REPUBLIQUE DU SENEGAL
OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT DU SENEGAL
AGENCE NATIONALE POUR LA PROPRETE DU SENEGAL

PROJET D'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES, DES EAUX PLUVIALES ET DES DECHETS SOLIDES DE LA VILLE DE KAOLACK EN REPUBLIQUE DU SENEGAL

RAPPORT FINAL

Volume I: Resume

MARS 2014

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD
EARTH AND HUMAN CORPORATION

GE
JR
14-075

REPUBLIQUE DU SENEGAL
OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT DU SENEGAL
AGENCE NATIONALE POUR LA PROPRETE DU SENEGAL

PROJET D'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES, DES EAUX PLUVIALES ET DES DECHETS SOLIDES DE LA VILLE DE KAOLACK EN REPUBLIQUE DU SENEGAL

RAPPORT FINAL

Volume I: Resume

MARS 2014

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE (JICA)

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD
EARTH AND HUMAN CORPORATION

COMPOSITION DU RAPPORT FINAL

Volume I	**:**	**Résumé**
Volume II	**:**	**Rapport Principal**
Volume II	**:**	**Rapport Principal** **Dessins et Notes de Conception**

TAUX DE CHANGE UTILISES DANS LA
"PARTIE I : PLAN DIRECTEUR" DU PRESENT RAPPORT

EUR	1,00	= FCFA 655,957 = USD	1,305 = JPY		109,545
USD	1,00	= FCFA 502,649 = EUR	0,766 = JPY		83,943
JPY	100,00	= FCFA 598,823 = USD	1,191 = EUR		0,913

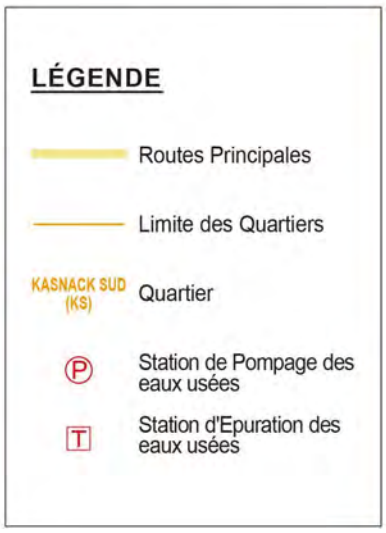
(En décembre 2012)

TAUX DE CHANGE UTILISES DANS LA
"PARTIE II : ETUDE DE FAISABILITE" DU PRESENT RAPPORT

EUR	1,00	= FCFA 657,071 = USD	1,326 = JPY		130,100
USD	1,00	= FCFA 495,455 = EUR	0,754 = JPY		98,100
JPY	100,00	= FCFA 505,051 = USD	1,019 = EUR		0,769

(En août 2013)

Note : les Tableaux et les Figures sans indication de source ont été élaborés sur la base des données ou des informations recueillies directement ou analysées de façon indépendante par l'Equipe d'Experts de la JICA.



CARTE DE LOCALISATION

Eaux usées déversées à la rue	Travaux de curage manuel
Camion hydrocureur	Station de pompage existante (SP N°2)
Station de pompage existante (SP N°3)	Station d'épuration des eaux usées (Dessableur)
Station d'épuration des eaux usées (Lagune aérée)	Station d'épuration des eaux usées (Bassin de maturation)

PHOTOGRAPHIES (ASSAINISSEMENT)

Conditions d'inondation (zone basse)

Conditions d'inondation (zone non desservie par un système de drainage)

Drainage par pompe mobile

Déchets solides déversés illégalement et sédiments dans un canal (1)

Déchets solides déversés illégalement et sédiments dans un canal (2)

Tuyau d'égouts sortant d'une maison vers un fossé de drainage

Canal en terre par excavation

Obstacles dans un canal de drainage à ciel ouvert

PHOTOGRAPHIES (DRAINAGE)

Site de transfert de déchets abandonné (1)

Site de transfert de déchets abandonné (2)

ROC (Ramassage d'Ordures par Charrette), charette à âne

Décharge sauvage du système ROC

Décharge sauvage (Médina Mbaba)

Déchets biomédicaux (Bongré)

Décharge finale existante
(village de Mbadakhoune)

Décharge finale proposée
(village de Mbadakhoune)

PHOTOGRAPHIES (DECHETS SOLIDES)

Carte de Localisation
Photographies

TABLE DES MATIERES

Table des Matières ..... **i**
Liste des Tableaux ..... **vii**
Liste des Figures ..... **ix**
Liste des Photos ..... **x**
Abréviations ..... **xi**

PARTIE I PLAN DIRECTEUR

CHAPITRE 1. Introduction **1**
1.1 Contexte 1
1.2 Objectifs du Projet 1
1.3 Zone du Projet 1
1.4 Calendrier du Projet 1
1.5 Membres du Projet 2
CHAPITRE 2. Conditions de base **3**
2.1 Aperçu de la ville de Kaolack 3
2.1.1 Généralités 3
2.1.2 Adduction d'eau 3
2.1.3 Météorologie 4
2.1.4 Autres 5
2.2 Economie et Organisations 6
2.2.1 Aspects économiques du Sénégal 6
2.2.2 Organisations connexes 7
2.3 Assainissement 9
2.3.1 Réseau d'égouts 9
2.3.2 Station d'épuration des eaux usées 10
2.4 Drainage des eaux pluviales 12
2.4.1 Réseau de drainage des eaux pluviales existant 12
2.4.2 Maintenance du réseau de drainage 14
2.4.3 Conditions d'inondation 14
2.5 Gestion des déchets solides 15
2.5.1 Conditions générales de la gestion des déchets solides 15
2.5.2 Plan directeur 16
2.5.3 Système actuel de la gestion des déchets solides 16
2.6 Considérations environnementales et sociales 19

2.6.1 Lois et directives sur les considérations environnementales 19
2.6.2 Processus de l'EES et de l'EIE 20
2.6.3 Plan et politique environnemental du Sénégal 23
2.6.4 Conditions environnementales et sociales de la ville de Kaolack 23
CHAPITRE 3. Concept de la planification d'ensemble 24
3.1 Contexte du développement national 24
3.2 Concept de planification 24
3.2.1 Visions et objectifs 24
3.2.2 Année cible et zone de planification 25
3.3 Projection de la population de la ville de Kaolack 25
CHAPITRE 4. Plan d'amélioration du système d'assainissement 27
4.1 Concept de planification 27
4.1.1 Objectifs de planification 27
4.1.2 Stratégie de la planification 27
4.1.3 Année cible 27
4.2 Projection du cadre de l'amélioration future 27
4.2.1 Quartiers connexes 27
4.2.2 Population 28
4.2.3 Projection de demande future 28
4.2.4 Conditions de conception 29
4.3 Concept de développement du système d'assainissement 30
4.3.1 Etude alternative pour l'amélioration du système d'assainissement 30
4.3.2 Système de traitement autonome 36
4.4 Plan d'amélioration structurelle du système d'assainissement 39
4.4.1 Réseau d'égouts 39
4.4.2 Station d'Epuration des eaux usées et ouvrages de traitement des boues de vidange 41
4.5 Plan d'exploitation et de maintenance 42
4.5.1 Réseau d'égouts 42
4.5.2 Station de pompage 42
4.5.3 Station d'épuration des eaux usées et ouvrages de traitement des boues de vidange 42
4.6 Estimation préliminaire de coût du Projet 43
4.6.1 Coût de construction 43
4.6.2 Coût du Projet 43
4.6.3 Coût d'exploitation et de maintenance 44
4.7 Plan de mise en œuvre 44
4.7.1 Projets par phases et composantes des projets 44

4.7.2 Projets prioritaires 48
4.8 Analyse économique 49
4.8.1 Coût du Projet 49
4.8.2 Avantages du Projet 49
4.8.3 Résultats de calcul 50
4.9 Analyse financière 50
4.9.1 Préconditions 50
4.9.2 Coût du Projet 50
4.9.3 Bénéfices du Projet 50
4.9.4 Résultats de calcul 51
CHAPITRE 5. Plan de gestion de drainage des eaux pluviales 52
5.1 Concept de planification 52
5.1.1 Objectifs de planification 52
5.1.2 Zone de planification et année cible 52
5.1.3 Conditions de planification 52
5.1.4 Evaluation du réseau de drainage existant 53
5.1.5 Mesures nécessaires à l'égard de la gestion de drainage des eaux pluviales 53
5.2 Etude alternative pour l'amélioration structurelle du drainage des eaux pluviales 53
5.2.1 Cadre des Alternatives 53
5.2.2 Comparaison des Alternatives 56
5.3 Plan d'amélioration structurelle de drainage des eaux pluviales 56
5.3.1 Plan d'amélioration structurelle de la partie nord de la zone de drainage 56
5.3.2 Plan d'amélioration structurelle de la partie ouest de la zone de drainage 57
5.3.3 Plan d'amélioration structurelle de la partie sud-est de la zone de drainage 59
5.3.4 Plan d'amélioration structurelle de la partie centrale de la zone de drainage 60
5.4 Plan d'exploitation et de maintenance 60
5.4.1 Organisation responsable d'exploitation et de maintenance 60
5.4.2 Méthode d'exploitation et de maintenance 61
5.5 Estimation préliminaire de coût du Projet 61
5.5.1 Coût de construction 61
5.5.2 Coût du Projet 62
5.5.3 Coût d'exploitation et de maintenance 62
5.6 Etablissement des priorités du Projet et plan de mise en œuvre 62
5.6.1 Etablissement des priorités du Projet 62
5.6.2 Plan de mise en œuvre 63
5.6.3 Projet prioritaire 64
5.7 Analyse économique 65

5.7.1 Coût du Projet....65
5.7.2 Avantage du Projet....65
5.7.3 Résultat de calcul....65
5.8 Analyse financière....65
CHAPITRE 6. Plan de gestion des déchets solides....66
6.1 Plan directeur existant de la gestion des déchets solides de Kaolack....66
6.1.1 Aperçu du plan directeur de la gestion des déchets solides de Kaolack....66
6.1.2 Etat actuel et commentaires sur le plan directeur existant de la GDS de Kaolack 66
6.2 Projet de la BID prévu....67
6.2.1 Aperçu du projet....67
6.2.2 Projet de GDS pour la ville de Kaolack....67
6.2.3 Recommandations....67
6.3 Plan préliminaire de GDS de Kaolack....68
6.3.1 Problèmes sur la GDS à Kaolack et résultats de l'enquête par entrevue....68
6.3.2 Concept de planification....69
6.3.3 Préconditions de planification....70
6.3.4 Concept d'amélioration du système de la GDS....72
6.3.5 Déchets dangereux....75
6.3.6 Considérations financières....76
6.3.7 Recommandations....77
CHAPITRE 7. Considérations environnementales et sociales....79
7.1 Mise en œuvre de l'EES à l'étape du Plan Directeur....79
7.2 Considérations environnementales et sociales sur les Alternatives....79
7.2.1 Evaluation des alternatives/projets du point de vue de considérations environnementales et sociales....79
7.2.2 Evaluation des Alternatives dans le cadre du Plan Directeur....79
7.2.3 Evaluation des projets prioritaires....81
7.2.4 Impacts environnementaux sans projets (option zéro) et projection environnementale....84

PARTIE II ETUDE DE FAISABILITE

CHAPITRE 8. Configuration organisationnelle pour la mise en œuvre du projet....85
8.1 Organisations/acteurs liés au Projet....85
8.1.1 Ministères et agences au niveau national....85
8.1.2 Organisations/acteurs liés au niveau régional....86
8.1.3 Organisations/acteurs liés au niveau de la ville et de la communauté locale....87
8.2 Evaluation de la capacité des organisations/acteurs....87

8.2.1 Contexte 87
8.2.2 Résultats de l'évaluation de la capacité 88
8.3 Configuration organisationnelle pour la mise en œuvre du Projet 88
CHAPITRE 9. Plan d'amélioration de l'assainissement 90
9.1 Général 90
9.1.1 Introduction 90
9.1.2 Composantes du projet prioritaire 90
9.2 Conception préliminaire des ouvrages d'assainissement 92
9.2.1 Préconditions de la conception 92
9.2.2 Réseau de collecteurs 92
9.2.3 Station de pompage des eaux usées 93
9.2.4 Station d'Epuration des eaux usées 93
9.3 Plan de construction 101
9.4 Estimation de coût 101
9.4.1 Coût de construction et coût d'ingénierie 101
9.4.2 Coût du projet 102
9.4.3 Coût d'exploitation et de maintenance 103
9.5 Analyse économique et financière 103
9.5.1 Analyse économique sur le projet prioritaire 103
9.5.2 Analyse financière sur le projet prioritaire 103
9.5.3 Analyse financière sur l'ONAS 104
9.6 Evaluation d'impact sur l'environnement 104
9.6.1 Composante du Projet 104
9.6.2 Activités exigeant des considérations environnementales 104
9.6.3 Apeçu de la zone du projet et étendue de l'évaluation 104
9.6.4 Considérations sur le milieu naturel et social 105
9.6.5 Alternatives "Avec Projet" 105
9.6.6 Gestion et suivi environnemental 106
9.6.7 Rôle des agences chargées de la mise en œuvre 107
9.7 Programme de mise en œuvre 108
9.7.1 Conditions de base 108
9.7.2 Plan de mise en œuvre 108
9.7.3 Services de conseils 109
9.7.4 Calendrier de mise en œuvre 109
9.7.5 Calendrier de décaissement 110
9.8 Indicateurs d'exploitation et d'effet 110
9.9 Evaluation du projet 111

CHAPITRE 10. Plan de gestion du drainage des eaux pluviales 112
10.1 Général 112
10.1.1 Composantes du projet prioritaire 112
10.2 Conception préliminaire des ouvrages hydrauliques 113
10.2.1 Conditions de conception 113
10.2.2 Dalot de drainage 113
10.2.3 Station de pompage 115
10.2.4 Bassin de rétention 116
10.3 Plan de construction 118
10.4 Estimation de coût 120
10.4.1 Coût de construction et coût d'ingénierie 120
10.4.2 Coût du projet 120
10.4.3 Coût d'exploitation et de maintenance 121
10.5 Analyse économique et financière 121
10.5.1 Analyse économique sur le projet prioritaire 121
10.5.2 Analyse financière sur le projet prioritaire 121
10.6 Evaluation d'impact sur l'environnement 122
10.6.1 Composante du projet 122
10.6.2 Activités exigeant des considérations environnementales et sociales 122
10.6.3 Apeçus de la zone du projet et étendue de l'évaluation 122
10.6.4 Considérations sur le milieu naturel et social 122
10.6.5 Alternatives "Avec Projet" 123
10.6.6 Gestion et suivi environnemental 123
10.6.7 Rôles de l'agence chargée de la mise en œuvre : la Mairie de Kaolack 124
10.7 Programme de mise en œuvre 124
10.7.1 Conditions de base 124
10.7.2 Plan de mise en œuvre 124
10.7.3 Services de conseils 125
10.7.4 Calendrier de mise en œuvre 125
10.7.5 Calendrier de décaissement 126
10.8 Indicateurs d'exploitation et d'effet 126
10.9 Evaluation du projet 126
CHAPITRE 11. Conclusion et recommandation 128
11.1 Conclusion 128
11.2 Recommandations 129

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Membres du Projet 2
Tableau 2.1 Consommation moyenne journalière d'eau dans la ville de Kaolack..... 4
Tableau 2.2 Température et précipitations moyennes mensuelles à Kaolack 5
Tableau 2.3 PIB par habitant (en USD) 6
Tableau 2.4 Inflation (%, Déflateur du PIB) 6
Tableau 2.5 Budget total de la Mairie de Kaolack 9
Tableau 2.6 Objectifs du plan directeur 2008 de la ville de Kaolack..... 16
Tableau 2.7 Production de déchets et ses collectes en 2007 et 2010..... 16
Tableau 2.8 Système actuel de collecte et de transport des déchets de la ville de Kaolack 17
Tableau 2.9 Etudes d'impact requises selon les installations classées 20
Tableau 3.1 Résultats de la projection..... 26
Tableau 4.1 Récapitulatif de la production des eaux usées par habitant 29
Tableau 4.2 Production de charges polluantes par habitant 29
Tableau 4.3 Critères de conception et formules de calcul..... 29
Tableau 4.4 Liste de Stations d'Epuration des eaux usées en service au Sénégal..... 30
Tableau 4.5 Profil des méthodes de traitement à adopter..... 31
Tableau 4.6 Profil des Alternatives (STEP) 35
Tableau 4.7 Classement des Alternatives 36
Tableau 4.8 Planification de paramètres de base pour le traitement des boues de vidange 38
Tableau 4.9 Dimensions de nouveaux collecteurs proposées..... 40
Tableau 4.10 Tronçons de collecteurs en amiante-ciment à remplacer..... 40
Tableau 4.11 Amélioration des stations de pompage..... 40
Tableau 4.12 Ouvrages de traitement dans la STEP 41
Tableau 4.13 Travaux de maintenance et éléments d'inspection 42
Tableau 4.14 Inspection et maintenance de la STEP et des ouvrages de traitement des boues de vidange 42
Tableau 4.15 Coût du Projet..... 43
Tableau 4.16 Profil des Composantes Soft..... 48
Tableau 4.17 Projets prioritaires (Station d'Epuration)..... 49
Tableau 4.18 Contenus du Projet, effets attendus et avantage 49
Tableau 4.19 VDP totale pour l'amélioration du cadre de vie dans la zone cible..... 50
Tableau 4.20 Revenu total provenant de la redevance d'assainissement 51
Tableau 5.1 Ouvrages prévus et coût de chaque Alternative..... 54
Tableau 5.2 Classement qualitatif des Alternatives..... 56
Tableau 5.3 Ouvrages hydrauliques prévus dans la partie nord de la zone de drainage 57
Tableau 5.4 Ouvrages hydrauliques prévus dans la partie ouest de la zone de drainage 58
Tableau 5.5 Ouvrages hydrauliques prévus dans la partie sud-est de la zone de drainage 59
Tableau 5.6 Canal de drainage à réhabiliter dans la partie centrale de la zone de drainage..... 60
Tableau 5.7 Coût du Projet..... 62
Tableau 5.8 Composantes des projets 63
Tableau 5.9 Composantes structurelles du projet prioritaire..... 64
Tableau 5.10 Valeur de temps d'arrêt des activités économiques 65
Tableau 6.1 Objectif du plan directeur de la GDS de Kaolack 66
Tableau 6.2 Aperçu du plan directeur de la GDS de Kaolack..... 66
Tableau 6.3 Zonage des territoires communaux de la ville de Kaolack..... 70
Tableau 6.4 Projection démographique future de la ville de Kaolack..... 71
Tableau 6.5 Projection de quantité de production de déchets solides dans la ville de Kaolack 72

