenté dans Tableau 10.1.3 x Taux de Collection de l'Eau de 0.789 - Portion d'eau récupérée : l'illustration est montre le Tableau 10.1.5.
VP: Volonté de Payer	- 574,40 FCFA/m ³ , 100% de l'actuel tarif de l'eau, charge de l'assainissement exclu, taxe incluse

Source: Équipe d'Étude de la JICA

La VP est estimée suite aux résultats des enquêtes par questionnaires menées auprès des ménages. En ce qui concerne les réponses de 600 échantillons de ménages présentent dans la zone du Projet ciblée par l'Équipe d'Étude de la JICA, seuls 3% des usagers sont prêts à payer un tarif supplémentaire en cas d'amélioration du service comme le résume le Tableau 3.5.10. Également à partir du résultat de l'enquête réalisée par la Banque mondiale, la VP des anciens et des nouveaux usagers représente un taux de 99,8% et à 101,3% du tarif actuellement à payer en 2009 (Voir Chapitre 3.5.8). Les résultats de l'enquête par questionnaires du PEPAM présentent que la VP de tous les usagers est de 2,5% de plus que le présent niveau tarifaire (Voir Chapitre 3.5.9).

Par conséquent, la VP des usagers est supposée être la même que le niveau tarifaire moyen de l'eau en 2015, estimé à 574,40 FCFA/m³, charge de l'assainissement non inclus. Le taux d'imposition est inclus dans le tarif étant donné que les populations sont en train de payer ce montant.

(2) Réduction des frais médicaux

Le rapport de l'« Enquête Démographique et de Santé et Enquête à Grappes à Indicateurs Multiples au Sénégal 2010-2011 (UNICEF etc.) décrit l'état de santé global de la population sénégalaise sur la base du résultat de l'enquête réalisée auprès de 15 688 femmes et 4 929 hommes. Le taux de mortalité infantile (0 à 1 an) et des moins de cinq ans est toujours aussi élevé soit 44 et 62 sur 1 000 naissances (bébés) viables, respectivement dans la région de Dakar. En outre, les enfants de moins de cinq ans souffrent de diarrhée à environ 5,5 fois par an en moyenne au Sénégal.

L'autre enquête intitulée «Établissement des Coûts du Management Communautaire Intégré au Sénégal (2013, USAID etc.) mentionne que la diarrhée est l'une des principales causes de décès des enfants dans les pays en voie développement. D'après les enquêtes de terrain réalisées au Sénégal, la durée de consultation des médecins pour les cas de diarrhée est supposée être 20 minutes par patient, et la durée moyenne de traitement de la diarrhée prend 4,07 jours.

Les données ci-dessus impliquent une présence de coûts sociaux lourds et du temps perdu pour le traitement de la diarrhée et d'autres maladies transmises par l'eau au Sénégal. Après la mise en œuvre du Projet, le nombre de cas de diarrhées et d'autres maladies transmises par l'eau serait réduit en raison de l'amélioration des conditions sanitaires au niveau des ménages du fait de la fourniture d'une meilleure qualité d'eau potable.

En outre, dans une analyse économique dénommée « Senegal Sub-Programme for the Launching of the Rural Water Supply and Sanitation Initiative (African Development Bank: ADB, 2005) », le développement des infrastructures d'approvisionnement en eau et d'assainissement pour réduire les maladies d'origine hydrique et le coût de réduction du coût médical était de 41% à Louga, 19% à Kolda et 29% à Ziguinchor. La production supplémentaire et l'eau économisée par le Projet permettra de créer des possibilités pour les populations qui n'y ont pas accès à l'eau potable d'avoir accès. Par conséquent, l'Étude escompte que le coût médical des bénéficiaires sera réduit de 10%.

Les retombées économiques de la réduction des frais médicaux sont calculées selon la formule suivante:

$$\text{Avantages Économiques de la Réduction des Frais médicaux} = \text{NB} \times \text{FMP} \times \text{TRC}$$

Tableau 10.3.3 Schémas Utilisés pour le Calcul du bénéfice liés à la réduction du Coût des frais médicaux

Paramètres utilisés dans les Calculs	Source des données, hypothèse
NB: Nombre de Bénéficiaires	- La « Quantité d'eau supplémentaire vendue » Tableau 10.1.3 et 10.1.5 est divisée par « la consommation par habitant (71,2 l / jour) » (données fournies par la SONES)
FMP: Frais Médicaux par Personnes	- 27 854 FCFA, le prix est ajusté en fonction du prix du prix 2015 en appliquant l'IPC (46 Dollars en 2013, le coût moyen des soins médicaux pris en charge par le gouvernement et les ménages au Sénégal, Observatoire Mondial de la Santé de données de l'OMS)
TRC: Taux de Réduction du coût	- 10%: le rapport de l'ABD mentionné ci-dessus, selon la SONES et l'Équipe d'Étude de la JICA sur la base d'expérience antérieurs (pas de données suffisantes disponibles pour la comparaison entre frais médicaux et conditions d'approvisionnement en eau)

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(3) Réduction du temps pris par les membres du ménage pour aller chercher de l'eau

Dans la région de Dakar, il est prévu un accroissement naturel de la population et du fait du phénomène d'exode rural. S'il y'a suffisamment de ressources en eau disponibles dans les nouveaux pôles de développement, la SONES pourra améliorer le système traditionnel connue sous le nom de robinet public en système de branchement par maison de l'approvisionnement en eau, étant donné que le volume d'eau consommé connaît une hausse avec l'introduction de ce dernier système.

Dans le cas de figure « Avec-Projet », les usagers bénéficieront d'un branchement maison, et le temps pris pour aller chercher de l'eau vers les robinets publics sera utilisé pour d'autres activités économiques.

Les avantages sont calculés selon la formule ci-dessous;

$$\text{Avantage « Gain de temps pris pour aller puiser de l'eau »} = \text{NMB} \times \text{THB} \times \text{GT} \times \text{VET}$$

Tableau 10.3.4 Schéma utilisé pour le Calcul le bénéfice lié a la réduction du temps perdu pour chercher de l'eau

Paramètres utilisés dans les Calculs	Source des données, hypothèse
NMB: Nombre de Ménages Bénéficiaires	- La « Quantité d'eau supplémentaire vendue » dans le tableau 10.1.3 et 10.1.5 est divisée par « la consommation par habitant (71,2 l/jour) » et « nombre de membres du ménage (10 personnes/ménages) (données fournies par la SONES) »
THB: Taux Hors Branchement	- 10%, selon la SONES
GT: Gain de Temps (par année)	- 365 heures/an/ménage (1 heure/jour/ménage), - Distance des maisons au robinet publique est dans un intervalle de 100 à 300 mètres (résultats de l'Enquête de Reference Sociale réalisée par la JICA). Si une personne consomme 20 litres par jour, 200 kg d'eau devraient être livrés chaque jour.
VET: Valeur Économique du Temps	- 172 FCFA/heure, 50% du taux horaire du PIB par habitant - 1,050 Dollars : Le PIB moyen par habitant au Sénégal (prix 2013, Base de données de la Banque Mondiale) - Les heures de travail: 22 jours/mois, 7 heures/jour - IPC est appliquée pour ajuster le prix à celui de 2015

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Le PIB moyen par habitant au Sénégal s'élevait à 1,050 Dollars en 2013 selon la base de données de la Banque Mondiale. Le montant est divisé par les heures de travail annuels (12 mois x 22 jours x 7 heures), le salaire horaire est estimé à 344 F.CFA après l'application de l'IPC pour ajuster l'ajuster au prix de 2015. Dans cette Étude, 50% du gain de temps est supposé être utilisé pour d'autres activités génératrices de revenus compte tenu des de travail qui se présentent dans la zone.

(4) Réduction des pertes économiques causées par l'arrêt de l'approvisionnement en eau

La région de Dakar dépend principalement des ressources en eau du Lac de Guiers. En 2013, la cassure au niveau de la conduite principale de transmission avait eu à provoquer une suspension de 3 semaines des services d'approvisionnement en eau. Dans les analyses économiques des projets d'approvisionnement en eau, il est courant de prendre en compte le bénéfice en atténuant le risque de pertes économiques causées par ces genres de suspensions des services d'approvisionnement en eau. Comme l'atténuation du risque de suspension du service par amélioration de la diversité des ressources en eau est l'un des principaux objectifs du Projet, l'Etude a mis en œuvre une quantification de cette prestation qui sera dérivée du Projet.