Tableau 6.6 Taux de collecte cible et quantité de déchets de la ville de Kaolack 72
Tableau 7.1 Evaluation des Alternatives du volet 'système d'assainissement' du Plan Directeur 80
Tableau 7.2 Evaluation des alternatives du volet 'gestion de drainage' du Plan Directeur 81
Tableau 7.3 Evaluation pour la sélection des projets prioritaires de l'amélioration du système d'assainissement 82
Tableau 7.4 Evaluation pour la sélection des projets prioritaires de gestion du drainage des eaux pluviales 83
Tableau 7.5 Situation Sans-Projet..... 84
Tableau 9.1 Composantes du projet dans le cadre de l'Etude de Faisabilité (réseau de collecteurs)..... 90
Tableau 9.2 Composantes du projet dans le cadre de l'Etude de Faisabilité (Stations de Pompage) 90
Tableau 9.3 Composantes du projet dans le cadre de l'Etude de Faisabilité (station d'épuration des eaux usées et de traitement des boues de vidange)..... 91
Tableau 9.4 Plans d'implantation détaillés de la zone d'extension des Alternatives 1 et 2..... 95
Tableau 9.5 Résultats de l'étude alternative sur l'emlacement de la zone d'extension..... 95
Tableau 9.6 Paramètres de conception et spécifications des ouvrages de traitement des boues de vidange 96
Tableau 9.7 Paramètres de conception relatifs à la réhabilitation de la lagune existante 97
Tableau 9.8 Spécifications de la réhabilitation de la lagune existante 98
Tableau 9.9 Paramètres de conception de la lagune aérée..... 98
Tableau 9.10 Spécifications du lagunage aéré dans la zone d'extension 99
Tableau 9.11 Engins de construction majeurs 101
Tableau 9.12 Coût du projet 102
Tableau 9.13 Coût annuel d'exploitation et de maintenance..... 103
Tableau 9.14 Revenu total provenant de la redevance d'assainissement 103
Tableau 9.15 Impacts négatifs possibles d'aménagement du système d'assainissement 105
Tableau 9.16 Comparaison des zones d'extension de la STEP 106
Tableau 9.17 Comparaison de méthodes d'épuration des eaux usées applicables 106
Tableau 9.18 Comparaison de méthodes de traitement de boues applicables 106
Tableau 9.19 Mesures d'atténuation/minimisation des effets négatifs ainsi que plan de suivi d'aménagement du système d'assainissement 107
Tableau 9.20 Indicateurs d'exploitation et d'effet..... 110
Tableau 10.1 Composantes du projet de l'Etude de Faisabilité..... 112
Tableau 10.2 Tracé prévu des nouveaux dalots de drainage..... 114
Tableau 10.3 Caractéristiques majeures des dalots de drainage..... 115
Tableau 10.4 Caractéristiques majeures du bassin de rétention 117
Tableau 10.5 Engins de construction majeurs 119
Tableau 10.6 Coût du projet 120
Tableau 10.7 Coût annuel d'exploitation et de maintenance..... 121
Tableau 10.8 Budget du curage des canaux de drainage de la ville de Kaolack 122
Tableau 10.9 Impacts négatifs possibles dus à la gestion de drainage des eaux pluviales 123
Tableau 10.10 Comparaison du système de drainage des eaux pluviales..... 123
Tableau 10.11 Comparaison de type de canaux de drainage des eaux pluviales..... 123
Tableau 10.12 Mesures d'atténuation/minimisation des effets négatifs et plan de suivi de la gestion des eaux pluviales..... 124
Tableau 10.13 Indicateurs d'exploitation et d'effet..... 126

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Calendrier d'ensemble du Projet 2
Figure 2.1 Structure administrative de la Région de Kaolack 3
Figure 2.2 Evolution de la consommation d'eau dans la ville de Kaolack 4
Figure 2.3 Température et précipitations moyennes mensuelles à Kaolack de 30 ans depuis 1971 à 2000 5
Figure 2.4 Exportations et importations de biens et services 7
Figure 2.5 Organigramme de l'ONAS 8
Figure 2.6 Organigramme de la Mairie de Kaolack 9
Figure 2.7 Zone desservie et réseau d'égouts, y compris PRECOL 10
Figure 2.8 Plan général de la station d'épuration de Kaolack 11
Figure 2.9 Réseau de drainage existant à Kaolack 13
Figure 2.10 Conditions d'inondation 15
Figure 2.11 Carte de localisation de la décharge finale et des sites de transfert de la ville de Kaolack 18
Figure 2.12 Procédure de l'Evaluation Environnementale Stratégique (EES) 21
Figure 2.13 Procédure de l' Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) 22
Figure 3.1 Changements interannuels de taux d'accès à des systèmes améliorés d'assainissement au niveau des stratégies nationales 24
Figure 4.1 Diagramme schématique de fixation de la zone de planification d'assainissement. 27
Figure 4.2 Quartiers relatifs à l'amélioration du système d'assainissement 28
Figure 4.3 STEP existante et zone proposée pour son extension 31
Figure 4.4 Plan d'aménagement des Alternatives (réseau d'égouts) 33
Figure 4.5 Plan d'aménagement des Alternatives (STEP) 34
Figure 4.6 Processus conceptuel de traitement des boues de vidange 39
Figure 4.7 Diagramme schématique du système de traitement des boues de vidange proposé. 39
Figure 4.8 Plan d'amélioration du réseau d'égouts 41
Figure 4.9 Projets en phases et ses Packages 44
Figure 4.10 Composantes du Projet (collecteur et stations de pompage) 45
Figure 4.11 Prévisions pour l'évolution progressive future de la population desservie, du débit entrant des eaux usées et de la capacité de la STEP 46
Figure 4.12 Construction de la STEP par phases 47
Figure 4.13 Localisation des projets prioritaires (réseau d'égouts et stations de pompage) 48
Figure 5.1 Zone de planification d'amélioration du drainage des eaux pluviales 52
Figure 5.2 Amélioration de drainage : Alternative 1 55
Figure 5.3 Amélioration de drainage : Alternative 2 55
Figure 5.4 Amélioration de drainage : Alternative 3 56
Figure 5.5 Localisation des ouvrages hydrauliques prévus dans la partie nord de la zone de drainage 57
Figure 5.6 Localisation des ouvrages hydrauliques prévus dans la partie ouest de la zone de drainage 58
Figure 5.7 Localisation des ouvrages hydrauliques prévus dans la partie sud-est de la zone de drainage 59
Figure 5.8 Localisation des canaux de drainage à réhabiliter dans la partie centrale de la zone de drainage 60
Figure 5.9 Packages du Projet 63
Figure 6.1 Zonage de collecte de déchets et nouveau système de collecte, de transport et d'élimination de déchets dans la ville de Kaolack 74
Figure 9.1 Localisations des ouvrages prévus 91

Figure 9.2 Disposition de la zone d'extension dans l'Alternative 1 93
Figure 9.3 Disposition rectifiée des lagunes aérées et de décantation dans la zone d'extension 94
Figure 9.4 Disposition de la zone d'extension dans l'Alternative 2 94
Figure 9.5 Disposition des ouvrages de traitement des boues de vidange 96
Figure 9.6 Plan de masse et coupe des ouvrages de traitement des boues de vidange 97
Figure 9.7 Changement de configuration du système de lagunage existant dans la STEP existante 98
Figure 9.8 Configuration du lagunage aéré dans la zone d'extension 99
Figure 9.9 Plan de masse type et coupe transversale de la lagune aérée 99
Figure 9.10 Plan de masse général de la STEP 100
Figure 9.11 Calendrier de mise en œuvre d'aménagement des ouvrages d'assainissement 110
Figure 10.1 Localisation des ouvrages hydrauliques prévus 112
Figure 10.2 Tracé prévu et débit nominal de nouveaux dalots de drainage 114
Figure 10.3 Image d'avaloir et de conduite d'admission 115
Figure 10.4 Plan de nouvelle station de pompage 116
Figure 10.5 Plan général du bassin de rétention 117
Figure 10.6 Coupe transversale type du bassin de rétention 118
Figure 10.7 Coupe transversale type d'excavation relative à la mise en place de dalot 119
Figure 10.8 Calendrier de mise en œuvre des ouvrages hydrauliques 126

LISTE DES PHOTOS

Photo 2.1 Canaux obstrués par des sédiments et ordures 13
Photo 2.2 Tuyau d'égouts sortant d'une maison 14
Photo 6.1 Conditions actuelles du site de la décharge finale (novembre 2012) 75

ABREVIATIONS

(ligne supérieure : français, ligne inférieure : anglais)

Organisations, Programmes et Projets

ADM	:	Agence de Développement Municipal
	:	Municipal Development Agency
AGETIP	:	Agence d'Exécution des Travaux d'Intérêt Public contre le sous-emploi
	:	Public Works and Employment Agency
ANAMS	:	Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal
	:	Senegal National Meteorological Agency
ANSD	:	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
	:	National Statistics and Demography Agency
APROFES	:	Association pour la Promotion de la Femme Sénégalaise
	:	Association for the Promotion of Senegalese Women
APROSEN	:	Agence Nationale pour la Propreté du Sénégal
	:	National Agency for the Cleanliness of Senegal
ASDES	:	Association Sénégalaise pour un Développement Equitable et Solidaire
	:	Senegalese Association for Fair and Common Development
BAD	:	Banque Africaine de Développement
AfDB	:	African Development Bank
BASD	:	Banque Asiatique de Développement
ADB	:	Asian Development Bank
BID	:	Banque Islamique de Développement
IDB	:	Islamic Development Bank
BM	:	Banque Mondiale
WB	:	World Bank
BOAD	:	Banque Ouest Africaine de Développement
	:	West African Development Bank
CDQ	:	Comité de Développement de Quartier
	:	Committee for the District Development
CODEKA	:	Comité de Développement de la Commune de Kaolack
	:	Committee for Development of Kaolack City
C/P	:	Comité de Pilotage
S/C	:	Steering Committee
CRD	:	Comité Régional de Développement
	:	Regional Development Committee
C/T	:	Comité Technique
T/C	:	Technical Committee
CTB	:	Coopération Technique Belge
BTC	:	Belgian Technical Cooperation
DEEC	:	Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés
	:	Directorate of Environment and Classified Establishments
DREEC	:	Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés
	:	Regional Division of Environment and Classified Establishments
DTGC	:	Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques
	:	Department of Geographical works and Mapping
FMI	:	Fonds Monétaire International
IMF	:	International Monetary Fund
GIE	:	Groupement d'Intérêt Economique
	:	Economic Interest Group
IDA	:	Association internationale de développement
	:	International Development Association
JICA	:	Agence japonaise de coopération internationale

	:	Japan International Cooperation Agency
LVIA	:	Association internationale des volontaires laïcs
	:	Lay Volunteers International Association
MEF	:	Ministère de l'Economie et des Finances
	:	Ministry of Economy and Finance
MEPN	:	Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature
	:	Ministry of Environment and Nature Protection
OCB	:	Organisation Communautaire de Base
CBO	:	Community-Based Organization
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé
WHO	:	World Health Organization
ONAS	:	Office National de l'Assainissement du Sénégal
	:	National Office of Sanitation of Senegal
ONU	:	Organisation des Nations Unies
UN	:	United Nations
PAER	:	Plan d'Action Environnemental Régional de Kaolack
	:	Kaolack Regional Environmental Action Plan
PAQPUD	:	Programme d'Assainissement autonome des Quartiers Périurbains de Dakar
	:	Dakar Peri-urban On-site Sanitation Program
PCLSLB	:	Projet de Construction de Logements Sociaux et de Lutte contre les Bidonvilles
	:	Project of Social Housing and Slum Prevention
PEPAM	:	Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire
	:	Millennium Drinking Water and Sanitation Program
PLT	:	Projet eau à Long Terme
	:	Long Term water supply Project
PNAE	:	Plan National d'Action pour l'Environnement
	:	National Environmental Action Plan
PNGD	:	Programme National de Gestion des Déchets
	:	National Program for Solid Waste Management
PNUD	:	Programme des Nations Unies pour le Développement
UNDP	:	United Nations Development Programme
PRECOL	:	Programme de Renforcement et d'Equipement des Collectivités Locales
	:	Program of Strengthening and Equipping Local Government
PSE	:	Projet Sectoriel Eau
	:	Water Sector Project
SDE	:	Sénégalaise Des Eaux
	:	Senegalese Water
SENELEC	:	Societé Nationale d'Électricité
	:	Senegal Electric Power Supply Company
SONES	:	Société Nationale des Eaux du Sénégal
	:	National Water Company of Senegal
SOPROSEN	:	Société pour la Propreté du Sénégal
	:	Company for the Cleanliness of Senegal
SRA	:	Service Régional de l'Assainissement
	:	Regional Sanitation Service
STC	:	Service Technique Communal
	:	Commune's engineering department
UCG	:	Unité de Coordination de la Gestion des déchets solides
	:	Solid Waste Management Coordination Unit
UE	:	Union Européenne
EU	:	European Union

UGP	:	Unité de Gestion de Projet
PMU	:	Project Management Unit

Termes techniques

AE	:	Audit Environnemental
EA	:	Environmental Audit
AEI	:	Analyse Environnementale Initiale
IEE	:	Initial Environmental Assessment
ASP	:	Activated Sludge Process
PBA	:	Procédé à Boues Activées
DBO_5	:	Demande Biologique en Oxygène
BOD_5	:	Biochemical Oxygen Demand
DCO	:	Demande Chimique en Oxygène
COD_{Cr}	:	Chemical Oxygen Demand
EES	:	Evaluation Environnementale Stratégique
SEA	:	Strategic Environmental Assessment
EIA	:	Etude d'Impact Approfondie
	:	In-depth impact study
EIE	:	Etude d'Impact sur l'Environnement
EIA	:	Environmental Impact Assessment
FO	:	Fossé d'Oxydation
OD	:	Oxidation Ditch
GDS	:	Gestion des Déchets Solides
SWM	:	Solid Waste Management
IEC	:	Information, Education et Communication
	:	Information, Education and Communication
LA	:	Lagunage Aéré
AL	:	Aerated Lagoon
OD	:	Oxygène Dissous
DO	:	Dissolved Oxygen
PET	:	Polyéthylène Téréphtalate
	:	Polyethylene Terephthalate
PVC	:	Polyvinylchloride
	:	Polyvinyl Chloride
SP	:	Station de Pompage
PS	:	Pumping Station
STEP	:	Station d'Epuration des eaux usées
STP	:	Sewage Treatment Plant
T-N	:	Azote total
	:	Total Nitrogen
T-P	:	Phosphore total
	:	Total Phosphorus
TRH	:	Temps de Rétention Hydraulique
HRT	:	Hydraulic Retention Time
TSS	:	Total des Solides en Suspension
	:	Total Suspended Solids
UFC	:	Unités Formant des Colonies
CFU	:	Colony Forming Units

Autres

A/P	:	Accord de Prêt
L/A	:	Loan Agreement

BDP	:	Balance Des Paiements
BoP	:	Balance of Payments
DPES	:	Document de Politique Economique et Sociale
	:	Document of Economic and Social Policies
DSRP	:	Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté
	:	Poverty Reduction Strategy Paper
EEJ	:	Equipe d'Experts de la JICA
JET	:	JICA Expert Team
E/F	:	Etude de Faisabilité
F/S	:	Feasibility Study
E/N	:	Echange de Notes
	:	Exchange of Notes
FCFA	:	Franc de la Communauté Financière Africaine
	:	Franc of the African Financial Community
FCS	:	Facteur de Conversion Standard
SCF	:	Standard Conversion Factor
LPSERN	:	Lettre de Politique Sectorielle de l'Environnement et des Ressources Naturelles
	:	The Environment and Natural Resources Sector Policy Letter
O&M	:	Exploitation et maintenance
	:	Operation and Maintenance
OMD	:	Objectifs du Millénaire pour le Développement
MDGs	:	Millennium Development Goals
ONG	:	Organisation Non Gouvernementale
NGO	:	Non-Governmental Organization
PIB	:	Produit Intérieur Brut
GDP	:	Gross Domestic Product
PO	:	Politique Opérationnelle
OP	:	Operational Policy
RNB	:	Revenu National Brut
GNI	:	Gross National Income
ROC	:	Ramassage des Ordures par Charrettes
	:	Garbage Transportation by Carts
TDR	:	Termes de Référence
TOR	:	Terms of Reference
TREI	:	Taux de Rentabilité Eonomique Interne
EIRR	:	Economic Internal Rate of Return
TRFI	:	Taux de Rentabilité Financière Interne
FIRR	:	Financial Internal Rate of Return
TRI	:	Taux de Rendement Interne
IRR	:	Internal Rate of Return
TVA	:	Taxe à la Valeur Ajoutée
VAT	:	Value Added Tax
USD	:	Dollar des Etats-Unis
	:	United States Dollar
VAN	:	Valeur Actuelle Nette
NPV	:	Net Present Value
VDP	:	Volonté De Payer
WTP	:	Willingness-To-Pay

CHAPITRE 1. INTRODUCTION

1.1 Contexte

Kaolack est l'une des principales villes de la République du Sénégal, avec près de 270 000 habitants en 2012. Toutefois, l'environnement est insalubre car les eaux usées, les eaux pluviales et les déchets solides ne sont pas correctement traités. Par ailleurs, le plan directeur d'assainissement n'ayant pas été revu depuis son élaboration en 1979, nécessite donc une réactualisation afin d'améliorer les conditions d'hygiène. Parallèlement au plan directeur précédent, une station d'épuration et un réseau d'égouts ont été construits au début des années 1980. Un réseau primaire de canaux de drainage a été construit aussi, seulement dans la partie centrale de la ville.

Quant à la gestion des déchets solides, la détérioration des équipements est si avancée que le taux de ramassage demeure à 25% en 2007. La ville dispose cependant de trois sites de transfert et d'un site d'enfouissement définitif. Mais il s'agit tous de décharges à ciel ouvert au sein desquelles il n'y a ni engins pour le nivellement de terrain ni pont-bascule. Actuellement, la situation susmentionnée empire au niveau non seulement de système de transport mais aussi de sites de transfert et de décharge.