La méthodologie de la quantification des avantages est basée sur un manuel japonais dénommé « Manual on Cost-Benefit Analysis for Water Supply Project » (ci-après « Manuel sur l'Analyse Coûts-Avantages pour les Projets d'Approvisionnement en Eau »), Volume V Annexe (Juillet/2011, Ministère de la Santé, du Travail et de la Prévoyance au Japon) (ci-après « Cost-Benefit Manual: Manuel Coûts-Avantages »). Le Japon est fréquemment confronté à des tremblements de terre et les

connaissances ainsi accumulées et les méthodologies d'analyse pour l'évaluation des pertes économiques de suspension des services d'approvisionnement en eau ont été établies. Par conséquent, l'Équipe d'Étude JICA considère que le manuel japonais constitue une référence fiable dans la quantification des avantages en atténuant le risque de la suspension des services d'approvisionnement en eau.

Dans le Manuel « Cost-Benefit: Avantage-Coût », les trois éléments suivants sont à évaluer:

- (1) Réduction des pertes économiques des entités commerciales
- (2) Réduction du coût des utilisateurs (coût des citernes d'approvisionnement/bouteilles, etc.)
- (3) Réduction du coût du fournisseur de services (coût pour l'information du public, service de fourniture d'eau par camion-citerne, etc.)

Dans l'Étude, le point (1) « Réduction des pertes économiques des entités commerciales » est chiffré étant donné qu'il enregistre le plus grand bénéfice. D'autre part, les deux autres avantages ne sont pas quantifiés dans l'Étude parce que des données fiables pour les évaluations ne sont pas disponibles.

Selon toujours le Manuel « Cost-Benefit: Avantage-Coût », si les services d'approvisionnement en eau sont suspendus complètement, les activités commerciales pour lesquelles la fourniture en eau est inévitable ne seront pas opérationnelles. Les revenus des autres activités commerciales seront réduits de 16%.

Au Sénégal, en se référant aux Indicateurs de Développement dans le Monde de la Banque Mondiale, la composition industrielle est de 17,5% pour le secteur de l'agriculture, 24% pour le secteur manufacturier et 58,3% pour le secteur des services. Le secteur des services a une part relativement plus importante par rapport aux autres pays africains. En raison de la part élevée du secteur des services, dont le fonctionnement est soumis à la disponibilité de l'eau, l'Étude suppose que 50% du revenu total dans le pays sera perdu par la suspension complète des services d'approvisionnement en eau.

Quant à la durée et la fréquence de la suspension de l'approvisionnement en eau, une suspension de 3 semaines dans chaque dizaine d'années est supposée considérant que l'accident au niveau de la conduite de transmission en 2013, qui a provoqué une suspension des services de 3 semaines, s'est produit cinq ans plus tard, après l'achèvement de la conduite d'adduction d'eau.

Sur la base des hypothèses ci-dessus, le bénéfice de la réduction des pertes économiques par la suspension des services d'approvisionnement en eau est calculé selon la formule suivante:

« Réduction des Pertes Economiques des Entités Commerciales » = NB x DGDPPC x IR x AOD

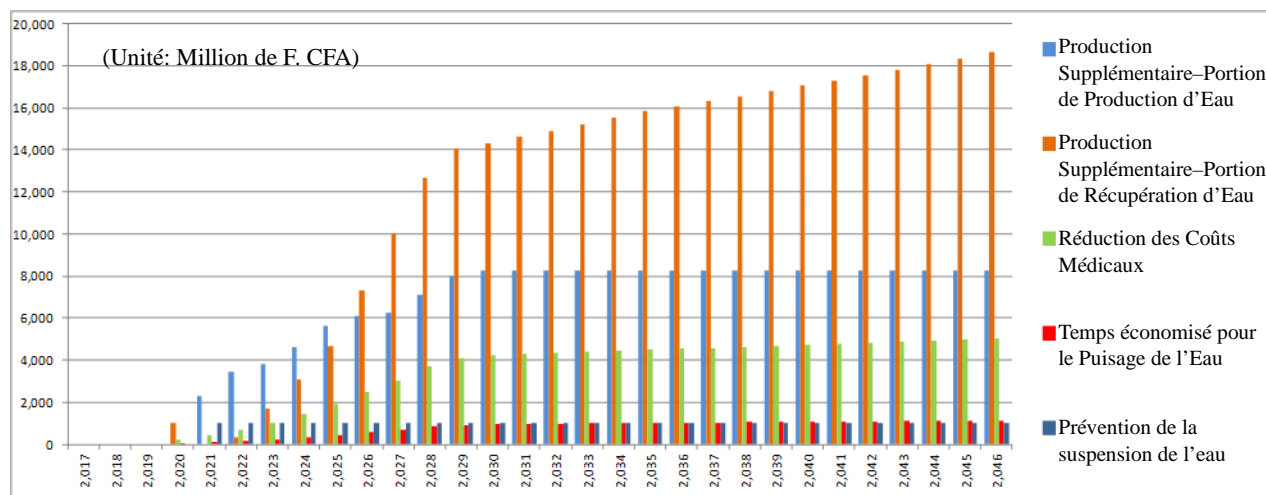
Tableau 10.3.5 Chiffres Utilisés pour le Calcul du Bénéfice par la Réduction des Pertes en Eau par la Suspension du Service d'Approvisionnement en Eau

Eléments de calcul	Source des données, supposition
NB: Nombre de Bénéficiaires	554 073 personnes: « La capacité de production maximale (50 000m ³ /jour) est divisée par la moyenne journalière de consommation (71,2 l/jour) et la moyenne du nombre de personnes par raccordement (10 personnes/raccordement)» (Données de la SONES)
DGDPPC: PIB Journalier par Habitant	334 F.CFA: ajusté au prix de 2015 par le ICP (calculé dans 10.3.2 (3))
IR: Taux de l'Impact	50%: Supposition de l'Equipe d'Etude de la JICA sur la base du Manuel
AA : Jours d'Occurrence Moyenne Annuelle	2,1 jours/an: la suspension de l'eau pour 3 semaines se produit chaque 10 ans.

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(5) Résultats des Calculs

Le montant estimé pour chaque bénéfice économique est représenté dans l'Annexe 10-3 ainsi que dans la Figure 10.3.1.



Source: Équipe d'Étude de la JICA

Figure 10.3.1 Bénéfices Économiques du Projet

10.3.3 Coût Économique

Le coût économique est calculé par extraction de la taxe de l'estimation des coûts de l'analyse financière. Ensuite, le Facteur de Conversion Standard (« FCS ») d'une valeur de 0,9¹ est multiplié par la portion de la monnaie nationale du coût du Projet.

(1) Coût de Construction initial

Le coût économique de la construction initiale est établi comme indiqué dans le Tableau 10.2.1 converti à partir du coût financier.

¹ Sur la base du FCS communément utilisé dans les pays en voie de développement y compris le Sénégal

Tableau 10.3.6 Coût Économique du Projet

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

(2) Autres coûts (coût de l'E&M, coût du renouvellement, valeur résiduelle)

Le coût économique (travaux E&M, coût du remplacement, valeur résiduelle) est établi comme indiqué dans l'Annexe 10-3 converti à partir du coût financier. Le coût de renouvellement futur ainsi que la valeur résiduelle sont supposés être identiques à l'analyse financière

(3) Coût Économique Total

Le coût économique total est présenté dans la Figure 10.3.2.

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

Figure 10.3.2 Coûts Économiques et Travaux d'E&M du Projet

10.3.4 Résultats de l'Analyse Économique

D'après les bénéfices estimés et le coût ci-dessus, le TREI du Projet est calculé à 10,2% et la VAN (Valeur Actuelle Nette) à 1 845 millions de FCFA au taux de 10% d'actualisation. Le TREI est supérieur à 10%, ce qui représente la norme standard générale des bailleurs de fonds bilatéraux et internationaux dans l'évaluation de la viabilité économique.