La Mairie de Kaolack avait établi un plan directeur sur la Gestion des Déchets Solides (GDS) en 2008 avec l'assistance technique de l'APROSEN (Agence Nationale pour la Propreté du Sénégal). Pourtant celui-ci élaboré par l'APROSEN n'a pas été mis en œuvre par la Mairie de Kaolack en raison de contraintes financières. La BID (Banque Islamique de Développement) a intégré les résultats du plan directeur de la ville de Kaolack dans les 4 projets majeures de gestion des déchets solides urbains, qui forment le Projet de GDS de la BID. Dans cette situation, la partie 'gestion des déchets solides' du plan directeur doit être limitée à un niveau préliminaire comprenant une révision du plan directeur de l'APROSEN et du projet de la BID, ainsi qu'à la préparation de recommandations pour des actions futures nécessaires.

Vu cette situation à Kaolack, le gouvernement de la République du Sénégal (ci-après dénommé « le gouvernement du Sénégal ») a adressé une requête d'assistance au gouvernement japonais. En réponse à cette requête officielle, le gouvernement du Japon a décidé de mener le « Projet d'Assainissement des Eaux Usées, des Eaux Pluviales et des Déchets Solides de la ville de Kaolack ». Aussi le projet est entrepris par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (ci-après dénommée la "JICA"), laquelle est une agence officielle responsable de la mise en œuvre des programmes de coopération technique du gouvernement du Japon, conjointement avec les autorités concernées du gouvernement du Sénégal. Le projet a été commencé en novembre 2011 et achevé en mars 2014.

1.2 Objectifs du Projet

Les objectifs du Projet sont comme suit :

(1) Réactualiser le plan existant et réexaminer les conditions actuelles du réseau d'égouts, du drainage des eaux pluviales et de la gestion des déchets solides de la ville de Kaolack;

(2) Formuler le Plan Directeur d'assainissement des eaux usées, de drainage des eaux pluviales et de gestion des déchets solides de la ville de Kaolack;

(3) Effectuer une Etude de Faisabilité pour les zones de priorités majeures; et

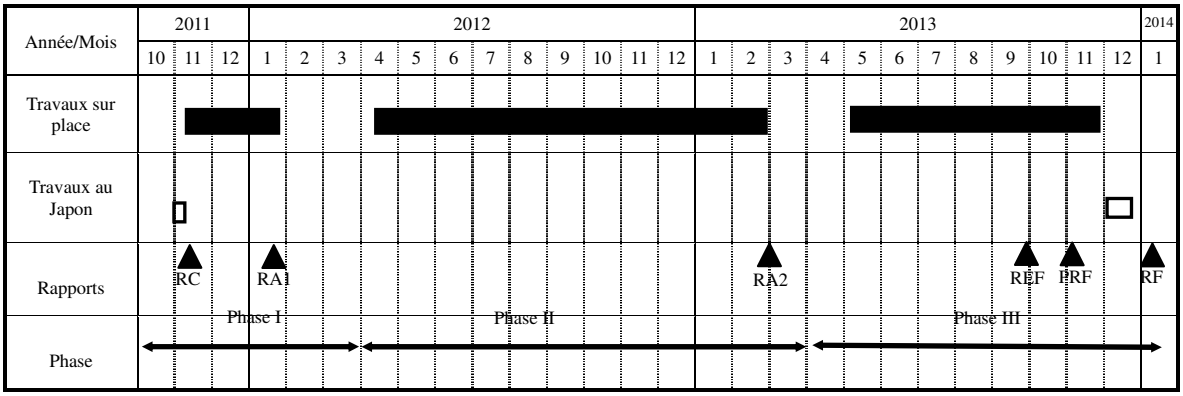
(4) Réaliser un transfert des compétences et des technologies utiles au personnel concerné du Sénégal au cours du Projet.

1.3 Zone du Projet

Le Projet portera sur toute l'étendue de la ville de Kaolack au Sénégal.

1.4 Calendrier du Projet

Le Projet a été mené conformément au calendrier de la **Figure 1.1**. La durée est d'environ vingt-sept (27) mois. Différents rapports sont périodiquement soumis comme indiqué dans le calendrier.



Légende : RC - Rapport de Commencement, RA1 - Rapport d'Avancement 1, RA2 - Rapport d'Avancement 2, REF - Rapport d'Etude de Faisabilité, PRF - Projet de Rapport Final, RF - Rapport Final

Phase I : Collecte des informations de base sur l'assainissement, le drainage des eaux pluviales et la gestion des déchets solides

Phase II : Elaboration du Plan Directeur d'assainissement, de drainage des eaux pluviales et de la gestion des déchets solides

Phase III : Etude de Faisabilité sur les projets de priorité majeure

Figure 1.1 Calendrier d'ensemble du Projet

1.5 Membres du Projet

Le Projet a été effectué par les membres indiqués dans le **Tableau 1.1**.

Tableau 1.1 Membres du Projet

Nom	Désignation ou Spécialité
Kanehiro MORISHITA	Chef d'Equipe / Planification de système d'égouts (I) / Planification de drainage
Hitoshi SHIMOKOCHI	Adjoint-Chef d'Equipe / Conception des installations d'égouts / Planification de système d'égouts (II)
Koji KUSAKA	Conception d'égouts (Plan Directeur)
Koshiro YASUOKA	Conception d'égouts (Etude de Faisabilité)
Kazuyoshi FUJIMOTO	Conception de drainage
Keigo ITO	Gestion des déchets solides
Jun KAKINUMA	Considérations environnementales et sociales
Tatsuji ITO	Planification de la construction / Estimation du coût
Makoto YAJIMA	Analyse économique et financière / Considérations institutionnelles
Tsuyoshi KAWAMOTO	Coordination opérationnelle
Louis HANEDA	Interprétariat

CHAPITRE 2. CONDITIONS DE BASE

2.1 Aperçu de la ville de Kaolack

2.1.1 Généralités

La ville de Kaolack, capitale de la Région de Kaolack, est située à environ 190 km au sud-est de Dakar. Elle est le carrefour des routes nationales, notamment la Route N°1 qui traverse de l'est à l'ouest et les Routes N°4 et N°5 du nord au sud du Sénégal, lesquelles mènent vers les quatre pays frontaliers à savoir : le Mali, la Gambie, la Guinée et la Guinée-Bissau. Située sur la rive droite du fleuve Saloum, la ville de Kaolack couvre une superficie de 145,14 km^2. Elle est topographiquement très plate et dispose géologiquement de sols sableux et salins qui dominent toute la zone urbaine.

Sous la structure administrative de la Région de Kaolack, la ville de Kaolack est divisée en 43 quartiers (ce chiffre est basé sur les données les plus récentes de 2012 fournies par la Mairie de Kaolack). Les nombres de quartiers sont différents entre les documents concernés en raison de l'urbanisation.

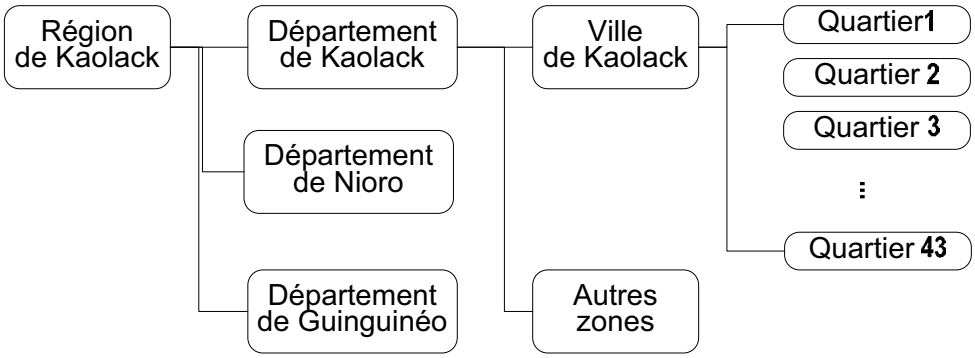


Figure 2.1 Structure administrative de la Région de Kaolack

Les données démographiques de la ville de Kaolack ont été recueillies à partir de plusieurs sources. Etant donné que les chiffres ne sont pas totalement cohérents entre eux, cette question sera examinée dans le Chapitre 3.

2.1.2 Adduction d'eau

Dans la ville de Kaolack, l'eau de la nappe phréatique est pompée de puits profonds et distribuée aux ménages ainsi qu'aux installations commerciales et administratives à l'aide de châteaux d'eau. Les zones déjà desservies par le réseau, et celles d'extension de services dans le proche avenir sont respectivement de 19,5 km^2 et 6,6 km^2 environ. Selon les données de janvier 2007 à août 2011 fournies par la SDE (Sénégalaise Des Eaux), la consommation d'eau de la ville a progressivement augmenté en raison de l'urbanisation rapide, comme indiqué dans le **Tableau 2.1** et la **Figure 2.2 (gauche)**. En 2011, la moyenne journalière de la consommation d'eau a été évaluée à 17 950 m^3/jour dont 14 515 m^3/jour pour les ménages et 3 435 m^3/jour pour le secteur commercial. Le ratio du secteur commercial au secteur ménager dans les 5 années avait varié environ entre 0,20 et 0,25.

De ce fait, la consommation domestique d'eau de 70 et 45 L/habitant/jour ainsi que la moyenne journalière de 58 L/habitant/jour en 2011 sont estimées comme indiquées dans la **Figure 2.2 (droite)**.

Tableau 2.1 Consommation moyenne journalière d'eau dans la ville de Kaolack

	Unité	2007	2008	2009	2010	2011
Secteur ménager	m^3/jour	9 845	10 195	10 615	14 326	14 515
Secteur commercial[1)]	m^3/jour	2 373	2 229	2 076	3 654	3 435
Total	m^3/jour	12 218	12 424	12 691	17 980	17 950
Ratio de secteur commercial au secteur ménager	ratio	0,241	0,219	0,196	0,255	0,237

Note 1) le 'Secteur commercial' inclut la consommation du secteur administratif.

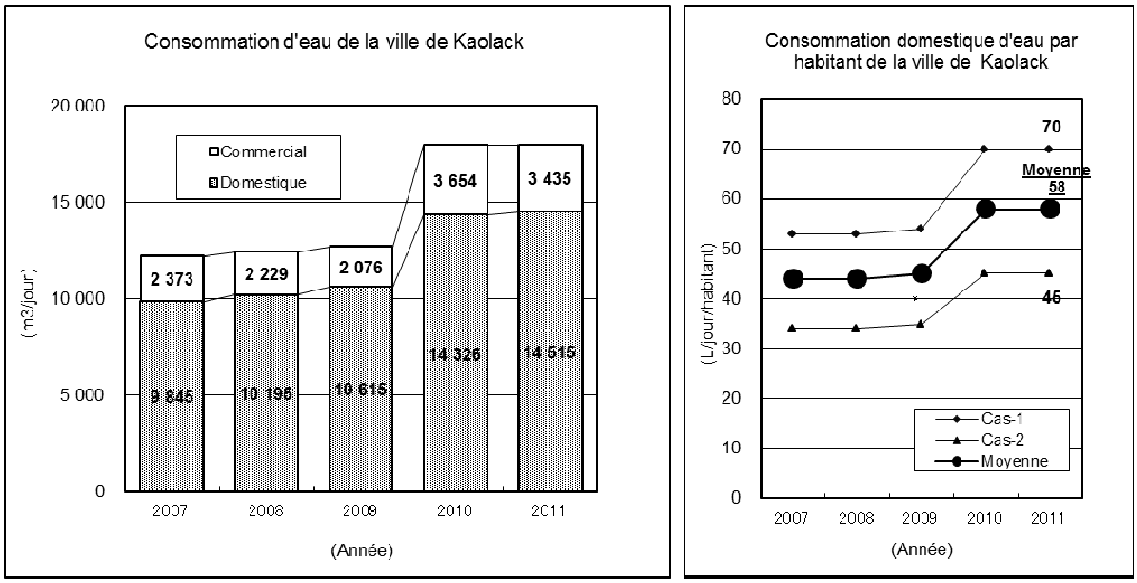


Figure 2.2 Evolution de la consommation d'eau dans la ville de Kaolack

2.1.3 Météorologie

(1) Données et source

Une station de climatologie existe dans la ville de Kaolack, située à 16° 04 de longitude Ouest, 14° 08 de latitude Nord, et à une altitude de 6 m. A cette station de Kaolack, deux types de données météorologiques sont enregistrées : l'une d'entre elles est un résumé des données météorologiques enregistrées sur le long terme pour la période de 1971 à 2000, tandis que l'autre constitue une fiche mensuelle d'observations météorologiques datant de 1998 à nos jours.

En outre, l'équipe du Projet a pris l'occasion d'observer des pluies de courte durée d'un intervalle de 10 minutes pendant l'hivernage 2012. En combinant les données pluviométriques journalières avec celles des pluies de courte durée, les pluies de projet sont conçues dans ce projet-ci pour améliorer le drainage des eaux pluviales.

(2) Température et précipitations mensuelles sur le long terme

Les valeurs maximales, minimales et moyennes de la température et de la pluie mensuelle sur le long terme sont récapitulées dans le **Tableau 2.2** et la **Figure 2.3**, indiquant deux climats locaux distincts, i.e. la saison sèche de décembre à avril laquelle provient des vents d'hiver du nord-est, et la saison des pluies résultant des vents d'été du sud-ouest qui s'étend de juin à octobre. Les précipitations annuelles d'environ 560 mm se produisent entre juin et octobre. Les températures maximales tournent autour de 35°C et celles minimales avoisinant 25°C restent relativement constantes en saison des pluies. Mais elles peuvent atteindre respectivement 35 à 40°C et 20°C en saison sèche.

Quant aux précipitations mensuelles, celles du mois d'août représente 40% des précipitations annuelles, et près de 87% de celles-ci se concentrent sur les trois mois i.e. de juillet à septembre.

Tableau 2.2 Température et précipitations moyennes mensuelles à Kaolack

Mois	Température (°C)			Précipitations
	Maximale	Moyenne	Minimale	(mm)
Janvier	34,4	26,0	17,6	1,0
Février	37,1	27,9	18,7	1,0
Mars	38,8	29,4	20,0	0,0
Avril	40,3	30,7	21,1	0,0
Mai	39,8	31,0	22,2	3,0
Juin	37,2	30,6	23,9	31,0
Juillet	34,7	29,6	24,4	122,0
Août	33,3	28,7	24,1	222,0
Septembre	33,7	28,8	23,9	139,0
Octobre	36,2	29,9	23,6	40,0
Novembre	37,1	29,0	20,9	1,0
Décembre	34,6	26,2	17,8	1,0
Total				561,0

Source : Station climatologique de Kaolack

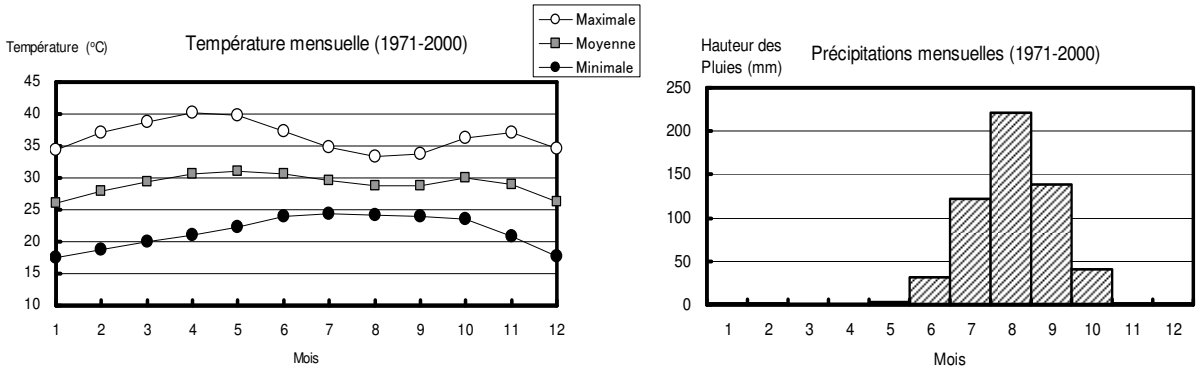


Figure 2.3 Température et précipitations moyennes mensuelles à Kaolack de 30 ans depuis 1971 à 2000

(3) Pluies de projet

En exploitant les données pluviométriques observées à la station climatologique de Kaolack, laquelle est sous la tutelle de ANAMS (Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal), une analyse des probabilités a été effectuée aux fins de la planification de gestion des eaux pluviales, surtout en utilisant les précipitations journalières maximales annuelles suivies pendant 14 ans de 1998 à 2012. En comparant avec les courbes d'intensité des précipitations probables produites pour la ville de Dakar, les formules suivantes ont été développées : 2 ans; $I = 3451,2/(T+36,9)$, 5 ans; $I = 4638,8/(T+36,9)$, 10 ans; $I = 5427,8/(T+36,9)$ où, I est l'intensité des précipitations en mm/heur, et T la durée des pluies en minutes.

Tout au long de la période de l'hivernage 2012, l'Equipe d'Experts de la JICA (EEJ) avait placé un instrument d'observation sur le toit des locaux du Projet à Kaolack, et avait mesuré les pluies de courte durée avec des intervalles de 10 minutes. Sur la base des résultats de l'observation, une période de retour de 10 ans avec une pluie de projet d'une durée de 3 heures est proposée pour la gestion des eaux pluviales de la ville de Kaolack.

2.1.4 Autres

Le fleuve Saloum dont l'écoulement et le niveau d'eau sont influencés par les marées, se situe dans la zone limitrophe Sud de la ville de Kaolack. Il reçoit les eaux usées et les eaux de pluie collectées dans la ville de Kaolack, de même que celles traitées au niveau de la STEP (Station d'Epuration des eaux usées) de Kaolack. Les données relatives à l'écoulement fluvial et à la qualité de l'eau ne sont malheureusement pas disponibles mais sa largeur d'environ 300 m et les navires remplis de sel à bord montrent que le volume d'eau est assez suffisant pour diluer les eaux traitées de la STEP.

Etant donné que les normes environnementales de la qualité de l'eau du fleuve Saloum ne sont pas mises en place, l'ONAS évalue la condition de la STEP selon les critères de rejet au Sénégal dont la DBO=40 mg/l, la DCO=100 mg/l, le TSS=50 mg/l et les coliformes fécaux=2000 UFC/100ml.