Tableau 10.3.7 Résultats de l'Analyse Économique

	EIRR	B/C	NPV
(i) Portion de l'Usine de Dessalement	1,8%	0,60	40 157 millions F.CFA
(ii) Portion de Réhabilitation des Conduites	16,5%	2,26	42 002 millions F.CFA
Tout le Projet	10,2%	1,01	1 845 millions F.CFA

Source: Équipe d'Étude de la JICA

10.3.5 Analyse de Sensibilité

Comme expliqué dans la Sous-section 10.3.4, le TRIF satisfait la norme standard générale dans le cas de base. Cependant, le TRIF pourrait subir un déficit de 10% si les conditions sont pires que les suppositions du cas de base. Pour évaluer la fiabilité et la stabilité du Projet du point de vue économique, une analyse de sensibilité est effectuée sous plusieurs conditions: dépassement du coût initial (+ 20%), réduction du taux de l'exploitation (-10 000 m³/jour de réduction dans le volume de production prévisionnel décrit dans le Tableau 10.1.3), réduction et hausse du coût de production de l'eau au niveau de l'Usine de Dessalement d'eau de Mer des Mamelles (+20% ou -20%), baisse du bénéfice de la portion de récupération d'eau (+5% dans le taux d'ENF: le taux cible de 20% n'est pas réalisé et le taux est maintenu à 25%) et hausse de la Volonté de Payer (+57% jusqu'au niveau de la Capacité de Payer) .

Les résultats de l'analyse de sensibilité sont présentés comme indiqué dans l'Annexe 10-4 à 9 ainsi que dans le Tableau 10.3.8.

Tableau 10.3.8 Résultats de l'Analyse de Sensibilité de l'Analyse Economique

	TRIF	Différence à partir du Cas de base (TRIF)	B/C	VAN (FCFA million)
Case de Base	10,2 %	-	1,01	1 845
(i) Coût Initial dépassé de +20%	8,7 %	- 1,5%	0,88	- 18 267
(ii) Réduction du Taux d'Exploitation de - 20%	9,5 %	- 0,7%	0,95	6 282
(iii) Réduction du Coût de Dessalement - 20%	10,8 %	+ 0,6%	1,08	10 283
(iv) Augmentation du Coût de Dessalement de +20%	9,5 %	- 0,7%	0,95	- 6594
(v) Réduction des bénéfices de - 20%	8,9 %	- 1,3%	0,90	- 13 132
(vi) Augmentation de la volonté de payer de +36%	14,3 %	+ 4,1%	1,46	60 307

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Dans le cas (i), le coût initial de dépassement de 20%, TREI est réduit de 1,1% par rapport au scénario de base. Considérant que, dans les cas de figure (iii) et (iv), où le coût de dessalement augmente de 20% et diminue de 20%, les taux du TREI s'améliorent de 0,6% et se détériorent de 0,7% par rapport au cas de base respectivement.

Dans le cas de figure (ii) la réduction de la quantité de production de 10 000 m³/jour, le TREI s'empire de 0,7%. Ce résultat suggère que le TREI n'est pas sensible à la variation de la quantité de production. La raison de cette insensibilité est le coût d'exploitation élevé de l'Usine de Dessalement par OI. Par conséquent, le taux d'exploitation de l'Usine ne donnera pas un impact significatif sur la viabilité économique du Projet.

Dans le cas de (v) le déficit de bénéfice de la portion de récupération de l'eau est un cas où le taux d'ENF après que le Projet est supérieur à la valeur cible de 5%. Dans ce cas, le TREI ne fera qu'empirer de 1,3%. Pour assurer l'avantage économique attendu, le consultant devrait procéder à une

conception détaillée efficace pour les packages d'installation des conduites afin d'atteindre l'objectif ciblé. En outre, la SONES devra établir une capacité institutionnelle suffisante pour la gestion de la perte d'eau.

Dans le cas de (vi), la hausse de la volonté de payer de 57% jusqu'à la capacité du niveau du paiement, le TREI s'améliore de 4,1%. La sensibilité du TREI à la volonté de payer est significative. L'enquête sociale de référence réalisée dans le cadre de l'Étude, ainsi que les dernières études similaires, présente que la volonté de payer des usagers de l'eau est seulement au niveau tarifaire actuel. Des campagnes de publicité pour élargir la compréhension sur la nécessité du partage des coûts raisonnables pour l'eau potable devrait inciter la volonté des gens à payer pour les services d'approvisionnement en eau.

10.4 Considérations sur le Futur Taux du Tarif de l'Eau après la Mise en Place de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer

10.4.1 Grandes lignes de l'Étude tarifaire réalisée par le PEPAM

(1) Rapport de l'Étude

Comme décrit dans la Sous-section 3.5.1, une étude approfondie en cours pour la fixation des tarifs de l'eau financée par le Projet PEPAM a été réalisée en 2015 et les rapports ci-dessous de l'Étude ont été soumis.

Tableau 10.4.1 Rapports de l'Étude de la Tarification

Désignation	Date de soumission	Contenus
Rapport 0	Mars/2015	Étude des conditions présentes, calendrier de l'étude
Rapport 1	Mai/2015	Enquête par questionnaire de 1 540 échantillons, Prévision de la Demande
Rapport 2	Juillet/2015	Prévision des revenus et dépenses de 2015 à 2025, estimation du taux tarifaire moyen futur
Rapport 3	Août/2015	Révision des catégories, cadre et prix de la structure tarifaire

Source: Équipe d'Étude de la JICA

(2) Simulation des résultats sur la tarification future moyenne en 2025

Dans le Rapport 2 de l'Étude Tarifaire 2015, il a été procédé à la simulation de la tarification future moyenne en 2025. La simulation a suivi le modèle de calcul utilisé par la SONES pour la fixation des tarifs. Dans le modèle, les montants futurs des dépenses, besoin en eau et montant des revenus ont été simulés. La future tarification est calculée sur la base du montant auquel les dépenses et les revenus de la SONES seront équilibrés.

Les éléments majeurs du coût dans le mode ont été le futur CAPEX (Dépenses en Capital), le remboursement, l'OPEX (les coûts de l'E&M incluant les coûts de la main d'œuvre, charges électriques, produits chimiques, etc.), l'inflation (les taux sont de 2% pour les commodités générales et de 3% pour l'électricité par an) et le paiement à la SDE. Le total CAPEX pour les usines de traitement d'eau, les conduites de distribution et réservoirs de 2014 à 2020 s'élève à 436,3 Milliards de F CFA et le Projet de la JICA prend part à hauteur de 17% environ (soit 75 milliards de F CFA).

Comme résultats de l'Étude, le niveau tarifaire moyen est estimé à 734 F CFA/m³ en 2025 comme présenté dans le Tableau 10.4.2. Comparé au niveau tarifaire moyen actuel (qui est de 502 F CFA/m³), le tarif nominal est supposé subir une hausse de 46%. Concernant le niveau du prix en 2015, en supposant 2% du taux d'indexation des prix, le tarif moyen en 2015 sera de 602,1 F CFA, ce qui représente la véritable hausse tarifaire de 19,8%.

Tableau 10.4.2 Indicateurs Prévus et Moyenne du Taux Tarifaire dans l'Étude de la Tarification

Année	2015	2020	2025
Population (personnes)	6 517 172	7 760 406	9 124 380
Demande en eau (m ³ /jour)	373 249	448 710	531 400
Taux de la Tarification Moyenne de l'Eau (F.CFA/m ³) Tarif moyen en du niveau du prix en 2015, en supposant 2% du taux d'indexation annuel des prix.	502,4 (502,4)	658 (596,0)	734 (602,1)
Taux de Rémunération de la SDE (Pe) (F.CFA/m ³)	364,3	501	520
Taux de Revenu de la SONES (Pp) (F.CFA/m ³)	138,1	157	214
Revenu de la SONES (Million F.CFA)	21 453	26 210	42 295
Revenu tarifaire (Million F.CFA)	21 453	26 210	42 295
Subvention (coût additionnel du dessalement) * (Million F.CFA)	0	10 109	11 162
Dépenses d'Exploitation de la SONES (Million F.CFA)	15 462	31 778	48 992
Coût d'Exploitation (main d'œuvre, coûts de sous-traitance, taxes etc.) (Million F.CFA)	3 954	5 093	5 774
Coût de Traitement Supplémentaire de l'Usine de Dessalement * (Million F.CFA)	0	10 109	11 162
Coût d'amortissement (Million F.CFA)	11 508	16 576	32 056
Ventes en Gros (Million F.CFA)	5 991	4 541	4 465
Bénéfice Net après TAXE (Million F.CFA)	864	680	2 376

*: Voir Tableau 10.4.3, le coût additionnel du dessalement est supposé être subventionné par le Gouvernement.

Source: Étude Tarifaire 2015, Tableau 6.6 du Rapport 1, Tableaux 42, 43, 47, 49, 50, 52, 73 du Rapport 2.