Dans la ville de Kaolack, l'eau de surface est inexistante sauf au niveau du fleuve Saloum, mais cette eau est impropre à la consommation et à l'agriculture à cause de sa forte teneur de sel. Elle est cependant conduite dans des marais salants pour la production de sel.

Le système d'irrigation n'est pas développé à Kaolack. Par ailleurs, de petits puits sont utilisés pour les activités agricoles à petite échelle.

2.2 Economie et Organisations

2.2.1 Aspects économiques du Sénégal

(1) PIB

Le PIB par habitant du Sénégal est de 1 119 USD en 2011, lequel est toujours inférieur par rapport à celui en 2008 i.e. 1 136 USD. Sénégal a subit les effets de la crise économique mondiale en 2008-2009. Le PIB a été relativement faible par rapport à la moyenne des pays en voie de développement de l'Afrique subsaharienne. Il faut noter qu'en 2011 le Sénégal n'a pas été en mesure de se remettre de la chute de 2009, ce qui a accru la différence avec les autres pays d'Afrique subsaharienne.

Tableau 2.3 PIB par habitant (en USD)

Année	2007	2008	2009	2010	2011
Sénégal	986	1 136	1 055	1 034	1 119
Afrique subsaharienne	1 097	1 220	1 131	1 293	1 424

Source : Banque Mondiale

(2) Inflation

Avant la crise économique en 2008-2009, le taux de l'inflation au Sénégal augmentait rapidement, tandis qu'il afficha un chiffre négatif en 2009. Il a toujours été plus faible que celui de la moyenne des pays en voie de développement de l'Afrique subsaharienne, ce qui est similaire à la situation de la croissance économique.

Tableau 2.4 Inflation (%, Déflateur du PIB)

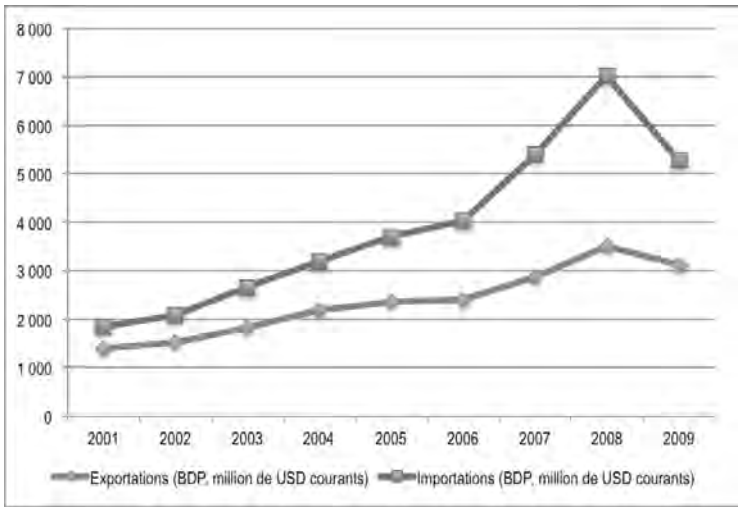
Année	2007	2008	2009	2010	2011
Sénégal	5,6	6,5	-1,5	1,4	3,2
Afrique subsaharienne	7,3	11,0	4,2	6,9	8,0

Source : Banque Mondiale

(3) Balance internationale des paiements

Le Sénégal a toujours affiché une balance des paiements (BDP) déficitaire, et son ampleur s'est accentuée.

Unité : millions de USD



Source : Banque Mondiale

Figure 2.4 Exportations et importations de biens et services

2.2.2 Organisations connexes

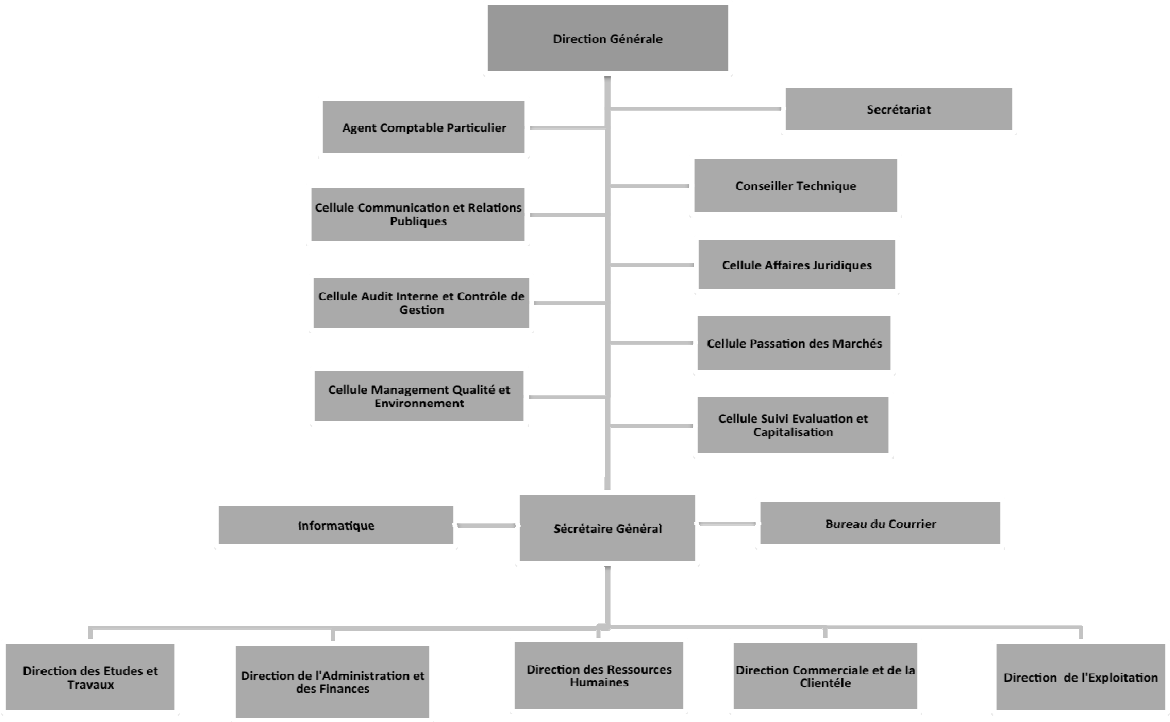
(1) Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS)

L'ONAS est une agence gouvernementale sous l'autorité du Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, et est responsable de l'assainissement. Il a été établi en 1996. En vertu des lois et règlements, ses missions sont :

- la planification de projets sur les infrastructures relatives aux eaux usées et aux eaux pluviales,
- la gestion des projets,
- l'exploitation et la maintenance des installations relatives aux eaux usées et aux eaux pluviales,
- le développement de systèmes d'assainissement autonome,
- l'utilisation des boues provenant des stations d'épuration des eaux usées, et
- la gestion des redevances d'assainissement.

Dans le budget de l'ONAS, les dépenses ordinaires sont couvertes par les ventes des services, tandis que les coûts des investissements sont couverts par le budget gouvernemental. L'ONAS doit rendre compte auprès du gouvernement de ses résultats d'exploitation tous les 3 mois. En 2010, son budget total était de 6,62 milliards de FCFA, alors que ses dépenses étaient de 7,23 milliards de FCFA. Ainsi, la balance du budget ordinaire était déficitaire.

Le nombre total des effectifs était de 182 personnes en 2009. La part des cadres dirigeants est élevée, représentant plus de 30 % de l'ONAS tandis que celle d'ouvriers est très basse. L'organigramme de l' ONAS figure ci-dessous.



Source : ONAS

Figure 2.5 Organigramme de l'ONAS

(2) Agence Nationale pour la Propreté du Sénégal (APROSEN)

L'APROSEN avait été établie en 2010 et dépend du Ministère du Cadre de Vie pour les questions techniques et du Ministère des Finances pour les questions financières. L'objectif de l'APROSEN était d'établir et de maintenir un milieu de vie propre en assurant un suivi constant. Ses missions sont :

- Assurer toutes les activités de nettoiement public, de collecte, de transport, et de stockage des déchets solides en lieu de collectivités locales,
- Développer un ouvrage pour l'élimination des déchets biochimiques et des déchets d'abattoirs dans des conditions environnementales acceptables,
- Gérer tous les équipements et infrastructures pour la gestion des déchets,
- Soutenir le gouvernement afin de légiférer sur la gestion des déchets solides,
- Mener des études visant à améliorer le cadre de vie, et
- Fournir des informations détaillées et sensibiliser le public à la gestion des déchets.

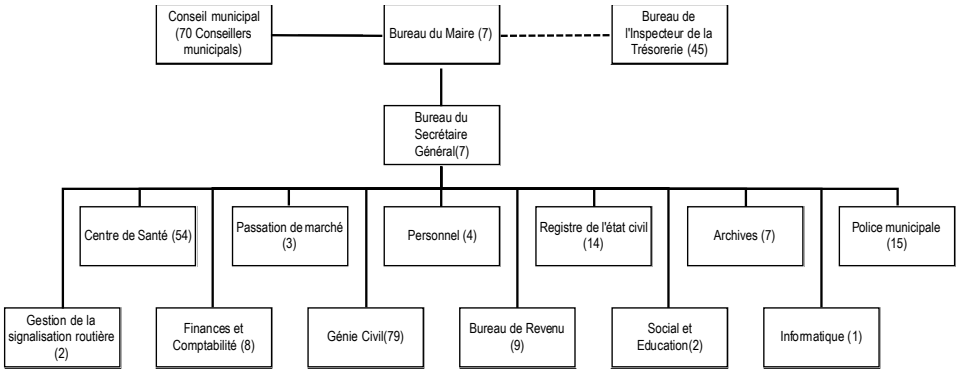
L'APROSEN est composée de 11 cadres et de 46 personnels auxiliaires.

Cependant, l'APROSEN est désormais dissoute, et le bureau de l'APROSEN Kaolack ne fonctionne que pour le prêt des équipements et la dissémination auprès du public en février 2013. Il est prévu que l'Assemblée Nationale décide quel système devrait être mis en place après la dissolution de l'APROSEN. L'APROSEN était sous la tutelle du Ministère de l'Aménagement du territoire et des Collectivités locales et les employés de l'APROSEN ont toujours la statut de fonctionnaire du ministère même si l'APROSEN est supprimée.

(3) Mairie de Kaolack

Le maire de la ville est élu parmi les conseillers municipaux par vote mutuel. Les conseillers municipaux sont au nombre de 70 et sont élus par les populations de la ville. Leur mandat est de 5 ans.

Le nombre des employés municipaux est de 280 personnes (hommes : 196, femmes : 84) en décembre 2011. L'augmentation de salaire du personnel s'effectue par deux voie, i.e. une augmentation périodique et une augmentation spéciale. En ce qui concerne l'augmentation périodique, les salaires des employés municipaux sont automatiquement promus tous les deux ans. L'augmentation spéciale est quant à elle décidée par un noyau de 8 conseillers municipaux nommés par le maire. Le recrutement du personnel est effectué uniquement par le maire. En vertu des règlements, les membres du personnel municipal ne peuvent pas être renvoyés lorsque le maire qui les a recrutés change à la suite d'une élection.



Note : les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre des membres du personnel de bureaux.
Source : Mairie de Kaolack

Figure 2.6 Organigramme de la Mairie de Kaolack

L'année fiscale au Sénégal débute le 1er janvier et se termine le 31 décembre. Même si le total du budget n'est pas dépensé et qu'une certaine somme reste à la fin de l'année fiscale, une partie peut être reportée sur l'année fiscale suivante. Le projet du budget doit être approuvé d'abord par le Conseil municipal et ensuite par le Ministère de l'Economie et des Finances (MEF). On pourrait dire que le budget est finalement contrôlé par le gouvernement central. La raison pour laquelle ce reliquat se produit provient du fait que le budget est attribué par le Ministère de l'Economies et des Finances au compte de la Mairie quelques mois après le début d'une année fiscale. Ainsi, le budget restant de l'année précédente est utilisé pour les fonds de fonctionnement y compris les salaires et les autres paiements nécessaires du début de l'année fiscale.

Comme on observe dans de nombreux pays en voie de développement, même si le projet du budget est approuvé, le budget réellement exécuté ou le montant des fonds réellement attribué au compte est en général inférieur à celui approuvé. Avec une telle situation, il est très difficile de mener les affaires de la Mairie conformément aux plans, s'il s'agit même des avant-projets des plans à long terme. Le budget total et les dépenses dans les dernières années sont présentés ci-dessous.

Tableau 2.5 Budget total de la Mairie de Kaolack

Unité: Milliards de FCFA

Année	2009	2010	2011
Recettes	1,69	1,91	1,79
Dépenses	1,56	1,70	1,57

Source : Mairie de Kaolack

2.3 Assainissement

2.3.1 Réseau d'égouts

Dans la ville de Kaolack, la majeure partie du réseau d'égouts a été installé dans les années 1980 parallèlement à la formulation du plan directeur[1] précédent établi en 1982. La partie restante a été

[1] Ce Plan Directeur avait été élaboré par la Direction de l'Assainnissement, Ministère de l'Hydraulique, avec l'aide financière du gouvernement de l'Italie.

réalisée par les projets d'extension du réseau d'égouts qui suivent, financés par la Banque Mondiale et la BID dans les années 2000. En outre, dans le cadre du PRECOL (Programme de Renforcement et d'Equipement des Collectivités Locales) le réseau d'égouts était en cours de développement dans la zone nord-est en 2012. Actuellement, comme indiqué à la **Figure 2.7**, un collecteur existant de 7,97 km de long et 4 stations de pompage composent le réseau d'égouts de Kaolack, excepté la zone faisant l'objet du PRECOL. Le réseau existant couvre une zone de service de 3,03 km^2, et environ 17 330 personnes sont branchées dont le nombre est calculé en utilisant le taux de branchement au réseau qui est de 50%. Par rapport au centre-ville, la superficie totale de la ville est de 19 km^2 et sa population est de 245 000 habitants en 2012, ce qui fait que les progrès actuels du service d'égout peut être estimé à 16% de la surface de la ville et à 7% de la population de celle-ci.

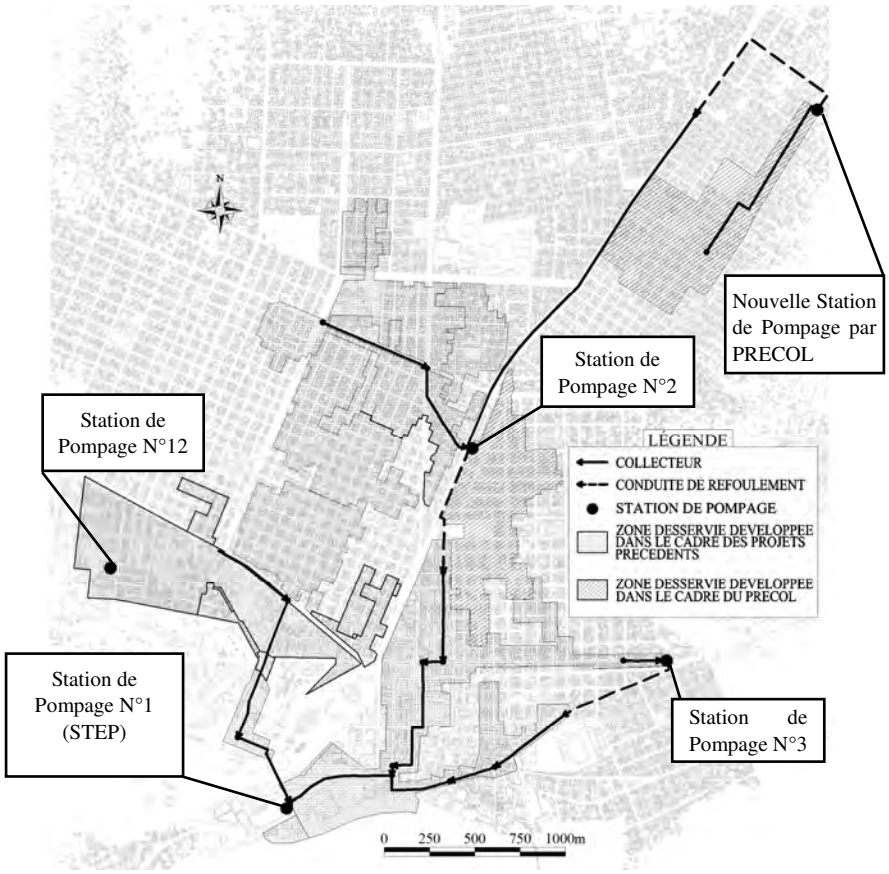


Figure 2.7 Zone desservie et réseau d'égouts, y compris PRECOL

Les problèmes actuels identifiés sur le réseau d'égouts existant sont (1) les travaux d'entretien contre l'obstruction des conduites, et (2) la détérioration/vétusté des conduites installées. Les principaux travaux d'entretien effectués systématiquement sont "les travaux de déblocage" des conduites d'égouts pour curer les parties obstruées du réseau d'égouts par des méthodes manuelles ou hydrodynamiques. D'autre part, les conduites d'égouts fabriqués à partir de l'amiante-ciment sont considérablement vétustes, et la pression hydraulique par le jet d'eau lors du curage pourrait détériorer et casser les conduites. Les conduites d'égouts en amiante-ciment ont été installées dans les années 1980, et elles n'ont pas été remplacées jusqu'à présent, de sorte que ces conduites sont considérablement dégradées et certaines parties des conduites vétustes se cassent fréquemment.

2.3.2 Station d'épuration des eaux usées

La station d'épuration des eaux usées de Kaolack a été construite et rendue opérationnelle en 1981, parallèlement à la formulation du plan directeur précédent. La méthode de traitement est le lagunage d'une capacité initiale de 2 000 m^3/jour. En 2006, la construction d'une lagune aérée d'une capacité maximale de 6 000 m^3/jour avait démarré avec l'appui de la BID en remplaçant une des lagunes

existantes afin d'augmenter la capacité. Malheureusement, la construction de cette lagune aérée n'a pas pu être achevée, et reste non opérationnelle jusqu'à présent sans avoir eu la livraison par la BID. Par conséquent, certains de ses aérateurs ne fonctionnent plus et une partie des membranes d'étanchéité est déchirée.

Comme l'indique la **Figure 2.8**, la configuration de la station d'épuration se constitue d'une station de pompage, d'un dessableur, des lagunes et d'un bassin de chloration. La station de pompage est composée de deux (2) unités d'équipements de pompage dont les capacités sont respectivement de 75 m^3/h et 95 m^3/h. Le dessableur, mis en œuvre avec l'appui de la BID, est situé dans la partie subséquente de la station de pompage sur une surface de 18 m^2 environ. Pourtant le dessableur est presque rempli de sable et de boues car les pompes de vidange installées ne fonctionnent pas avant que la livraison par la BID ne soit effectuée.