(3) Évaluation des résultats de l'étude sur la base de l'Étude sur la Tarification de 2015

Les hypothèses de l'Étude du Tarif 2015 relatives à l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles et l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI pour la Grande Côte sont comparées avec celles ou les résultats de l'Étude comme décrit dans le Tableau 10.4.3. Le Tableau présente aussi les impacts des hypothèses dans l'Étude sur le tarif simulé par l'Étude Tarifaire de 2015, dans le cas où ils sont appliqués à la simulation du tarif.

Tableau 10.4.3 Hypothèses des Usines de Dessalements utilisées dans l'Étude Tarifaire en Comparaison avec les Hypothèses de l'Équipe d'Étude de la JICA

Désignation	Etude du Tarif 2015	Equipe d'Étude de la JICA	Impacts de l'application des hypothèses dans l'Étude sur le tarif simulé en 2025 au niveau du prix de 2015
(1) Capacité de production	- Mamelles: 50 000m ³ /jour (construction 2016-2020) - Usine de la Grande Côte 50 000 m ³ /jour (construction 2016-2019)	- Les mêmes suppositions de l'Étude du tarifaire 2015	-
(2) Coût de construction et source des fonds pour les Mamelles	- Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI: 50 milliards F.CFA - Installation des conduites: 25 milliards F.CFA - Prêt de l'APD du Japon avec un taux d'intérêt de 1%/an et la période de remboursement de 40 ans incluant 10 ans de période de grâce	- Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI: 71,4 milliards F.CFA (le montant du Tableau 10.2.6 après déduction des imprévus physiques) - Installation des conduites: 56,1 milliards F.CFA (même que précédemment) - Prêt de l'APD du Japon avec un taux d'intérêt de 0,7% et la période du remboursement de 30 ans incluant 10 ans de période de grâce	+ 9,0 F CFA/m ³
(3) Coût de traitement	- Coût de l'exploitation: 506 F.CFA/m ³ dans les deux usines - Un coût additionnel de 367 F.CFA/m ³ pour la Grande Côte comme retour sur revenue (à travers le schéma PPP)	- Coût de l'exploitation de l'Usine des Mamelles: 462 F.CFA/m ³ (Tableau 8.2.4) - Coût d'amortissement des Mamelles: 123 F CFA/m ³ (Tableau 8.2.5)	- 2,1 F CFA/m ³
(4) Taux d'exploitation	- 50% des deux usines en raison de coût de l'exploitation élevé	- Mamelles: 27-68% à partir de 2021 à 2025 (Figure 10.1.1) - Grande Côte: 100% (Contrat de type « Take or Pay »)	+ 19,6 F CFA/m ³
(5) Partage du coût du dessalement	- Le coût du surplus sur le coût de traitement normal (188 F.CFA/m ³) est supposé être subventionné par le Gouvernement. - Un cas optionnel où le surplus du coût est endossé par la SONES est aussi estimé (+ 58.0F.CFA/m ³).	- Il est préférable que la SONES puisse opérer toutes les activités des services d'approvisionnement en eau sans aucune subvention du Gouvernement.	+ 58,0 F CFA/m ³
(6) Tarif en 2025 au niveau du prix de 2015	602,1 F CFA/m ³	-	+ 686,6 F CFA/m ³ (+84,5 F CFA/m ³)

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Il existe différentes hypothèses entre l'Étude Tarifaire 2015 et celles de l'Équipe dans « (2) source de Coûts de Construction et Sources de Financement pour les Mamelles », « (3) Coût du Traitement », « (4) Taux d'Exploitation » et « (5) Partage du Coût de Dessalement ». Les impacts des hypothèses dans l'Étude sur la future tarification en 2025 ont été calculés de la manière suivante (Le volume total de la facture de la SONES en 2025, qui était 531 400 m³/jour, a renvoyé à l'Étude Tarifaire 2015):

Concernant le point (2) « Coût de construction et sources des fonds », le taux d'intérêt et la période de remboursement dans l'Étude Tarifaire 2015 sont différents des modalités standards du prêt de l'APD du Japon. Les hypothèses du Projet pourraient avoir un impact sur la hausse du tarif de 9,0 F CFA/m³. Cependant, il est à noter que les hypothèses mentionnées dans l'Étude n'auront pas d'impact sur le flux de trésorerie étant donné que le remboursement ne démarrera pas en 2025, la fin de la période de simulation.

- Point (2) « Coût de construction et source de financement »: l'impact des hypothèses formulées dans l'Étude sur le futur tarif simulé dans l'Étude Tarifaire 2015

= Différence dans le coût de construction ÷ période de remboursement ÷ volume total facturé de la SONES en 2025

$$= 52,1 \text{ milliards F CFA} \div 30 \text{ ans} \div (531\,400 \text{ m}^3/\text{jour} \times 365 \text{ jours}) = \underline{\underline{+9,0 \text{ F CFA}/\text{m}^3}}$$

Pour le point (3) « Coût du traitement », le montant supposé dans l'Étude Tarifaire 2015 est légèrement plus élevé que celui de l'Étude de 44 F CFA/m³, mais l'impact de cette différence sur la simulation tarifaire est de 2,1 F CFA/m³ seulement.

- Point (3) « Coût de Traitement »: l'impact des hypothèses dans l'Étude sur le futur tarif simulé dans l'Étude Tarifaire

= Différence dans le coût de traitement par unité x Production moyenne de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles

÷ volume facturé de la SONES en 2025

$$= -44 \text{ F CFA}/\text{m}^3 \times 25\,000 \text{ m}^3/\text{jour} \div 531\,400 \text{ m}^3/\text{jour} = \underline{\underline{-2,1 \text{ F CFA}/\text{m}^3}}$$

En ce qui concerne le point (4) « Taux d'Exploitation », si les mêmes suppositions dans l'Étude où le taux d'exploitation de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI sur la Grande Côte est de 100% et celui des Mamelles de 68% sont utilisées, le taux futur en 2025 enregistrera une hausse supplémentaire de 19,6 F CFA/m³ à partir des résultats de simulation actuels dans l'Étude Tarifaire 2015. Comparé au niveau du tarif actuel de 502 F CFA/m³, la future tarification en 2025 enregistrera une hausse de 7,8% du tarif actuel.

- Point (4) « Taux d'exploitation »: l'impact des hypothèses dans l'Étude sur le futur tarif simulé dans l'Étude Tarifaire de 2015

= Tarif supplémentaire si le taux d'exploitation de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI de la Grande Côte est révisée à 100%

+ Tarif supplémentaire si le taux d'exploitation de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles est de 68%

$$= 15 \text{ F CFA/m}^3 + 4,6 \text{ F CFA/m}^3 = \underline{19,6 \text{ F CFA/m}^3}$$

- Tarif supplémentaire lorsque le taux d'exploitation de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI de la Grande Côte est révisée à 100%

$$= \text{Volume additionnel} \times \text{Coût du traitement supplémentaire unitaire} \div \text{Volume total facturé de la SONES en 2025}$$

$$= 25\,000 \text{ m}^3/\text{jour} \times 318 \text{ F CFA/m}^3 \div 531\,400 \text{ m}^3/\text{jour} = \underline{15,0 \text{ F CFA/m}^3}$$

* Coût du traitement supplémentaire unitaire = 506 (coût du traitement par dessalement) – 188 (coût normal du traitement) = 318.

- Tarif supplémentaire lorsque le taux d'exploitation de l'Usine des Mamelles est révisé à 68%

Tarif supplémentaire

$$= \text{Production supplémentaire} \times \text{Coût du traitement supplémentaire unitaire} \div \text{Volume total facturé de la SONES en 2025}$$

$$= 9\,000 \text{ m}^3/\text{jour} \times 274 \text{ F CFA/m}^3 \div 531\,400 \text{ m}^3/\text{jour} = \underline{4,6 \text{ F CFA/m}^3}$$

* Coût du traitement supplémentaire unitaire = 462 (coût du traitement par dessalement) – 188 (coût normal du traitement) = 274

Concernant le point (5) « Partage du coût du dessalement », l'Etude Tarifaire 2015 part du principe que la subvention du Gouvernement va compenser l'écart entre les coûts de traitement de l'eau dans les installations de traitement conventionnelles existantes et les usines de dessalement. En plus de ce cas, l'Etude Tarifaire 2015 simule le tarif futur en 2015 dans le cas optionnel où la SONES prendra en charge le coût supplémentaire à partir du revenu tarifaire. Dans ce cas, le tarif futur en 2025 enregistrera une hausse de 58 F.CFA/m³ à partir de cas de base.

Comme résultats des calculs mentionnés ci-dessus, le tarif de l'eau, dans le cas où les hypothèses dans l'Etude sont utilisées, sera de 686,7 F CFA/m³ dans le niveau du prix de 2015 en lieu et place du futur tarif simulé dans l'Etude Tarifaire de 2015. Cela équivaut à une hausse du tarif de 36,7% à partir du tarif de 2015.

Finalement, il convient de noter que l'Equipe d'Etude de la JICA n'a pu recevoir le modèle financier qui a été utilisé dans l'Etude Tarifaire 2015. Par conséquent, les calculs ci-dessus sur la base des opinions de l'Equipe et des informations limitées collectées dans le rapport de l'Etude Tarifaire. Le tarif réel de l'eau dans le futur sera recalculé et soumis au Ministère de l'Hydraulique par la SONES en utilisant le modèle financier mis à jour par l'Etude Tarifaire 2015.

10.4.2 Applicabilité de la Hausse de la Future Tarification

Tel que calculé dans le paragraphe précédent, la fourchette possible de la hausse de tarif de l'eau à partir de 2015 sera de 37%. D'autre part, comme il est expliqué dans le paragraphe 10.2.4, la capacité à payer est estimée à 157% du tarif actuel. Par conséquent, le tarif futur simulé d'ici 2025 sera dans la

portée abordable pour les usagers de l'eau. En outre, le taux d'augmentation réel du PIB par habitant au Sénégal est de 3,2% en moyenne de 1999 à 2003, ce qui se traduira par l'augmentation progressive de la capacité à payer des usagers des services d'approvisionnement en eau dans le pays.

CHAPITRE 11 ÉVALUATION DU PROJET ET PROPOSITIONS D'INDICATEURS POUR LA MESURE DES EFFETS DU PROJET

11.1 Évaluation du Projet

Sur la base des informations collectées, des plans, conceptions et analyses réalisés au cours de l'Étude et décrits dans les Chapitres précédents, la faisabilité du Projet de Construction de l'Usine de Dessalement d'Eau de Mer aux Mamelles par prôt en Yens, est évalué du point de vue technique, environnemental, social, financier, économique et institutionnel comme suit:

(1) Évaluation Technique

- Afin de satisfaire les besoins croissants en eau dans la région de Dakar, la capacité de production la plus appropriée de l'usine de Dessalement proposée est 50 000 m³/jour.
- La mise en service de l'usine de Dessalement est programmée à partir de 2021 et son extension dans le futur portera sa capacité à 100,000 m³/jour.
- Le procédé d'Osmose Inverse (OI), qui est la technologie de Dessalement d'eau de mer la plus utilisée, sera adoptée pour l'usine de Dessalement. Ce procédé permettra d'atteindre la qualité d'eau ciblée dans le cadre de cette étude, laquelle répond essentiellement aux normes de l'OMS.
- Le site proposé pour l'usine dispose d'un espace suffisant pouvant abriter une usine de Dessalement d'une capacité maximale de 100 000 m³/jour.
- L'usine de Dessalement sera en mesure de recevoir une alimentation électrique, suffisante et stable, à partir d'un câble à haute tension de 90 KV de la SENELEC.
- La demande spécifique en énergie de l'Usine de Dessalement des Mamelles y compris celle des deux stations de pompages de transmission d'eau de mer et d'eau traitée sera de ...3,9. KWh par m³ d'eau traitée. Ce spécifique est dans la gamme mondialement reconnue.
- Le projet prendra en compte la construction d'une station de pompage de l'eau traitée et l'installation de conduites de transfert d'eau traitée partant de l'usine Dessalement jusqu'aux réservoirs existants des Mamelles. Ce système permettra la distribution de l'eau traitée de l'usine de Dessalement vers les usagers par le biais des réservoirs existants et du réseau de distribution. Cependant, de nouvelles principales conduites de distribution devront être installées dans le cadre de ce présent Projet afin de renforcer le réseau existant et garantir une bonne desserte en eau aux usagers.
- L'amélioration du réseau de distribution d'eau pour réduire les pertes d'eau et atteindre une pression d'eau suffisante est nécessaire pour maximiser les bénéfices du Projet. Le renouvellement des vieilles conduites supérieures et les conduites de petit diamètre ainsi que celui des branchements sur le service à partir des conduites de distribution à renouveler seront inclus dans le Projet.

- Concernant l'amélioration du réseau de distribution d'eau, l'absence de tout lien entre l'inventaire des conduites et leurs identifications sur la cartographie du réseau constituera un problème. Par conséquent, dans ce Projet, la SONES et la SDE seront obligées de réaliser les travaux de renouvellement et de remplacement sur la base de l'analyse des incidents signalés et des travaux de détection de fuites, bien que cette approche puisse ignorer un grand nombre de conduites détériorées. Afin de permettre un renouvellement préventif des conduites pour une meilleure gestion de l'ENF, la SONES et la SDE devront apporter des améliorations au système d'inventaire et de cartographie.

(2) Évaluation Environnementale et Sociale

- Le Projet pourrait être à l'origine d'impacts environnementaux et sociaux négatifs. Cependant les travaux de conception de l'Étude seront en mesure de définir des contre-mesures permettant d'éviter ou d'atténuer ces impacts.
- L'Étude d'EIE du Projet réalisée par la SONES a débuté récemment en Septembre 2015. La SONES recevra le Certificat de Conformité Environnementale auprès de la DEEC d'ici Mars 2016 date prévue pour la signature de l'accord de prêt en Yens. La SONES a besoin de mettre en œuvre l'Étude d'EIE incluant les consultations publiques afin d'atteindre de manière efficiente les objectifs énumérés ci-dessus.
- Selon le Code de l'Environnement du Sénégal, la SONES a besoin d'un permis de construction pour pouvoir mettre en œuvre le Projet en raison du statut élevé du Phare des Mamelles érigé comme site historique. L'Équipe d'Étude de la JICA estime que la SONES sera en mesure d'acquiescer ce permis vu l'envergure de ce Projet à caractère public. Cependant, la SONES est invitée à soumettre la requête le plus rapidement possible après obtention du CCE.
- Le processus d'acquisition des terrains devant abriter l'usine de dessalement d'eau de mer ainsi que la station de pompage de transmission d'eau de mer est en cours. Le « Décret Présidentiel d'expropriation pour cause d'utilité publique » relatif aux terrains de 2,41 ha appartenant à des privés a été délivré le 3 Août 2015. Le montant des compensations aux propriétaires terriens privés sera déterminé en fonction du prix du marché par le biais de négociations entre la Commission d'Évaluation des Impenses des Mamelles et les propriétaires.
- Il est nécessaire de tenir des concertations publiques avec les parties prenantes pour les besoins d'une utilisation future du site de la plage, où la station de pompage d'eau de mer sera construite. Ces concertations seront organisées après pré-approbation du Rapport de l'Étude d'EIE programmée en Mars 2016.

(3) Évaluation Économique et Financière

Cette partie a été omise en raison de la confidentialité.

- Le Taux de Rentabilité Financière Interne (ci-après « TRFI ») calculé sur la base de la volonté de payer (VP) s'élevait à 5.6%. Si le TRFI est calculé sur la base de la Capacité de Payer CP, il s'élevait à 10.4%. Le TRFI dans les deux cas répond aux normes du CMPC (Coût Moyen Pondéré du Capital) du Projet (0,64%).
- Le Taux de Rentabilité Économique Interne (ci-après « TREI ») calculé sur la base de la volonté de payer (VP) s'élevait à 10.2%. Ce taux est conforme aux valeurs générales standards de 10%.

(4) Évaluation Institutionnelle

- Le Gouvernement du Sénégal sera l'emprunteur du prêt en Yens et la SONES, l'agence d'exécution du Projet. La SONES a mis en œuvre plusieurs projets de grande envergure avec l'assistance de bailleurs de fonds multilatéraux et bilatéraux. La SONES disposera d'une capacité suffisante pour mener à bien le Projet de prêt en Yens.
- L'E&M de l'usine de dessalement sera confié à un opérateur privé dans le cadre d'un contrat Conception-Construction-Exploitation. Ce type de contrat sera avantageux en termes de haute fiabilité technique étant donné que l'entrepreneur EPC (ou IAGC) qui s'est chargé de la conception et de la construction de l'usine et a acquis beaucoup d'expériences sera en charge d'effectuer les travaux d'E&M.