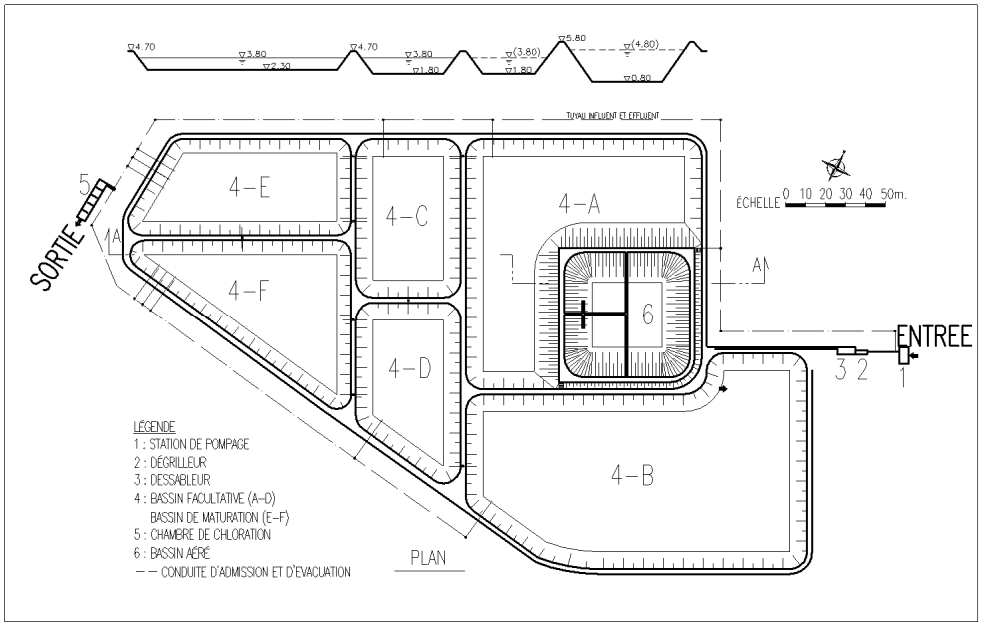


Figure 2.8 Plan général de la station d'épuration de Kaolack

La lagune est composée de 6 bassins, parmi lesquels 4 sont facultatifs et 2 de maturation. Un de ces bassins facultatifs (le bassin 4-A de la **Figure 2.8**) est asséché et ne fonctionne pas. Dans les bassins facultatifs, les matières organiques ainsi que les matières solides en suspension sont éliminées par un mécanisme de la biodégradation et/ou de la sédimentation. Les matières organiques résiduelles qui ne sont pas éliminées dans les bassins facultatifs qui précédent sont décomposées au niveau des bassins de maturation ainsi qu'une désinfection est effectuée à ce niveau. Le bassin de chloration, d'un volume de 40 m^3 environ, pourrait cependant être un dispositif complémentaire pour compléter la désinfection. Ainsi, les eaux traitées sont déversées dans le fleuve Saloum.

Le Temps de Rétention Hydraulique (TRH) initial de la lagune est de 36 jours par rapport au débit de projet initial de 2 000 m^3/jour, ce qui est relativement long et porte un avantage sur la surcharge. La capacité de traitement de 1 000 m^3/jour de la lagune actuelle, dans laquelle 5 bassins sont exploités, pourrait être maintenu en cas de rétablissement du déversoir de décharge ainsi que de vidange de tous les bassins.

En ce qui concerne le débit entrant surveillé à la STEP, il avait généralement dépassé 2 500 m^3/jour en saison des pluies, tandis que les fluctuations du débit entrant étaient relativement grandes lesquelles varient entre environ 1 000 et 2 500 m^3/jour durant la saison sèche.

D'autre part, la qualité d'eau du débit entrant et sortant est échantillonné environ 3 fois par an, et les paramètres surveillés sont 10 au total, lesquels se composent de la température, pH, TSS, DCO, DBO_5, T-N, T-P, la conductivité électrique, la salinité et les coliformes fécaux.

Les concentrations de DBO_5, DCO et TSS du débit entrant des deux dernières années, 2011 et 2012, varient respectivement de 60 à 420 mg/l, de 243 à 960 mg/l et de 94 à 507 mg/l. Les données recueillies lorsque la STEP fonctionnait mal ou le collecteur principal était en cours de maintenance de rinçage sont exclues. Toute la DBO_5 des effluents, variant entre 45 mg/l et 120 mg/l pendant cette période, avait dépassé le critère de rejet de 40 mg/l (0% de conformité au critère de rejet). Mais certaines données de 70 à 120 mg/l en DBO_5, particulièrement pendant la saison sèche, ne sont pas si sérieusement détériorées, bien que la STEP soit surchargée. Quant à la DCO et au TSS, une conformité de 0% et de 25% aux critères de rejet a été réalisée dans la même période. Pour améliorer la détérioration de la qualité de l'eau, la vidange des lagunes est nécessaire d'urgence. Tous les nombres de coliformes fécaux ont également dépassé le critère de rejet, ce qui pourrait résulter de l'insuffisance de dosage du chlore.

2.4 Drainage des eaux pluviales

2.4.1 Réseau de drainage des eaux pluviales existant

En 1982, « Le Plan Directeur[2] d'Assainissement des Eaux Pluviales et des Eaux Usées Urbaines de Kaolack » fut élaboré pour l'horizon 2000. Les plans de travaux de drainage des eaux pluviales et de l'assainissement des eaux usées urbaines avaient été établis selon un programme d'amélioration par étapes dans le plan directeur. Néanmoins, on ne peut disposer actuellement que d'un bref rapport du plan directeur. Il n'existe pas de dessins de conception disponibles comprenant les profils en long et les coupes transversales du réseau de canaux ainsi que des détails relatifs à la planification de la gestion des eaux pluviales.

Les données relatives au système existant de drainage sont très limitées. La Mairie de Kaolack dispose d'une liste des 34 canaux de drainage existants qui sont maintenues par celle-ci, cependant, il n'existe pas de carte de localisation, ni de données spécifiques telles que le type, les dimensions et le linéaire. Par conséquent, un inventaire sur les canaux de drainages existants a été établi afin de les identifier dans le cadre de l'Etude. L'ONAS dispose d'un plan du réseau de drainage existant en fichiers AutoCAD, pourtant ils ne comprennent pas non plus de données spécifiques. Outre les 34 canaux existants susmentionnés, certains canaux de drainage sont montrés dans la **Figure 2.9**. Selon la Mairie de Kaolack, il y a des canaux en terre et des tuyaux de drainage qui ont été installés dans le passé, en sorte qu'elle ne pouvait pas trouver ces tuyaux de drainage lors de l'inventaire. Cependant, la Mairie de Kaolack demande de garder ces données de drainage sur la carte pour la planification future de drainage.

Le réseau des canaux de drainage des eaux pluviales a été mis en place dans la partie centrale de la ville de Kaolack. La longueur totale des canaux mis en place atteint 19,96 km dont 12,38 km sont des canaux à ciel ouvert et 7,58 km des canaux fermés. Le système existant de drainage couvre 7,79 km^2 de la zone de drainage de la ville de Kaolack.

La plupart des canaux de drainage à ciel ouvert sont obstrués par des sédiments et divers types d'ordures comme montré sur la **Photo 2.1**. Le fait de jeter les ordures dans les canaux ainsi que l'accumulation des sédiments affectent fortement la capacité d'écoulement des canaux, causant finalement une réduction de celle-ci.

[2] Ce Plan Directeur avait été élaboré par la Direction de l'Assainnissement, Ministère de l'Hydraulique, avec l'aide financière du gouvernement de l'Italie.

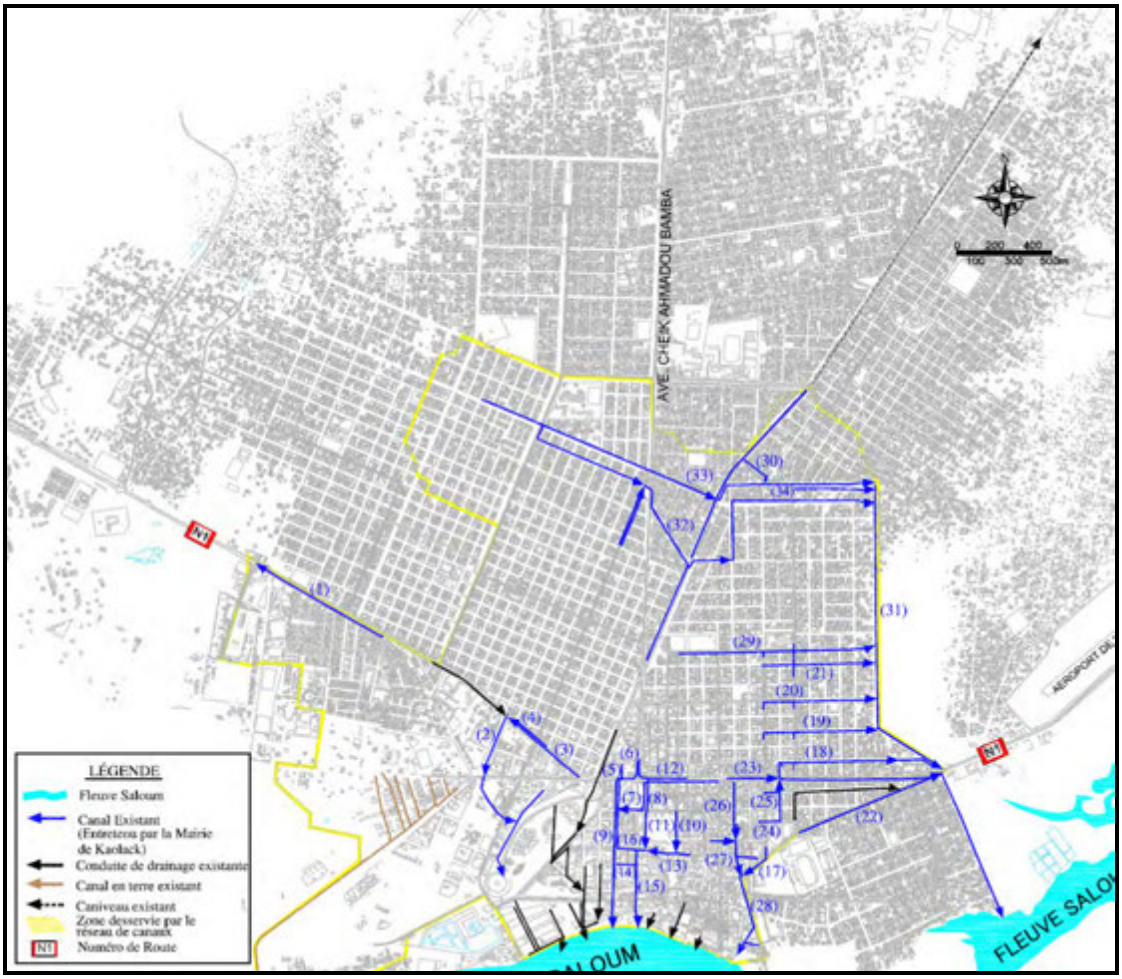


Figure 2.9 Réseau de drainage existant à Kaolack

Canal N°(32)

Canal N°(21)

Photo 2.1 Canaux obstrués par des sédiments et ordures

Un certain nombre de conduites sont connectées aux canaux à ciel ouvert comme le montre la **Photo 2.2**. En saison sèche, les eaux principalement composées des eaux usées domestiques sont stagnantes et détériorées, causant une aggravation de l'environnement urbain tout en provoquant la mauvaise odeur et le mauvais paysage.

Canal N°(18)

Canal N°(19)

Photo 2.2 Tuyau d'égouts sortant d'une maison

2.4.2 Maintenance du réseau de drainage

La Mairie de Kaolack est une organisation responsable de l'entretien des réseaux de drainage. Le STC (Service Technique Communal) de la Mairie de Kaolack est en charge des travaux d'exploitation et de maintenance. Le personnel du STC compte en total 99 personnes. Le STC a un plan d'entretien pour curer les réseaux de drainage une fois par an avant le début de la saison des pluies, et le STC confie les travaux de curage à une société privée sélectionnée par un appel d'offres. Le coût des travaux de curage était environ de 10,4 millions de FCFA en 2011. Les travaux de curage se composent d'enlèvement des ordures et de leur transport à la décharge.

2.4.3 Conditions d'inondation

A Kaolack, il n'existe pas de système de suivi des conditions d'inondation telles que la hauteur et la durée de la crue. Par conséquent, les données d'inondation du passé sont très limitées. Les conditions d'inondation ont été clarifiées à travers une enquête par entrevue aux ménages. Les zones d'inondation habituelle ont été identifiées sur la base des résultats des discussions avec le STC, l'ONAS et les Sapeurs-Pompiers, ainsi que de l'étude réalisée sur le terrain. Il existe 10 zones inondées habituellement qui sont identifiées. Le détail des conditions d'inondation est indiqué à la **Figure 2.10**.

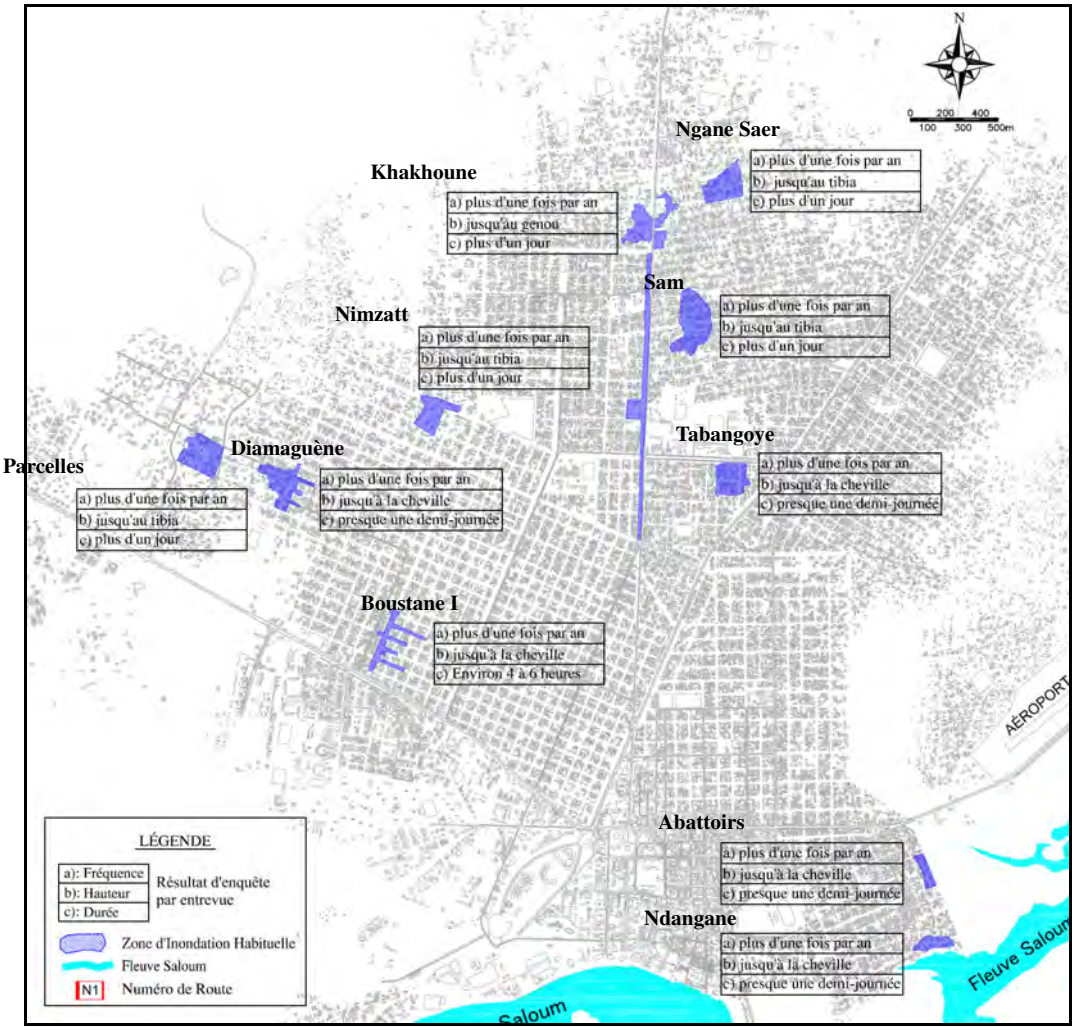


Figure 2.10 Conditions d'inondation

2.5 Gestion des déchets solides

2.5.1 Conditions générales de la gestion des déchets solides

Dans la ville de Kaolack, la détérioration des équipements de collecte et de transport est avancée à telle enseigne que le taux de collecte reste à 25% en 2007, ne couvrant que le centre-ville et les marchés de la ville, et la situation ne cesse d'empirer aujoud'hui. Il existe plusieurs dépôts illégaux d'ordures dans les quartiers résidentiels de la ville. Cependant, il existe un site d'enfouissement final pour la ville, mais la méthode employée est la décharge à ciel ouvert, où il n'y a ni engins lourds pour le nivellement de terrains et ni pont-bascule.

Par ailleurs, un plan directeur sur la Gestion des Déchets Solides (GDS) de la ville de Kaolack a été établi par l'APROSEN en 2008. La Mairie donna son aval à ce plan directeur et envisagea d'entreprendre la GDS conformément au plan.

Au niveau de la Mairie de Kaolack, les Services Techniques prend en charge des problèmes liés à la GDS. Les Services sont composés de 7 sections, à savoir Nettoiement et Construction de voirie, Electricité, Menuiserie, Maçonnerie, Mécanique, Drainage ainsi qu'Espaces ouverts. La section Nettoiement et Construction de voirie se charge non seulement de la GDS mais aussi des travaux de construction des routes/rues coopérant, sur une base contractuelle, avec des entrepreneurs.

En ce qui concerne le budget annuel de la ville, une partie des recettes générales est exclusivement allouée à la GDS. Le budget de Nettoiement et Voirie (services relatifs aux déchets) en 2010 était de 242 millions de FCFA, soit 65,7 % du budget alloué aux Services Techniques. Par ailleurs, 126 millions de FCFA, soit 52,2 % du budget fut dépensé pour la section de Nettoiement et Voirie.