(5) Évaluation globale

Comme décrit précédemment, le Projet est nécessaire et d'une échelle raisonnable. Le plan technique du Projet garantit une production supplémentaire et une distribution d'eau potable avec un volume prévu de 50 000 m³/jour ainsi qu'une qualité d'eau suffisante qui répond aux normes de l'OMS en matière d'eau potable. En outre, l'usine de dessalement ne présentera aucun impact négatif considérable sur l'environnement et la société durant les phases de construction et d'exploitation. Du point de vue économique et financier le TREI et le TRFI répondent aux critères généraux d'évaluation de la viabilité du Projet. En plus sur le plan institutionnel, l'agence d'exécution à savoir la SONES sera dotée d'une capacité suffisante pour mettre en œuvre le Projet. L'E&M de l'usine seront confiées à un entrepreneur fiable dans le cadre d'un contrat Conception-Construction-Exploitation.

Comme conclusion de l'évaluation des considérations techniques, environnementales et sociales financières économiques et institutionnelles, l'Équipe d'Étude de la JICA estime que le projet est viable dans sa mise en œuvre à travers le prêt en Yens. Afin de procéder à la signature de l'accord de prêt prévu d'ici Mars 2016, la SONES devra cependant obtenir le permis de construire auprès du Ministère de l'Urbanisme et le CCE en plus d'achever les procédures d'acquisition des terrains.

11.2 Proposition d'Indicateurs de Performance pour la Mesure des Effets du Projet

Afin d'évaluer les effets du Projet après sa mise en œuvre, les indices de performance à surveiller sont proposés et présentés dans le Tableau 11.2.1. Les indicateurs directs du Projet sont catégorisés en indicateurs pour les travaux de construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI et pour les travaux d'amélioration du réseau de distribution existant.

En outre, l'Équipe d'Étude de la JICA propose des indicateurs indirects pour l'ensemble de la région de Dakar. La production supplémentaire de l'Usine de Dessalement ainsi que l'eau économisée du fait des travaux d'amélioration du réseau de distribution existant permettront à la SONES de dévier l'eau utilisée dans la Zone de Dakar 1 vers les autres zones. Les indicateurs de référence serviront à mesurer ces bénéfices directs qui sont escomptés d'être observés sur l'ensemble de la région de Dakar.

Tableau 11.2.1 Indicateurs de Performance pour la Mesure des Effets du Projet

No	Indices	Unité	Valeur ciblée		
			Valeur actuelle 2014	2023	Observations
Indicateurs pour la région de Dakar (Pour référence)					
1	Nombre de branchements au service	Nombre	312,558	418,652 ^{*3}	
2	Production annuelle	million m ³ /an	104.6	138,8 ^{*3}	
3	Volume annuel facturé	million m ³ /an	82.5	-	
Indicateurs pour les travaux de construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI aux Mamelles					
4	Production moyenne annuelle de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles	%	-	23,151	Figure 4.3.10
5	Production maximum annuelle de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles	m ³ /jour		50,000	Figure 4.3.11
Indicateurs pour les travaux d'amélioration du réseau de distribution existant dans la Zone Dakar 1					
6	Ratio d'Eau non Facturé	%	26.9%	20.0	
7	Volume d'Eau non Facturé	million m ³ /an	15.2	-	
8	Desserte de la disponibilité de l'eau de 24 heures	%	68,3	100	A mesurer par l'Enquête de Satisfaction de la Clientèles réalisée par la SONES
9	Couverture des services de distribution d'eau avec une pression de l'eau stable et suffisante	%	36,9	100	

*1: L'évaluation se déroulera 2 ans après l'achèvement du Projet.

*2: Etude sur la Tarification réalisée par la SONES (2015) (Révision de la Grille Tarifaire des Services d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Urbain)

*3: Enquête de Référence Sociale réalisée dans le cadre de l'Etude (Voir Tableaux 3.3.7 et 3.3.8)

*4: Calculé à partir des besoins en eau excluant les pertes en eau dans la Zone de Dakar 1 en 2020 (48 648 millions de m³/an) et 2025 (55 021 millions de m³/an) dans l'Etude sur la Tarification (Tableau 65 du « Rapport Provisoire Etape 3 ») et le Ratio d'ENF ciblé (20%)

Source: Équipe d'Étude de la JICA

Comme pour les indicateurs N° 8 et N° 9, les valeurs actuelles telles que le niveau de base se réfère à l'Enquête de Référence Sociale réalisée dans le cadre de l'Etude. Les sources optionnelles de référence pour le niveau des indicateurs de service est l'Enquête de Satisfaction des Clients réalisée par la

SONES en 2012 (Mission d'Enquêtes de Satisfaction des Clients de la SONES dans le Cadre de la Démarche Qualité), qui a été expliqué dans le point (1) de la Sous-section 3.3.2.

Dans l'Enquête de Satisfaction des Clients, 294 répondants sur 1 361 ont présenté leur insatisfaction concernant les services d'approvisionnement en eau de la SONES, comme indiqué dans le Tableau 3.3.6, où 78,4% du taux de satisfaction est présentée. Pour les répondants ayant présenté leur insatisfaction, comme indiqué dans le Tableau 11.2.2, 157 ou 53,4% ont attribué leur mécontentement à « une production insuffisante d'eau », et 81 ou 27,6% ont attribué cela à « la faible pression d'eau ».

Dans le cadre de cette Etude, les résultats de l'Enquête de Satisfaction des Clients n'ont pas été utilisés dans la proposition des indicateurs des effets du Projet parce que le rapport d'enquête ne présente pas les raisons de l'insatisfaction par zone. Néanmoins, la répartition des raisons concernant l'insatisfaction par zone pourrait être connue à partir des données rétrospectives du rapport d'enquête, même si elle n'a pas été fournie à l'Equipe d'Etude de la JICA cours de l'Etude. Si les données rétrospectives sont disponibles au niveau de la SONES, les indicateurs N° 8 et N° 9 peuvent être remplacés par « taux d'insatisfaction au volume d'eau » et « taux d'insatisfaction concernant la pression de l'eau » dont les valeurs actuelles se référeront à partir de l'enquête de satisfaction de la clientèle.

Tableau 11.2.2 Raisons d'Insatisfaction concernant le Niveau des Services d'Approvisionnement en Eau dans toute la Région de Dakar établies dans l'Enquête de Satisfaction des Clients de la SONES en 2012

Raisons d'Insatisfaction	No. de répondants	%
Production d'eau insuffisante	157	53,4%
Faible pression d'eau	81	27,6%
Faible qualité de l'eau	24	8,2%
Faible pression de l'eau	17	5,8%
Difficulté d'accès au compteur d'eau	11	3,7%
Couverture limitée du réseau d'approvisionnement en eau	9	3,1%
Aucune satisfaction par rapport aux réclamations	294	100,0%

* Nombre total d'échantillons de l'Enquête était de 1 361.

Source: Enquête de Satisfaction des Clients réalisée par la SONES en 2012

11.3 Adaptation aux Changements Climatiques

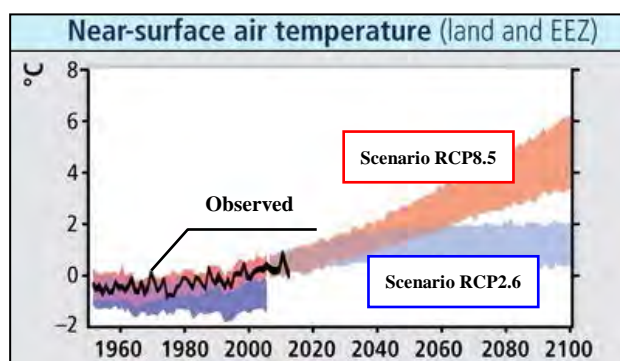
11.3.1 Changement Climatique dans la Région de Dakar

Selon le Panel Intergouvernemental sur le Changement Climatique, les résultats de simulation du modèle climatique font état d'une forte possibilité d'augmentation de température au niveau de toute l'Afrique dans les deux scénarios du « Representative Concentration Pathways » (ci-après désigné « RCP ») 2.6 et RCP 8.5 comme indiqué sur la Figure 11.3.1.

Au Sénégal, il est signalé que la montée progressive du niveau de la mer se traduit par l'érosion côtière et l'intrusion de l'eau salée dans les rivières.