2.5.2 Plan directeur

La Mairie de Kaolack avait établi un plan directeur sur la GDS en 2008 avec l'assistance technique de l'APROSEN, intégré dans un rapport intitulé "Etude pour la mise en œuvre opérationnelle d'un système de gestion durable des déchets solides dans la ville de Kaolack", Tome I et II, 2007-2008.

Le plan directeur établi l'ensemble des objectifs de la ville de Kaolack en matière de GDS, aussi bien que les objectifs spécifiques de chaque secteur, y compris le nettoiement des routes/rues, la pré-collecte et la collecte, la décharge finale, les campagnes IEC (Information, Education et Communication), comme résumé dans le tableau suivant. Selon les Services Techniques, le plan directeur 2008 est utilisé comme un plan global de la GDS de la ville de Kaolack.

Tableau 2.6 Objectifs du plan directeur 2008 de la ville de Kaolack

Objectif global	Réaliser un système de gestion durable des déchets solides accessible techniquement et financièrement.
Nettoiement de routes/rues	Rendre propres les routes et les rues de la ville.
Collecte	Mettre en œuvre toutes les formes de collecte retenues, et assurer la collecte et le transport jusqu'à la décharge finale.
Décharge finale	Assurer la construction d'une décharge finale en conformité avec les lois et ordonnances, techniquement possible, et faisable au niveau environnemental.

Source : Mairie de Kaolack

2.5.3 Système actuel de la gestion des déchets solides

(1) Système de collecte et de transport

En 2007, le système de collecte de la Mairie ne couvrait que 5 quartiers de la ville, à savoir Léona, Kasnack Nord, Kasnack Sud, Kassaville et Bongré, incluant des zones du marché central. A ce temps-là, la Mairie disposait de 5 camions compacteurs (d'une capacité de 16 m^3 chacun) pour la collecte et le transport des déchets. 4 compacteurs sur 5 ont été utilisés pour couvrir les 5 quartiers, et 1 compacteur pour le marché central. La production totale de déchets de la ville de Kaolack en 2007 a été évaluée à environ 125 tonnes/jour sur la base de l'indice de la production journalière de déchets par personne étant de 0,49 kg, et le volume de déchets collectés était de 30 tonnes/jour. D'autre part, en 2010, la Mairie ne dispose que de 2 compacteurs (d'une capacité de 20 m^3 chacun) pour couvrir les mêmes zones de collecte composées de 5 quartiers, y compris le marché central. Ces situations sont résumées dans le **Tableau 2.7**.

Cela révèle que le taux de collecte de 25% en 2007 a baissé jusqu'à 12%, soit une volume de 17 tonnes/jour de déchets, en 2010. Selon les informations, le prestataire de services privé conractuel possédait deux compacteurs, pourtant un des deux compacteurs était en panne, et un compacteur seulement a été utilisé. Ainsi, le taux de collecte a chuté à 6 % dans la zone entière de la ville de Kaolack en 2011.

Tableau 2.7 Production de déchets et ses collectes en 2007 et 2010

Année	Production de déchets[1)] (tonnes/jour)	Volume de déchets collectés (tonne/jour)	Taux de collecte (%)	Equipements de collecte	Quartiers desservis
2007	125	30	25	5 compacteurs (capacité : 16 m^3/véhicule)	Léona, Kasnack Nord Kasnack Sud, Kassaville Bongré, y compris le marché central
2010	136	17	12	2 compacteurs (capacité : 20 m^3/véhicule)	

Note 1) La production de déchets est calculée à l'aide de l'indice 0,49 kg/personne/jour
Source : APROSEN, Mairie de Kaolack

Pour cause de tel système de collecte défectueux, des simples citoyens non-officiels ont désormais créé des groupes qui s'organisent pour collecter des déchets dans certains quartiers moyennant la

somme de 750 FCFA[3] par ménage. Toutefois, durant la pré-collecte, la plupart d'eux emportent les déchets pré-collectés avec des charrettes à âne et les déversent dans des décharges illégales situés dans les différents quartiers de la ville. Le système actuel de collecte et de transport des déchets de la ville de Kaolack est catégorisée en deux manières comme suit.

Tableau 2.8 Système actuel de collecte et de transport des déchets de la ville de Kaolack

Zone	Etapes		
	Pré-collecte (chaque ménage)	Collecte (de chaque ménage à la décharge finale ou au site de transfert)	Transport des déchets à la décharge finale à Mbadakhoune
Services de la Mairie disponibles	Avec des compacteurs de la Mairie (2 unités) par un prestataire de service en 2011, couvrant seulement 5 quartiers, 7 marchés publics et 2 gares routières	Avec compacteurs de la Mairie (2011) Avec un camion loué (2012)	Avec compacteur de la Mairie à la décharge finale par un prestataire (2011). Avec un camion loué (2012)
Services de la Mairie non disponibles, mais fournis par les groupes privées (associations, etc.)	Avec des charrettes à âne (système ROC)/ monocycle	Décharges illégales dans la ville	Aucun transport jusqu'à la décharge finale

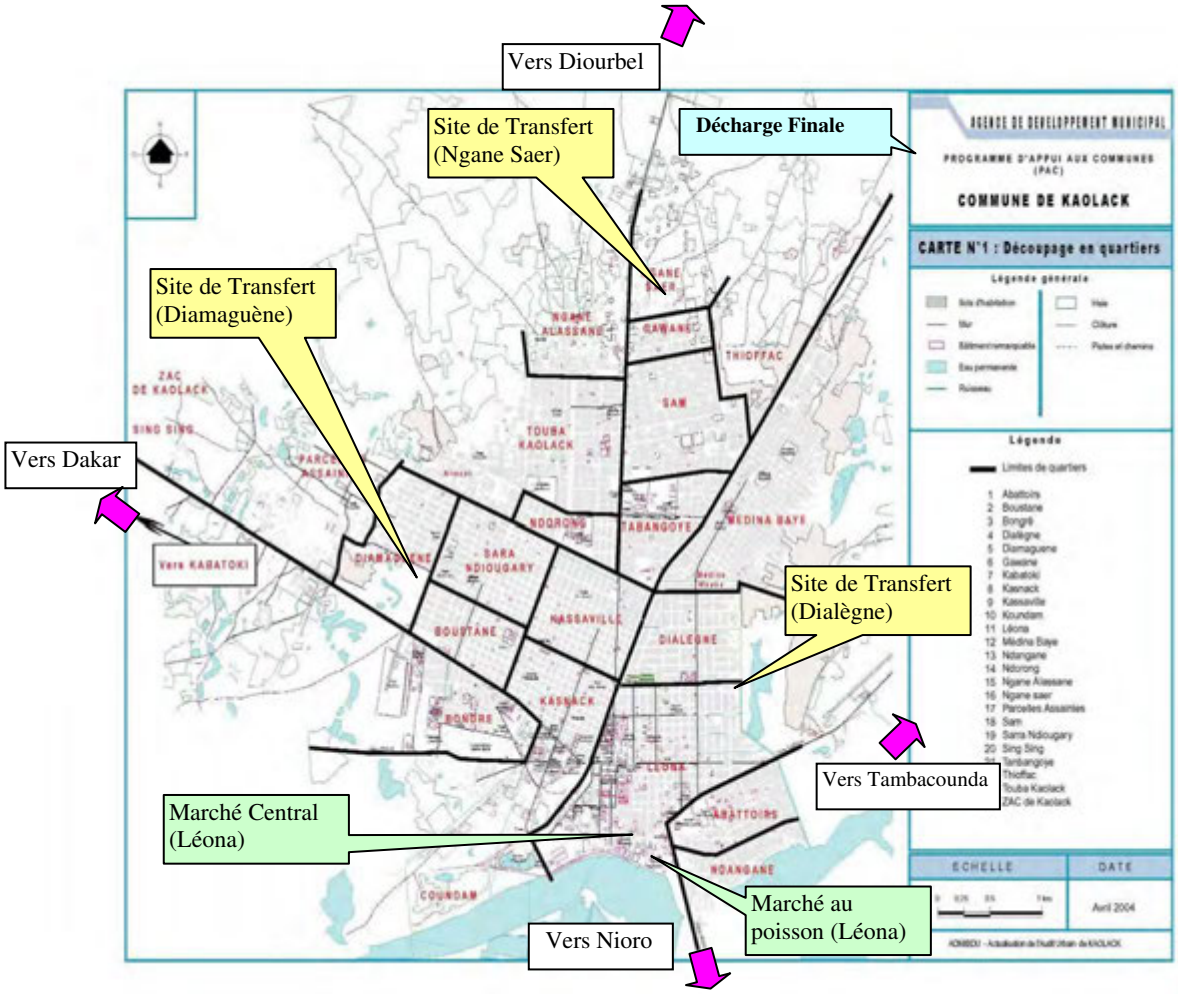
(2) Site de transfert

Les sites de transfert sont des sites de stockage provisoire des ordures ménagères directement transportées de façon manuelle ou par des charrettes à âne (système ROC) lors de pré-collecte. Il existe 3 sites de transfert pour la GDS dans les quartiers de Kaolack, à savoir Diamaguène Extension, Ndargoundaw (sud de Dialègne) et Ngane Saer (voir la **Figure 2.11**). Cependant, deux de ces sites, Diamaguène Extension et Ndargoundaw (sud de Dialègne), ne sont plus fonctionnels actuellement et seul celui de Ngane Saer est opérationnel.

(3) Décharges sauvages

Il existe 12 principales décharges sauvages dans toute la ville de Kaolack identifiées à travers une enquête sur place à la fin de 2011. Certaines zones inondables comme les quartiers de Dialègne, Médina, etc. sont des zones de dépression à basse altitude. Dans ces quartiers, les habitants à faible revenu tentent de protéger leurs maisons contre les inondations pendant l'hivernage en élevant le niveau de sol autour des maisons par remblayage au moyen de déchets en lieu et place des matières du sol. Par ailleurs, APROSEN a mené une enquête sur le terrain relative aux décharges dans 4 villes, y compris la ville de Kaolack, en 2011. Il existe 71 décharges sauvages trouvées dans la ville de Kaolack à travers cette enquête.

[3] Cette valeur est un minimum, au regard de la taxe mensuelle moyenne de collecte des déchets de 1 000 FCFA/ménage à Kaolack.



Source: ADM (Agence de Développement Municipal), Mairie de Kaolack, AFROSEN Kaolack

Figure 2.11 Carte de localisation de la décharge finale et des sites de transfert de la ville de Kaolack

(4) Décharge finale

Pour la gestion des déchets solides de la ville de Kaolack, il existe une décharge finale située à la communauté rurale de Mbadakhoune dans la Région de Kaolack[4], juste à côté du quartier de Thioffack (voir **Figure 2.11**). Le site d'enfouissement est situé à environ 6 km au nord du centre-ville de Kaolack avec une surface estimée d'environ 15 ha. Le site était une ancienne carrière de sable utilisée pour la construction jusqu'en 2009, et à la fin de 2011 il était déjà utilisé comme une décharge à ciel ouvert par les camions (compacteurs) de la Mairie. Aucune précaution environnementale n'est prise sur le site contre l'incinération de déchets, ni de dispositions de séparation des déchets non plus tels que les équipements médicaux, les emballages des médicaments, etc. En outre, il n'existe pas d'ouvrage de clôture, ni un bureau de contrôle, et aucun équipement lourd comme le bulldozer ou la chargeuse sur pneus au niveau de la décharge finale. Selon la Mairie de Kaolack, l'accès à la décharge finale n'est autorisé qu'aux 2 compacteurs enregistrés au niveau de la Mairie, et pour les camions privés l'accès leur est interdit. Pendant l'étude sur le terrain, une dizaine de ramasseurs de déchets étaient en train de collecter des déchets en matières précieuses tels que le fer, le plastique dur, etc.

En septembre 2011, la ville de Kaolack et la communauté rurale de Mbadakhoune ont conclu un accord verbal sur l'utilisation de terrain en tant que décharge finale à Mbadakhoune. Pourtant, un

[4] La communauté rurale de Mbadakhoune de la Région de Kaolack fait partie d' "Autres zones" dans la **Figure 2.1**.

protocole officiel de partenariat entre les deux parties, pour avoir le droit reconnu par la loi d'utiliser un terrain requis par une nouvelle décharge finale proposée pour la ville de Kaolack, n'est pas encore signé. Cela explique que la ville de Kaolack ne dispose pas de décharge officielle jusqu'à ce jour-ci.

En matière des activités IEC (Information, Education et Communication), un mouvement annuel de la propreté a été organisé dans le cadre de la campagne d'environnement en 2007, 2008 et 2009 par les communautés de la ville, y compris la Mairie de Kaolack, la Gouvernance de Kaolack, l'APROSEN, les ONGs et d'autres acteurs tels que les étudiants et les volontaires. Ces activités n'ont pas été cependant poursuites en 2010 et 2011.

(5) Déchets industriels et biomédicaux

Dans la ville de Kaolack, 4 principales industries sont opérationnelles aujoud'hui, à savoir deux huilerie d'arachide, une usine de production de sel et une usine de produits en plastique. Selon les Services Techniques de la Mairie, les déchets industriels doivent être contrôlés et traités correctement en conformité avec le Code de l'environnement au Sénégal.

Il existe un grand hôpital (El Hadji Ibrahima Niass) et quelques cliniques et centres de soins de santé à Kaolack. Il y a un seul incinérateur situé dans l'enceinte de l'hôpital, et deux incinérateurs utilisés par les centres de soins de santé dans la ville de Kaolack. Dans l'installation hospitalière, les cendres vidées de l'incinérateur sont enterrées sur une parcelle spécifique dans l'enceinte de l'hôpital.

2.6 Considérations environnementales et sociales

2.6.1 Lois et directives sur les considérations environnementales

Le Chapitre V « Etude d'impact » du Titre II de la loi portant Code de l'environnement (Loi N° 2001-01 du 15 janvier 2001) du Sénégal décrit dans les articles L 48 à L 54 les mandats des Etudes d'impact sur l'environnement, de même que les définitions de l'Evaluation Environnementale Stratégique (EES), de l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) et de l'Audit sur l'Environnement (AE).

L'article L 49 stipule le processus autorisé de mise en œuvre des études d'impact et le rapport d'étude à déposer à la DEEC (Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés) du Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature, des Bassins de Rétention et des Lacs Artificiels (MEPNBRLA).

Les articles R 38 à R 44 du décret d'application du Code de l'environnement (Décret N° 2001-282 du 12 avril 2001 portant application du code de l'environnement) du Sénégal explique également les procédures administratives des Etudes d'Impact sur l'Environnement, comportant une mention sur les moyens d'étude d'impact sur l'environnement. L'étendue et les catégories des études d'impact sur l'environnement sont les suivantes :

Catégorie 1 : Les projets sont susceptibles d'avoir des impacts significatifs sur l'environnement; une étude de l'évaluation des impacts sur l'environnement permettera d'intégrer les considérations environnementales dans l'analyse économique et financière du projet, et cette catégorie exige une évaluation environnementale approfondie. Les projets listés liés à l'amélioration de l'environnement urbain sont (a) les travaux d'infrastructure et (b) la gestion et l'élimination des déchets.

Catégorie 2 : Les projets ont des impacts limités sur l'environnement ou les impacts peuvent être atténués en appliquant des mesures ou des changements dans leur conception; cette catégorie fait l'objet d'une analyse environnementale initiale. Les projets listés liés à l'amélioration de l'environnement urbain sont (a) l'irrigation et le drainage de petite échelle et (b) l'adduction d'eau urbaine et rurale et l'assainissement.

En outre, les lois sur l'environnement stipulent les études environnementales nécessaires selon l'envergure et la méthodologie de traitement des eaux usées et de la gestion des déchets, comme indiqué dans le **Tableau 2.9**.

Tableau 2.9 Etudes d'impact requises selon les installations classées

Installations	Type d'installations classées	Type d'Etude d'Impact exigée	Procédure nécessaire avant le démarrage
Assainissement et traitement d'eau (Capacité de traitement journalière des eaux usées)	Supérieur ou égal à 5 000 équivalents habitants	EIA	Autorisation
	Supérieur à 500 et inférieur à 5 000 équivalents habitants	AEI	Autorisation
Gestion des déchets (Quelque soit la capacité)	Centre de regroupement et de tri de déchets destinés à l'élimination	EIA	Autorisation
	Centre d'élimination, de traitement ou de valorisation	EIA	Autorisation
	Installations d'incinération et de co-incinération	EIA	Autorisation
	Centre d'enfouissement	EIA	Autorisation

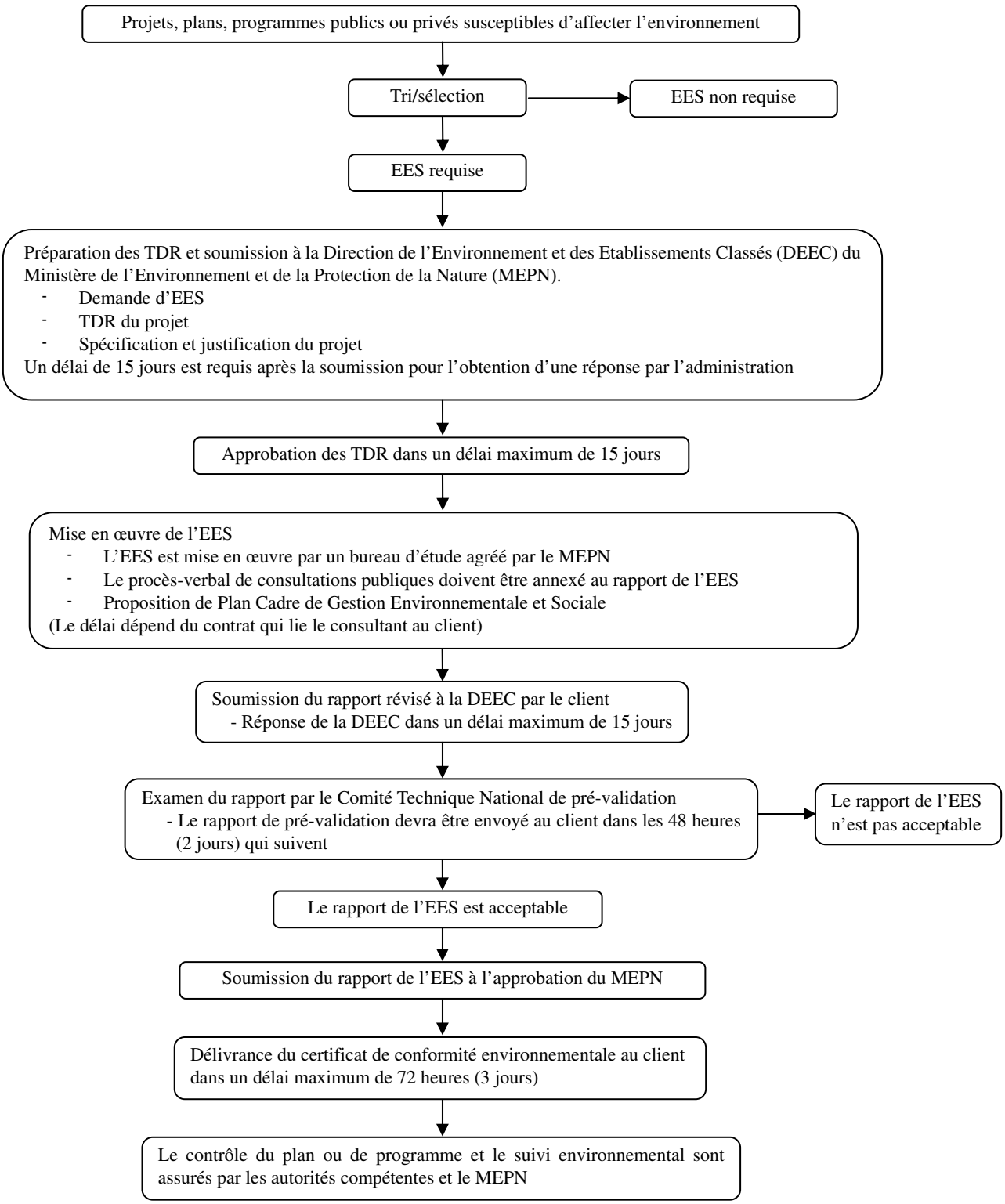
Note : EIA - Etude d'Impact Approfondie; AEI - Analyse Environnementale Initiale

2.6.2 Processus de l'EES et de l'EIE

La différence qui existe entre la procédure de l'EIE et celle de l'EES n'est pas expliquée dans le Guide de Référence de l'Etude d'Impact Environnemental Sectoriel. De même, les différentes étapes de la mise en œuvre de l'EIE et de l'EES ne sont pas mentionnées dans ledit Guide. Les schémas de procédures de l'EES et de l'EIE a été confirmés comme indiqué dans les **Figures 2.12 et 2.13**. Les figures montrent que la principale différence entre l'EES et l'EIE est le processus d'audience publique (tenue de l'audience publique et élaboration du rapport par la DEEC dans les 48 heures qui suivent), qui n'est inclu que dans la procédure de l'EIE.

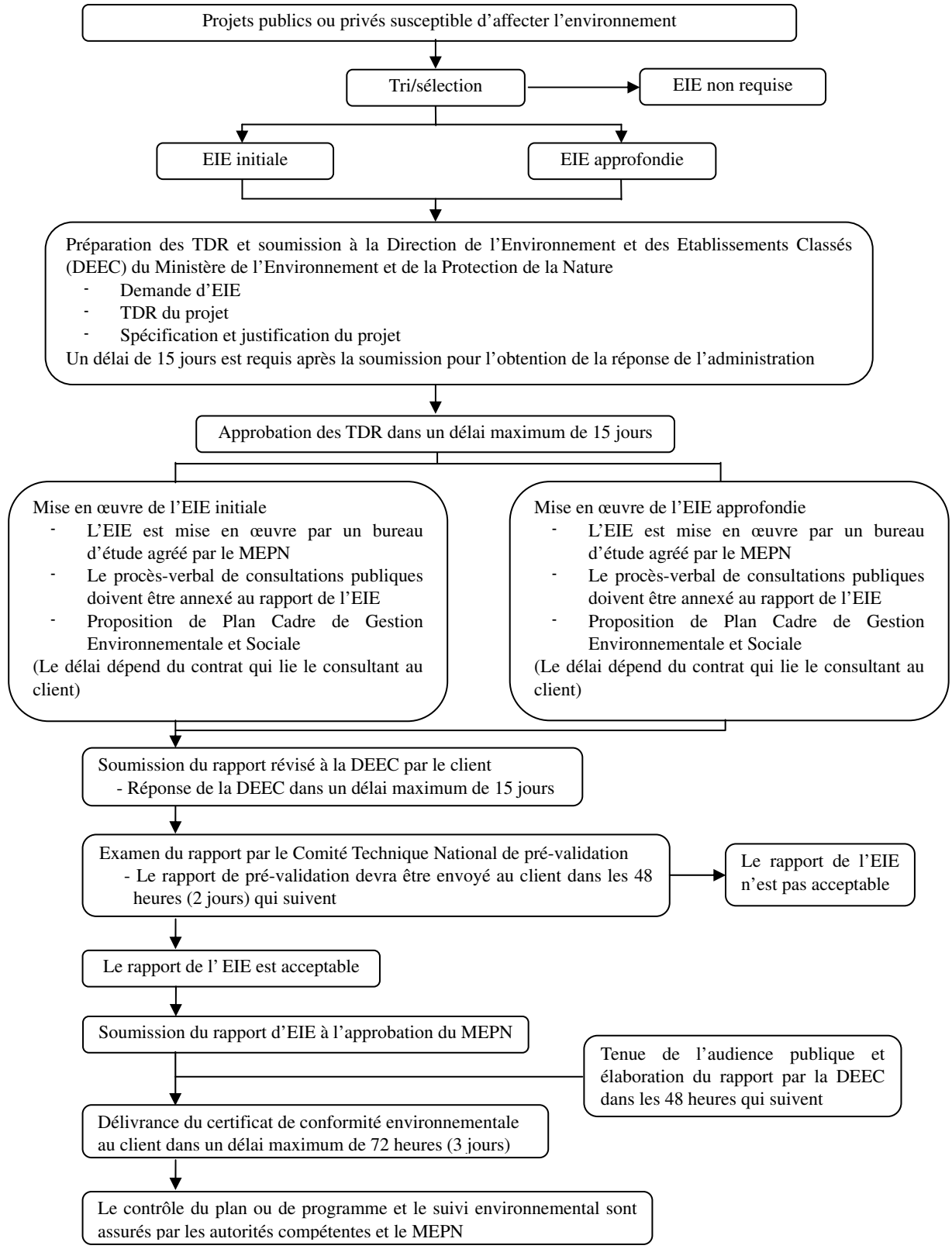
Il n'y a cependant pas de formulaire officiel de demande de l'EIE et de l'EES à soumettre à la DEEC et/ou à la DREEC (Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés). Normalement, les Termes de Référence (TDR) de l'EES/EIE élaborés sur la base des documents du projet seront soumis par le client auprès de la DEEC/DREEC en compagnie du consultant agréé. Cependant, le lieu de soumission des TDR n'est pas fixé à la DEEC et/ou à la DREEC.

La DREEC de Kaolack suggère que les duplicatas des TDR et autres documents relatifs à l'EIE/EES soient soumis à la Gouvernance de la Région pour la raison que la Gouvernance a la responsabilité de présider le Comité Technique régional pour les études d'impact sur l'environnement. Ainsi, les TDR joints à la lettre de demande d'EES ont été soumis à la DEEC le 2 janvier 2012. Les duplicatas de ces documents ont été aussi transmis à la DREEC et à la Gouvernance de la Région de Kaolack. Finalement, le rapport de l'EES a été approuvé par la DEEC en janvier 2013.



Source : Basée sur des entrevues avec la DEEC, EEJ

Figure 2.12 Procédure de l'Evaluation Environnementale Stratégique (EES)



Source : Basée sur des entrevues avec la DEEC, EEJ

Figure 2.13 Procédure de l' Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE)

2.6.3 Plan et politique environnemental du Sénégal

Après l'élaboration du PNAE (Plan National d'Action pour l'Environnement) en 1997, la politique environnementale du Sénégal a été définie dans la 'Lettre de Politique Sectorielle de l'Environnement et des Ressources Naturelles (LPSERN 2009-2015)'. Approuvée en 2009, cette lettre définit les orientations stratégiques et les zones d'intervention dans le domaine de l'environnement et des ressources naturelles. Sur la base d'un diagnostic du secteur environnemental, l'objectif global de la politique environnementale est d'assurer une saine gestion de l'environnement et des ressources naturelles pour contribuer à la réduction de la pauvreté dans une perspective de développement durable.

2.6.4 Conditions environnementales et sociales de la ville de Kaolack

(1) Conditions naturelles

Il existe dans la ville de Kaolack des zones inondables appelées 'tannes'. Le rapport de l'APROSEN (2007) fait remarquer que 'les quartiers de Dialègne et de Médina Matar sont sis sur les tannes, terrains où les conditions d'habitat et d'hygiène sont précaires' dues à une forte acidité et salinité.

La nature sableuse du sol et la nappe phréatique (niveau élevé, et salée) constituent des problèmes majeurs de la ville de Kaolack. La construction des installations sanitaires est difficile dans certains quartiers. Ce fut le cas en particulier aux quartiers de Médina Mbaba, Abattoirs et Touba Kaolack où les installations de fosses septiques ont été endommagées par le sable et la nappe phréatique élevée (située à moins d'un (1) mètre de profondeur), ainsi que l'eau salée de la nappe entraîne la rouille des fosses et des autres matériaux de construction.

(2) Conditions sociales

Le déversement de boues de vidange constitue une cause de conflits avec les riziculteurs de Sing Sing. Les camions transportant des boues de vidange dans les champs endommagent les cultures en saison des pluies à cause des conditions boueuses de route, ce qui pourrait avoir des effets néfastes pour la santé des populations vivant aux alentours.

Malgré l'existence de lois et règlements sur la protection de l'environnement, il semblerait plutôt que le savoir et les informations de ceux-ci ne sont pas véhiculés et partagés de façon assez large. Ainsi il serait très difficile de changer l'attitude des populations. Par exemple, quelques ONGs et associations tentent de sensibiliser les CDQs (Comité de Développement de Quartier) pour l'amélioration des conditions d'hygiène à travers des formations et des programmes de radio diffusés. L'ASDES (Association Sénégalaise pour un Développement Equitable et Solidaire) a par exemple soutenu des activités de nettoiement au sein des établissements scolaires, qui n'avaient vu que la participation féminine de certaines écoles du fait des contraintes traditionnelles qui estiment que le balayage et le nettoyage sont des tâches réservées à la femme. Le système éducatif de base pourrait aussi dans un tel cas de figure affecter l'amélioration de l'environnement.

L'unité de recyclage de matières plastiques est l'une des meilleures pratiques pour l'amélioration de l'environnement mais aussi une des principales activités génératrices de revenus. Malheureusement, le matériel traité par cette dernière est limité au plastique dur tel que les récipients d'huile, les seaux etc. Les bouteilles PET ne sont pas recyclées en raison du manque de machines à découper adéquates à celles-ci.

CHAPITRE 3. CONCEPT DE LA PLANIFICATION D'ENSEMBLE

3.1 Contexte du développement national

Depuis que le gouvernement sénégalais a assumé la responsabilité de dettes colossales en 2000, le gouvernement a mis en place sa stratégie globale de la réduction de pauvreté. Le "Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP-I)", lequel définissait la période de planification de 2003 à 2005, avait été préparé pour améliorer les objectifs de croissance du programme de l'après dévaluation et corriger ces incidences négatives avec les plans de développement social et politique. La proportion de pauvreté étaient encore relativement élevée, et la distribution des revenus demeurait particulièrement inégale au Sénégal. Ces faits ont appelé à des mesures plus vigoureuses pour réduire la pauvreté et mis en exergue le défi de la redistribution des fruits de la croissance.

Durant la période de 2006 à 2010 stipulée dans le DSRP-II, la forte croissance prévue du PIB et l'amélioration de la qualité de niveau de vie des Sénégalais ont été à peine atteintes en raison des crises alimentaires et énergétiques, ainsi que de la dépression économique et financière en 2008. Les projections de la pauvreté réalisées sur la période de 2005 à 2009 suggéraient ainsi une stagnation des indicateurs de la pauvreté, et le taux de croissance du PIB par habitant était seulement de 0,5% en moyenne par an.

Sur la base de l'évaluation de la mise en œuvre du DSRP-II, la stratégie nationale quinquennale, le "Document de Politique Économique et Sociale (DPES)" a été formulé pour la période cible de 2011 à 2015. En ce qui concerne l'amélioration de l'assainissement, le DPES fixe un taux d'accès de 63% aux zones rurales, et de 78% aux zones urbaines en 2015. Selon l'évaluation du DPES, le taux d'accès de 63,1% fut réalisé en 2010 dans la totalité des zones urbaines du Sénégal. Les chiffres passés, actuels et prévus de taux d'accès à des systèmes améliorés d'assainissement sont rédigés se référant au DSRP-II et au DPES, et dont la tendance est illustrée à la **Figure 3.1**. Elle indique clairement que les taux d'accès vont continuer à augmenter au fil des années parallèlement aux projets dans ce domaine aussi bien dans les régions rurales que dans les régions urbaines.

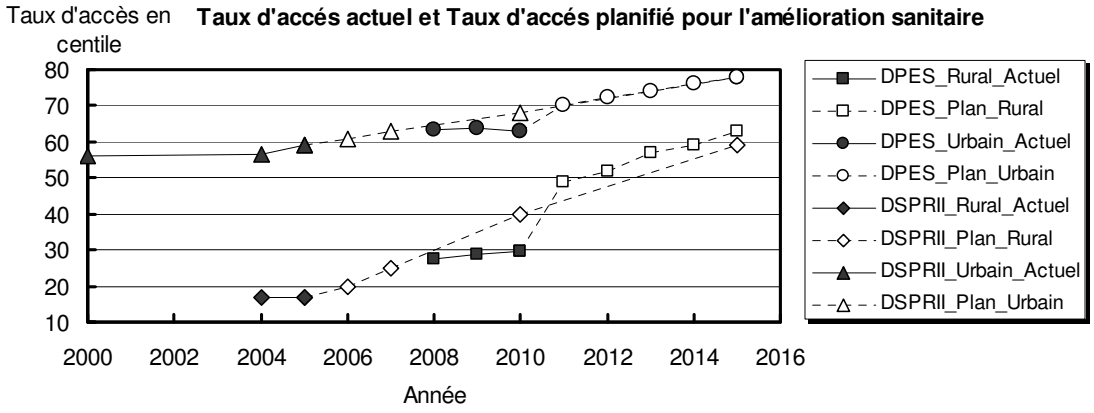


Figure 3.1 Changements interannuels de taux d'accès à des systèmes améliorés d'assainissement au niveau des stratégies nationales

Le taux d'accès actuel de la ville de Kaolack, cependant, se situe vraisemblablement entre 50 et 65% selon les agents publics dans les bureaux concernés et les ONGs, en raison du manque de données statistiques. De plus, le taux d'accès cible de 78% en 2015 ne pourrait pas être atteint à Kaolack compte tenu de la situation actuelle des activités d'amélioration.

3.2 Concept de planification

3.2.1 Visions et objectifs

L'année cible des Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) est fixée à 2015. Etant donné que l'année cible approche, le PNUD est en cours de mettre au point la prochaine étape pour les OMD.

Les visions sur l'amélioration des infrastructures environnementales de Kaolack dans le cadre du plan directeur devront couvrir les concepts de l'amélioration des OMD et le contexte de développement national.

Les visions pour l'amélioration des infrastructures environnementales urbaines de Kaolack sont "l'accès aux infrastructures et services environnementaux urbains durables va au-delà des Objectifs du Millénaire pour le développement d'une manière raisonnable et équitable sur le territoire de la ville de Kaolack". Conformément aux visions relatives à l'amélioration, les objectifs généraux de l'amélioration de l'environnement urbain de Kaolack figurent ci-dessous, basés sur les discussions faites lors des comités de pilotage et des comités techniques en cours d'élaboration du Plan Directeur.

- Promouvoir la bonne gestion des déchets liquides et solides et des eaux pluviales d'une façon intégrée et efficace dans le but de rehausser l'environnement urbain par l'amélioration et la mise à niveau des infrastructures environnementales de la ville, et par le soutien aux services publics quotidiens de traitement des effluents ainsi que de collecte et d'élimination des déchets solides,
- Développer la gestion des eaux pluviales de la ville pour atténuer les problèmes des inondations récurrentes dans les zones habituellement sujettes aux inondations pendant la saison des pluies,
- Améliorer le cadre institutionnel des secteurs en charge de gestion des eaux résiduaires, y compris le traitement des eaux usées et le réseau d'assainissement, les eaux pluviales ainsi que les déchets solides, pour une mise en œuvre viable et sans heurts des installations concernées,
- Promouvoir des changements positifs dans le comportement des gens en matière d'assainissement et d'élimination des déchets solides par le biais de campagnes de sensibilisation et d'activités participatives, et
- Réaliser finalement un environnement urbain sain de la ville de Kaolack en produisant des effets de synergie à travers les approches globales susmentionnées.

3.2.2 Année cible et zone de planification

L'année cible du Plan Directeur est fixée à 2030, telle qu'elle en a été discutée entre la mission JICA d'étude préliminaire et les homologues sénégalais. La zone initiale du Projet a été déterminée à la totalité du territoire de la ville de Kaolack, discutée également en même temps que l'année cible. A pratiquement parler, la zone de planification effective doit être la zone urbaine comprenant les quartiers. Ainsi, la zone de planification est déterminée au centre-ville comme décrit ci-après, dont la superficie est de 19,82 km^2.

Selon la nature technique des trois composantes de l'étude, i.e. eaux usées, eaux pluviales et déchets solides, la zone de planification bordera la limite de quartier pour la gestion des déchets solides, la limite de drainage naturel pour la gestion des eaux pluviales, et certaines limites intermédiaires situées entre les limites naturelles et administratives pour la gestion des eaux usées. Ainsi, chaque composante doit déterminer une zone de planification légèrement différente.

3.3 Projection de la population de la ville de Kaolack

Une estimation de la population de la ville de Kaolack pour l'année 2012 a été effectué sur la base des rapports de chefs des quartiers en 2012. Le "centre-ville" est défini ici comme étant les quartiers qui sont situés dans la zone où la ville s'est développée jusqu'à présent et qui se caractérisent par la forte densité de sa population. Les composantes du projet qui nécessitent des fonds importants, seront principalement considérées pour cette zone-ci, en tant que "Zone Cible", pour l'efficacité de l'investissement. Par conséquent, un accord a été trouvé sur l'estimation de la population en 2012 entre les membres du comité de pilotage, étant de 270 000 personnes dans toute la ville et de 245 000 dans le centre-ville.