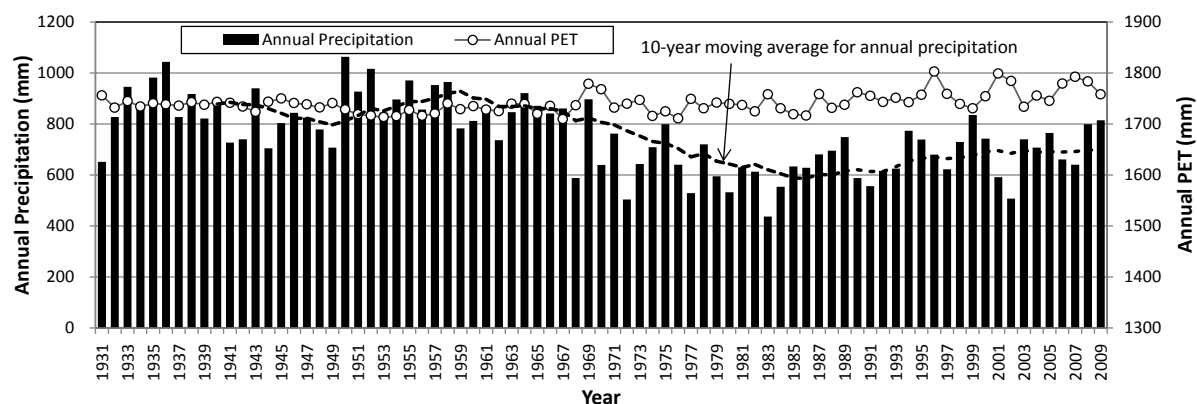
Concernant les précipitations, celles annuelles observées à Dakar ont enregistré une légère tendance à la baisse dans le long terme comme présenté sur la Figure 11.3.2. Concernant le taux d'évaporation il a progressivement augmenté surtout à partir de 1975. En outre, les prévisions font état d'une diminution du niveau des eaux souterraines, dont le suivi a été mené récemment. Cette diminution se poursuivra si aucun changement n'est apporté à cette situation. Ces tendances pourront être à l'origine de la détérioration du volume de ressources en eau disponible au Sénégal aussi bien que dans la Région de Dakar.

Dans le contexte mentionné ci-dessus, l'adaptation aux changements climatiques dans la Région de Dakar est prise en considération dans cette section.



Source: Changements Climatiques 2014: Impacts, Adaptation et (Panel Intergouvernemental sur le Changement Climatique)

Figure 11.3.1 Variations observées et simulées dans le passé et température moyenne future prévisionnelle de la Communauté de l'Afrique de l'Est-Autorité Intergouvernementale sur le Développement



Source: Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie du Sénégal

Figure 11.3.2 Changements des Précipitations au Sénégal

11.3.2 Adaptation aux Changements Climatiques dans le Secteur Hydraulique

Comme expliqué dans le paragraphe ci-dessus, les changements climatiques peuvent causer la réduction des ressources en eau au niveau de la région de Dakar. En outre, le niveau de la mer autour du site du Projet peut augmenter en raison de la hausse mondiale de la température.

Dans ces circonstances, l'éventuelle adaptation aux changements climatiques dans le secteur hydraulique au niveau de la région de Dakar sera composé des trois aspects ou approches suivants:

- La sécurisation d'une quantité suffisante de ressources en eau pour permettre un approvisionnement en eau en continu aux usagers
- La conception de l'interface des ouvrages avec des masses d'eau dans le système d'approvisionnement tels que les ouvrages de prises d'eau et de rejet d'effluents pour maintenir leurs fonctions de lutte contre la possible montée du niveau de la mer
- La conception des ouvrages d'approvisionnement tout en prenant en compte des mesures pour éviter des inondations du fait de la possible montée du niveau de la mer

11.3.3 Évaluation du Projet sous l'Angle de l'Adaptation aux Changements Climatiques

(1) Validité du Projet comme adaptation au changement climatique

Le Projet utilisera l'eau de mer qui possède une quantité potentielle illimitée en tant que ressources en eau et ce potentiel ne sera pas affecté par les changements climatiques. La mise en œuvre du Projet proprement dit est une adaptation aux changements climatiques vu que le Projet contribuera à un approvisionnement en eau durable quel que soit les situations des changements climatiques, à la différence des projets conventionnels qui utilisent les eaux de surface ou eaux souterraines.

(2) Vulnérabilités du Projet et contremesures au changement climatique

- 1) Prévention des inondations sur le site de la station de pompage d'eau de mer pouvant être causée par l'élévation du niveau de la mer.

Afin d'extraire l'eau de mer du point de prise et de la transférer à l'usine de dessalement, une station souterraine de pompage sera construite à proximité de la Côte. Étant donné que le niveau d'élévation du sol de la station de pompage n'est pas aussi élevé que celui de la mer, la prévention d'inondations dues à une hausse du niveau marin, sera pris en compte dans la conception de cette station de pompage.

Selon l'« Étude Économique et Spatiale de la Vulnérabilité et l'Adaptation aux Changements Climatiques des Zones Côtières au Sénégal » réalisée en Juin 2013 par la Banque Mondiale, il est prévue à l'horizon 2080, une élévation globale du niveau marin de 0.80 m. En outre, les données observées dans la région de Dakar indiquent que la hauteur maximale des vagues est de +2.87 m au-dessus du niveau moyen (DNMM) de la mer. Sur la base de ces prévisions et observations, la hauteur maximale des vagues pourrait augmenter jusqu'à + 3,67 m au-dessus du niveau moyen de la mer (DNMM) d'ici 2080.

D'autre part, le calage du niveau de la station de pompage par rapport au niveau du sol a donné une valeur de +5.93m supérieure à 2,26m, représentant la hauteur maximale possible des vagues. Par conséquent, la station de pompage de l'eau de mer ne sera pas inondée par une possible hausse du niveau marin.

2) Sécurisation des fonctions de la prise d'eau de mer et de la station de pompage de l'eau de mer

Le niveau de l'eau dans la station souterraine de pompage d'eau de mer fluctuera en fonction du niveau marin. En d'autre terme, si le niveau marin augmente, le niveau dans la chambre des pompes de la station de pompage augmente également. Sous l'angle de l'adaptation au changement climatique, la chambre des pompes devra être à l'abri de tout débordement d'eau provenant de la mer afin de maintenir le fonctionnement des ouvrages de prises en marche même en cas de hausse du niveau de la mer due aux changements climatiques.

D'après la conception de la chambre des pompes de la station de pompage de l'eau de mer, le niveau de l'eau dans la chambre des pompes devra être inférieur à +4,4 m au-dessus du niveau moyen (DNMM) de la mer. Par ailleurs en considérant l'élévation du niveau marin de 0.80 m à l'horizon 2080, le niveau maximal de la marée observé sur cinq ans (+1.04m) et les pertes de charges sur les conduites sous-marines de prise d'eau (1.64 m), le niveau maximal d'eau possible dans la chambre de pompage devrait s'élever à 0.2 m (+1.04 m +0.80 m -1.64m) au-dessus du niveau moyen de la mer (DNMM) ; Ce qui est inférieur à 4.4 m, du niveau acceptable de l'eau dans la chambre de pompage.

Par conséquent la fonction de prise d'eau de mer de la station de pompage sera maintenues quelques soit la hausse du niveau marin.

3) Maintenance du taux de rejet de saumure à la mer

Il est prévu de rejeter la saumure provenant de l'usine de dessalement en mer par écoulement gravitaire, en utilisant la dénivelée existant entre le niveau d'eau du réservoir de stockage des effluents installé dans l'usine et le niveau marin. Par voie de conséquences, la hausse du niveau marin pourrait causer une réduction de la capacité de rejet de saumure.

Cependant la dénivelée entre le niveau d'eau du réservoir de stockage des effluents et le niveau de la mer représente plus de 40 m. La possible élévation du niveau marin de 0.80 m à l'horizon 2080, n'impactera jamais la réduction de capacité de l'émissaire de rejet de saumure.

CHAPITRE 12 RECOMMANDATIONS

12.1 Risques liés à la mise en œuvre du Projet et Contremesures

L'Équipe d'Étude de la JICA a extrait à partir de toutes les descriptions ou explications sur le Projet mentionnées dans les Chapitres précédents quelques risques qui pourraient entraver la mise en œuvre du Projet ou détériorer ses avantages. Des mesures d'aversion ou de mitigation contre de tels risques sont proposées dans le Tableau 12.1.1.

Tableau 12.1.1 Risques liés à la mise en œuvre du Projet et les Mesures d'Aversion ou de Mitigation

Risques		Politique de correspondances/Contremesures
Désignation	Description	
1. Risque de retard du fait des lenteurs de l'exécution de l'Étude d'EIE et de la délivrance tardive du Certificat de Conformité Environnementale (CCE)	Les lenteurs dans la mise en œuvre de l'Étude d'EIE et la consécutive tardive délivrance du CCE pourraient retarder l'accord de prêt et la réalisation du Projet.	<u>Politique: Aversion</u> - La SONES devra séparer le contrat de l'Étude d'EIE du Projet de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer par OI pour la Grande Côte avec celui du Projet de l'Usine de Dessalement aux Mamelles ou retarder l'Étude d'EIE pour la Grande Côte. Cela permettra d'éviter le risqué de retard pouvant résulter de l'éventuelle tardive identification de l'emplacement du site du Projet pour la Grande Côte. - La SONES devra soumettre les résultats intermédiaires de l'Étude d'EIE à la DEEC pour examen afin que l'évaluation des résultats finaux soit menée au mieux.
2. Risque de retard du fait de tout manquement dans les résultats de l'enquête sur les conditions naturelles du site	La SONES réalisera une étude des conditions naturelles comme faisant partie de l'Étude d'EIE et dont les résultats seront utilisés dans la conception détaillée par l'entrepreneur EPC. Si les résultats d'avèrent insuffisants, l'entrepreneur EPC devra aménager un calendrier pour les études supplémentaires, ce qui pourrait retarder la mise en œuvre du Projet.	<u>Politique: Aversion</u> - Lorsque l'Étude d'EIE démarrera, le plan de travail détaillé du consultant devra être examiné par des experts expérimentés en dessalement d'eau de mer par OI*. Les experts fourniront quelques instructions ou recommandations au consultant, au besoin. - Les experts mentionnés précédemment se chargeront d'examiner les résultats intermédiaires ou mensuels de l'Étude.
3. Risque de désapprobation de la demande du permis de construire	La construction de l'Usine de Dessalement de l'Eau de Mer aux Mamelles requiert la préalable délivrance d'un permis de construction de l'usine à proximité du Phare des Mamelles, l'un des monuments historiques classés. Si la demande n'est pas approuvée, la construction ne sera pas possible. En outre, la soumission ne s'avère possible qu'après délivrance du CCE.	<u>Politique: Aversion</u> - La SONES devra démarrer le plus tôt possible des concertations avec le Ministère de l'Urbanisme avant la délivrance du CEE et permettre une rapide acquisition du permis de construire après la délivrance du CCE. - La SONES devra soumettre une requête officielle pour l'obtention du permis de construire le plus tôt possible après délivrance du CCE.

Risques		Politique de correspondances/Contremesures
Désignation	Description	
4. Risque de retard du fait de l'état d'avancement tardif de l'acquisition des terrains	Si l'acquisition de terrain n'est pas réalisée comme programmée, l'accord de prêt et la livraison du Projet pourraient être retardés.	<u>Politique: Aversion</u> - La SONES devra inviter la Commission d'Évaluation des Impenses du Site des Mamelles à une rapide mise en œuvre des négociations avec les propriétaires terriens.
5. Risque de détérioration de l'exploitation de l'usine de dessalement du fait d'une E&M insuffisante	Si l'E&M de l'usine n'est pas correctement effectuée, l'usine ne sera pas en mesure de fournir le volume et la qualité d'eau traitée escomptés.	<u>Politique: Aversion</u> - La SONES devra confier les travaux de l'E&M de l'usine à une compagnie qualifiée dans le domaine. - La SONES devra préparer le contrat de Conception, Construction et Exploitation (CCE) qui garantit une E&M appropriée.
6. Risque de détérioration des avantages du Projet du fait du faible taux d'exploitation de l'usine.	Le taux d'exploitation de l'usine pourrait être faible en raison de son coût élevé d'exploitation. Un trop faible taux d'exploitation pourrait être à l'origine de la détérioration des avantages du Projet.	<u>Politique: Mitigation</u> - La SONES devra mettre en place un mécanisme pour déterminer le meilleur équilibre dans les productions d'eau des ressources disponibles d'un point de vue de diversification des ressources en eau. - La SONES devra préparer le contrat d'E&M de l'usine de sorte que son coût d'exploitation sera correctement compensé à l'exécutant de l'E&M.
7. Risque de détérioration des avantages du Projet du fait de manquements dans le système de distribution	D'éventuelles défaillances dans le système de distribution d'eau des Réservoirs des Mamelles pourraient empêcher la production de l'Usine de Dessalement aux Mamelles d'être desservie aux usagers d'eau.	<u>Politique: Mitigation</u> - La détérioration âgée devrait être acceptée dans une certaine mesure. Cependant, la SONES devra superviser le Fermier de sorte que les inspections et maintenances des installations seront soigneusement exécutées, particulièrement pour celles n'ayant pas de système de secours.

*SWRO: Dessalement de l'Eau de Mer par Osmose Inverse

Source: Équipe d'Étude de la JICA

12.2 Recommandations sur une éventuelle coopération entre Bailleurs de Fonds pour l'amélioration des services d'approvisionnement en eau dans la Région de Dakar

Comme décrit dans la Section 10.4, la SONES a réalisé une étude sur le futur niveau du taux de l'eau en vue des services d'approvisionnement en eau durables. Cette étude a conclu que le taux des besoins en eau devant être augmenté est de 37% au maximum à l'horizon 2025 pour couvrir les coûts des projets à grande échelle planifiés et à mettre en œuvre dans un court délai de même que les coûts d'E&M des usines de dessalement d'eau de mer par osmose inverse. D'autre part, la volonté à payer des usagers les services d'approvisionnement en eau est seulement au même niveau que le taux de l'eau actuel, ce qui a été également confirmé dans l'enquête de référence sociale réalisée par l'Étude.

Afin de maintenir le statut de fournisseur d'approvisionnement en eau bien-apprécié des usagers, il est nécessaire que la SONES fasse des efforts pour élargir la compréhension et la coopération des services d'approvisionnement en eau entre citoyens. L'Équipe d'Étude de la JICA recommande que les bailleurs de fonds assistant conjointement la SONES dans de tels efforts qui comporteront les activités suivantes:

- Publicité sur l'amélioration réalisée dans les services d'approvisionnement en eau et les visions et plans des améliorations supplémentaires
- Programme de sensibilisation sur la nécessité de la part appropriée au niveau des usagers sur le coût du service de la tarification de l'eau pour une durabilité des services d'approvisionnement en eau.

Du point de vue technique, les bailleurs de fonds ont des plans pour fournir des assistances financières aux constructions de nouvelles installations de production d'eau supplémentaire telles que les forages, usines de traitement d'eau et usine de dessalement d'eau de mer. Comme souligné dans l'Étude, cependant, il existe un grand potentiel d'économie de l'eau par la réduction des pertes en eau dans la Région de Dakar. La récupération de la perte en eau permettra de réduire les investissements sur les installations de production d'eau supplémentaires, ce qui par conséquent tendra à atténuer la hausse du taux de l'eau.

Pour que la SONES réalise la réduction d'eau, il est nécessaire que la SONES et les bailleurs de fonds partagent les situations actuelles des pertes en eau dans la région et un plan intégré de réduction. L'Équipe d'Étude de la JICA recommande que les bailleurs de fonds assistent également de manière conjointe la SONES dans la réduction des pertes d'eau qui nécessiteront les activités suivantes :

- Amélioration de la base de données de l'inventaire et la cartographie du réseau de distribution qui sont les informations de base pour l'établissement et la mise en œuvre du plan validé de réduction d'eau.
- Enquête et étude sur les conditions actuelles et causes des pertes d'eau dans la Région de Dakar.
- Détermination du niveau cible de la réduction des pertes d'eau, ce qui permettra d'atteindre le meilleur équilibre financier entre les investissements sur la réduction des pertes d'eau et les nouvelles installations de production d'eau.
- Établissement des plans à moyen et long terme de réduction des pertes d'eau et sécurisation du budget de leur mise en œuvre.

Dans le cadre du Projet, les pertes en eau dans la Zone de Dakar 1 qui comptabilisent les pires conditions de pertes dans la Région de Dakar seront réduites. Cependant ces nettes améliorations réalisées par le Projet devront être maintenues. En outre, les conditions dans les Zones de Dakar 2 et Rufisque pourraient se détériorer progressivement dans un futur proche. Par conséquent, il est escompté que les bailleurs de fonds seront en mesure de fournir des assistances à la SONES afin qu'elle puisse effectuer un suivi et une maintenance appropriés du réseau de distribution d'eau pour l'ensemble de la Région de Dakar.