Compte tenu du taux de croissance de la population de chaque quartier dans le passé et du plafond de densité étant de 300 personnes/ha, la population future est projetée à intervalles de 5 ans. La population projetée pour 2030 est de 403 000 dans toute la ville et de 382 000 dans le centre-ville comme le montre le **Tableau 3.1**.

Tableau 3.1 Résultats de la projection

Année	Ville entière	Centre-ville
2012	270 000	245 000
2015	291 000	270 000
2020	335 000	314 000
2025	373 000	352 000
2030	403 000	382 000

CHAPITRE 4. PLAN D'AMELIORATION DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT

4.1 Concept de planification

4.1.1 Objectifs de planification

Les objectifs de la planification sont (i) d'améliorer et mettre à jour le système actuel d'assainissement (réseau d'égouts, stations de pompage et station d'épuration) en tenant compte de l'applicabilité des technologies, de l'efficacité de la collecte et du traitement des eaux usées, de la capacité des ressources humaines de l'ONAS et de l'efficacité par rapport au coût; et (ii) d'améliorer ainsi la condition sanitaire des habitants, de même que le milieu hydrique de la ville de Kaolack.

4.1.2 Stratégie de la planification

Dans le plan d'amélioration du système d'assainissement, la zone de planification d'assainissement est configurée avec les considérations suivantes, comme le montre la **Figure 4.1**.

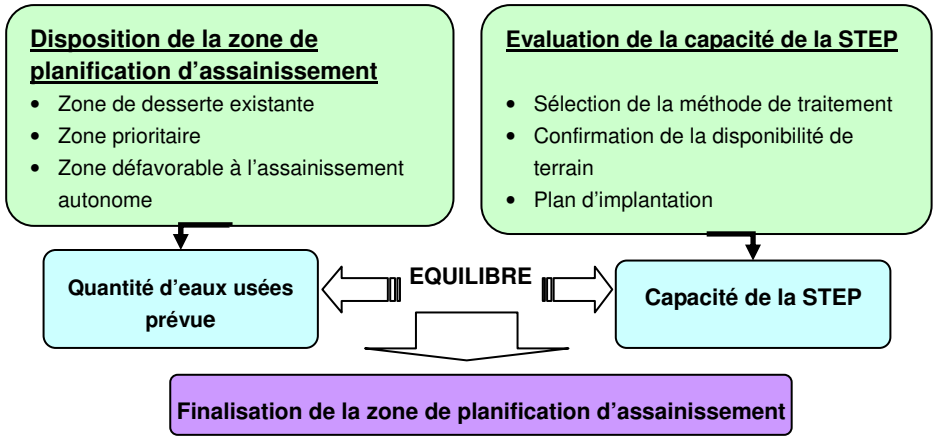


Figure 4.1 Diagramme schématique de fixation de la zone de planification d'assainissement

4.1.3 Année cible

L'année cible du Plan Directeur est l'horizon 2030, et sa mise en œuvre devra être scindé en trois phases comme suit :

- Court-terme, pour les projets de la phase 1 jusqu'à fin 2020
- Moyen-terme, pour les projets de la phase 2 de 2021 à 2025
- Long-terme, pour les projets de la phase 3 de 2026 à 2030

4.2 Projection du cadre de l'amélioration future

4.2.1 Quartiers connexes

Les quartiers liés au plan d'amélioration du système d'assainissement sont montrés dans la **Figure 4.2**, lesquelles couvrent la totalité du centre-ville de Kaolack, comme convenus avec l'ONAS Kaolack à travers le Comité Technique (C/T) et le Comité de Pilotage (C/P). La superficie totale ciblée est d'environ 19 km^2.

Figure 4.2 Quartiers relatifs à l'amélioration du système d'assainissement

4.2.2 Population

La population desservie par le réseau d'égouts est estimée sur la base de la projection démographique décrite dans la **Sous-section 3.2.3**.

4.2.3 Projection de demande future

(1) Production des eaux usées par habitant

Les facteurs suivants sont fixés aux fins de l'estimation de la production des eaux usées.

- **Consommation domestique d'eau :** la consommation domestique de 58 L/habitant/jour en 2011 tend à augmenter de façon linéaire jusqu'à l'année cible parallèlement à l'amélioration du niveau de vie des populations de la ville de Kaolack. Une consommation de 70 L/habitant/jour est estimée pour l'année cible 2030 puisqu'étant une valeur type au niveau des zones résidentielles de la ville de Kaolack. Une interpolation est appliquée pour estimer les valeurs des années 2015, 2020 et 2025.
  - **Utilisation commerciale et administrative :** La quantité d'eau utilisée par le secteur commercial et administratif est estimée sur la base du ratio maximal du consommation commercial à celle domestique au cours des 5 années (2007-2011) qui est de 0,25 (la consommation d'eau du secteur commercial correspond à 25% de celle domestique).
  - **Taux de production d'eaux usées :** Ce taux est introduit pour estimer la quantité d'eaux usées produites par habitant depuis une partie d'eau utilisée pour l'arrosage, la lessive et la vaisselle dans les demeures, qui n'est pas déversée dans le réseau d'égouts. Un ratio type de 85% de production d'eaux usées est employé pour la projection des effluents. Cela signifie que 15% de l'eau consommée ne sera pas collectée par le système d'égouts.

- **Infiltration d'eau souterraine :** un taux de 10% d'infiltration d'eau souterraine est employé dans le Plan Directeur, utilisant la méthode d'estimation adoptée dans l'Etude menée par la JICA sur la ville de Dakar en 1994.

Le tableau suivant résume la production d'eaux usées par habitant pour les années 2015, 2020, 2025 et 2030, sur la base des hypothèses susmentionnées.

Tableau 4.1 Récapitulatif de la production des eaux usées par habitant

Rubriques	Unité	2012 (présent)	2015	2020	2025	2030	Remarques
Consommation d'eau							
Domestique	l/pers/j	59	61	64	67	70	(a)
Commerciale et administrative	l/pers/j	15	15	16	17	18	(a)×25%
Total	l/pers/j	74	76	80	84	88	
Taux de production d'eaux usées	%	85	85	85	85	85	
Production d'eaux usées[1)]	l/pers/j	63	65	68	71	75	
Infiltration d'eau souterraine	%	10	10	10	10	10	

Note 1) la consommation commerciale incluse

(2) Production de charges polluantes

La DBO_5, qui représente la charge polluante organique, est considérée comme un paramètre de base de la conception d'une station d'épuration. Dans le Plan Directeur, une charge type de DBO_5 de 40 g/habitant/jour est pris en compte pour l'année cible (cette même valeur est également adoptée dans le projet de la BID). La charge en DBO_5 de 40 g/habitant/jour comporte aussi les charges polluantes de l'utilisation domestique et commerciale. Par ailleurs, la charge en DBO_5 de 28 g/habitant/jour en 2012 est estimée utilisant la moyenne annuelle de DBO_5 enregistrée en 2011 à la STEP de Kaolack, et la population desservie. Les concentrations de la DCO et du TSS, étant des paramètres supplémentaires pour la conception de la station d'épuration, sont estimées avec l'utilisation du ratio DBO:DCO:TSS=1,00:2,00:1,25, enregistré en 2011. Le tableau suivant résume les charges en DBO_5 par habitant et la concentration des 3 paramètres (DBO_5, TSS et DCO).

Tableau 4.2 Production de charges polluantes par habitant

Rubriques	Unité	2012 (présent)	2015	2020	2025	2030	Remarques
Charge en DBO_5 par habitant	g/pers/j	28	30	34	36	40	(a)
Production des eaux usées	l/pers/j	63	65	68	71	75	(b)
Infiltration d'eau souterraine	%	10%	10%	10%	10%	10%	(c)
Concentration							
DBO_5	mg/l	404	420	455	461	485	(d)[1)]
DCO	mg/l	808	840	910	922	970	(d)×2,00
TSS	mg/l	505	525	569	576	606	(d)×1,25

Note 1) (d)=(a)/{(b) × (100+(c))/100} × 1000

4.2.4 Conditions de conception

(1) Réseau d'égouts et stations de pompage

Le réseau d'égouts est conçu en adoptant dans l'ensemble l'écoulement par gravité. Le diamètre des conduites d'égouts est conçu sur la base du débit horaire maximal d'eaux usées avec une marge pour faire face à la fluctuation horaire mais aussi pour assurer une vitesse suffisante d'écoulement pouvant éviter la stagnation et l'accumulation des déchets et sédiments. Les critères majeurs de conception et les formules de calcul sont listés dans le **Tableau 4.3**.

Tableau 4.3 Critères de conception et formules de calcul

Rubriques	Critères, Formules
Formules de vitesse d'écoulement	Ecoulement par gravité : Formule de Manning Ecoulement sous pression : Formule de Hazen-Williams
Vitesse d'écoulement	De 0,6 m/s à 3,0 m/s
Ratio de débit de pointe et	Débit de pointe horaire : 2 fois le débit moyen journalier

Rubriques	Critères, Formules
marge	Marge : (i) plus de 100% pour les conduites de diamètre jusqu'à 600 mm, et (ii) 50% à 100% pour un diamètre de plus de 700 mm
Hauteur de recouvrement	Pas moins de 1,0 m
Type de conduites	Diamètre ≤ 500 mm : conduite en PVC, n = 0,010 600 mm ≤ Diamètre : conduite en béton armé, n = 0,013 Conduite de refoulement : conduite en fonte, C = 110

(2) Station d'Epuration des eaux usées

Les installations pour le traitement des eaux usées sont conçues pour répondre aux critères de rejet, lesquels sont DBO_5=40 mg/l, DCO=100 mg/l, TSS=50 mg/l et coliformes fécaux=2000 UFC/100ml.

4.3 Concept de développement du système d'assainissement

4.3.1 Etude alternative pour l'amélioration du système d'assainissement

(1) Approche en matière de la séléction de méthode de traitement des eaux usées

Avant la délimitation de la zone de planification du réseau d'égouts, la méthode de traitement des eaux usées et la capacité de la STEP de Kaolack sont évaluées et déterminées en tenant compte de la disponibilité foncière.

Il existe actuellement au Sénégal neuf (9) stations d'épuration des eaux usées opérationnelles, lesquelles adoptent trois (3) méthodes de traitement que sont : (i) le procédé des boues activées (4 stations), (ii) le lagunage aéré (1 station) et (iii) le lagunage naturel (5 stations), comme indiquées sur le tableau suivant. Parmi les 3 méthodes, le procédé des boues activées est grand en nombre, pourtant il est adopté seulement à Dakar et à sa ville avoisinante i.e. Thiès. De plus, certaines des stations à boues activées sont de petite dimension en sorte qu'elles peuvent être catégorisées comme "stations communautaires". En effet, les grandes villes autres que Dakar et Thiès adoptent seulement des méthodes comme le lagunage naturel et/ou lagunage aéré.

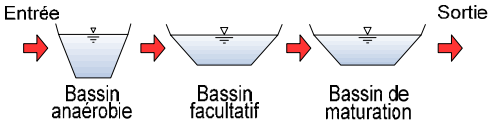
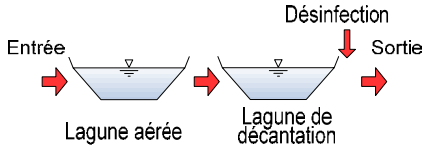
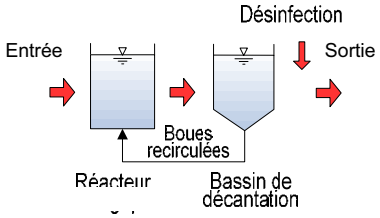
Tableau 4.4 Liste de Stations d'Epuration des eaux usées en service au Sénégal

Nom de STEP	Méthode de traitement	Population ciblée	Capacité (m^3/jour)
Cambérène	PBA	200 000	19 200
SHS (Guédiawaye)	PBA	Inconnu	595
Niayes (Pikine)	PBA	Inconnu	875
Rufisque	Lagunage	45 403	2 856
Keur saib ndoye (Thiès)	PBA/Lagunage	70 000	3 000
Saint-Louis	Lagunage	20 000	600
Saly	Lagunage	600	1 020
Luga	Lagunage	20 000	600
	Lagunage Aéré	12 000	720
Kaolack	Lagunage	20 000	390

Note; PBA : Procédé à Boues Activées

D'après les résultats de l'étude, la STEP de Kaolack rencontre des difficultés même dans le fonctionnement des lagunes dues à la sédimentation, à la défaillance du déversoir, etc. De plus, les lagunes aérées ne sont pas opérationnelles, sans étant livrées par le bailleur de fonds. Vu ces conditions, il est prématuré d'appliquer le procédé des boues activées conventionnel à Kaolack. Par conséquent, la méthode de traitement à appliquer devra être évaluée, en se focalisant sur le lagunage naturel, le lagunage aéré et le fossé d'oxydation (une des méthodes simplifiées de procédé à boues activées). Le tableau suivant montre le profil de ces 3 méthodes de traitement.

Tableau 4.5 Profil des méthodes de traitement à adopter

Méthode	Schéma de procédé type	Traits saillants
Lagunage		• Les eaux usées sont traitées sans l'utilisation de machines. L'oxygène est introduit dans le bassin par photosynthèse, et ainsi les eaux usées sont purifiées. • Parmi les trois méthodes, elle est la plus facile en matière d'exploitation et de maintenance, et le coût unitaire de traitement est le moins cher. Par ailleurs, la superficie foncière nécessaire est la plus grande.
Lagunage Aéré		• Par l'installation d'aérateurs à l'intérieur de lagunes, l'efficacité du traitement s'améliore tout en réduisant la superficie foncière nécessaire par rapport au lagunage naturel • L'exploitation et la maintenance sont plus faciles que celles du Fossé d'Oxydation
Fossé d'Oxydation (FO)		• Un canal sans fin est utilisé pour la circulation des eaux usées. L'équipement est simplifié, et une exploitation et maintenance plus facile sont réalisées par rapport au procédé de boues activées. • La superficie foncière nécessaire est moins grande que celle du lagunage aéré. • Le coût de construction est le plus élevé parmi les trois méthodes.

(2) Extension et capacité de la STEP

Exploiter une STEP à partir des endroits distants l'un de l'autre n'est pas favorable parce que l'exploitation et la maintenance deviennent inefficaces et requièrent un personnel (ou une équipe) supplémentaire. En outre, la STEP doit être près du fleuve Saloum afin d'éviter l'installation d'une station de pompe de déversement. Ainsi, l'acquisition d'un terrain adjacent à la STEP existante est proposée pour augmenter sa capacité. La surface de la zone existante de la STEP, qui est représentée par la ligne continue, est de 9,0 ha, et la surface de sa zone d'extension, qui est représentée par la ligne discontinue, est de 11,3 ha (voir la **Figure 4.3**). Le propriétaire foncier de la zone existante est l'ONAS, et la zone d'extension appartient à des propriétaires publics et privés.

Figure 4.3 STEP existante et zone proposée pour son extension

(3) Extension du réseau d'égouts

La zone d'extension du réseau d'égouts, le tracé des collecteurs principaux et la conception des conduites d'égouts sont étudiés compte tenu des aspects suivants :

- La zone d'extension du réseau d'égouts devra être determinée en tenant compte des lignes de partage des eaux, mais aussi des quartiers et des zones desservies par le réseau existant.
- Le nouveau réseau d'égouts devra être raccordé au réseau existant afin de l'utiliser y compris les stations de pompage, et de minimiser le coût de construction.
- Les conduites d'égouts et les stations de pompage devront être conçues avec une capacité leur permettant de collecter la totalité des eaux usées produites à l'horizon 2030 avec un taux de branchement de 100%.
- Les nouvelles stations de pompages devront être construites sur des zones inhabitées pour éviter la réinstallation des populations.

(4) Cadre des Alternatives

Les alternatives suivantes ont été choisies en tenant compte des arguments susmentionnées.

(a) Aucune action

Des interventions techniques appropriées devront être requises dans la ville de Kaolack, vu l'urbanisation galopante et les problèmes d'assainissement tels que le faible taux de branchement au réseau d'égouts, le disfonctionnement de la station d'épuration et la gestion inappropriée des boues de vidange. Par conséquent, l'option 'Aucune action' (Alternative 0) n'est pas discutée ici en détail.

(b) Alternative 1

L'extension de la zone couverte par le réseau d'égouts se fera en fonction de la capacité de la STEP avec des méthodes de lagunage naturel et de lagunage aéré (Capacité totale : Q=15000 m^3/jour; la **Figure 4.5** en montre le plan d'implantation). Avec cette alternative, le réseau couvrira la partie Sud de la ville de Kaolack, comme le montre la **Figure 4.4**. En outre, 3 nouvelles Stations de Pompage (SP) seront construites (SP N°1 Nord, SP Boustane, SP Darou Salam Ndangane). Un nouveau collecteur principal comportant une conduite de refoulement sera posé sur un linéaire total de 15,0 km.

(c) Alternative 2

L'extension de la zone desservie par le réseau d'égouts se fera en fonction de la capacité de la STEP avec la méthode de lagunage aéré (Capacité totale : Q=21000 m^3/jour; la **Figure 4.5** en montre le plan d'implantation). Avec cette alternative, le réseau couvrira en plus de la zone couverte par l'Alternative 1, les quartiers de Touba Kaolack, Ndorong Sadaga, Keur Maloum, Gawane et Diamaguène, comme le montre la **Figure 4.4**. En outre, 4 nouvelles stations de pompage seront construites (les mêmes stations de pompage que celles prévues par l'Alternative 1 (3 endroits), plus celle de Touba Kaolack). Un nouveau collecteur comportant une conduite de refoulement sera également posé sur un linéaire total de 27,7 km.

(d) Alternative 3

Avec cette Alternative, tout le centre-ville est couvert par le réseau, comme le montre la **Figure 4.4**. Pour traiter les eaux usées produites, le procédé de fossé d'oxydation devra être employé avec une capacité totale de Q=32 000 m^3/jour (la **Figure 4.5** en montre le plan d'implantation). En outre, 5 nouvelles stations de pompage seront construites (les 4 stations de pompage prévues de l'Alternative 2, plus celle de Darou Salam Diamaguène). Un nouveau collecteur comportant une conduite de refoulement sera également posé sur un linéaire total de 45,1 km.

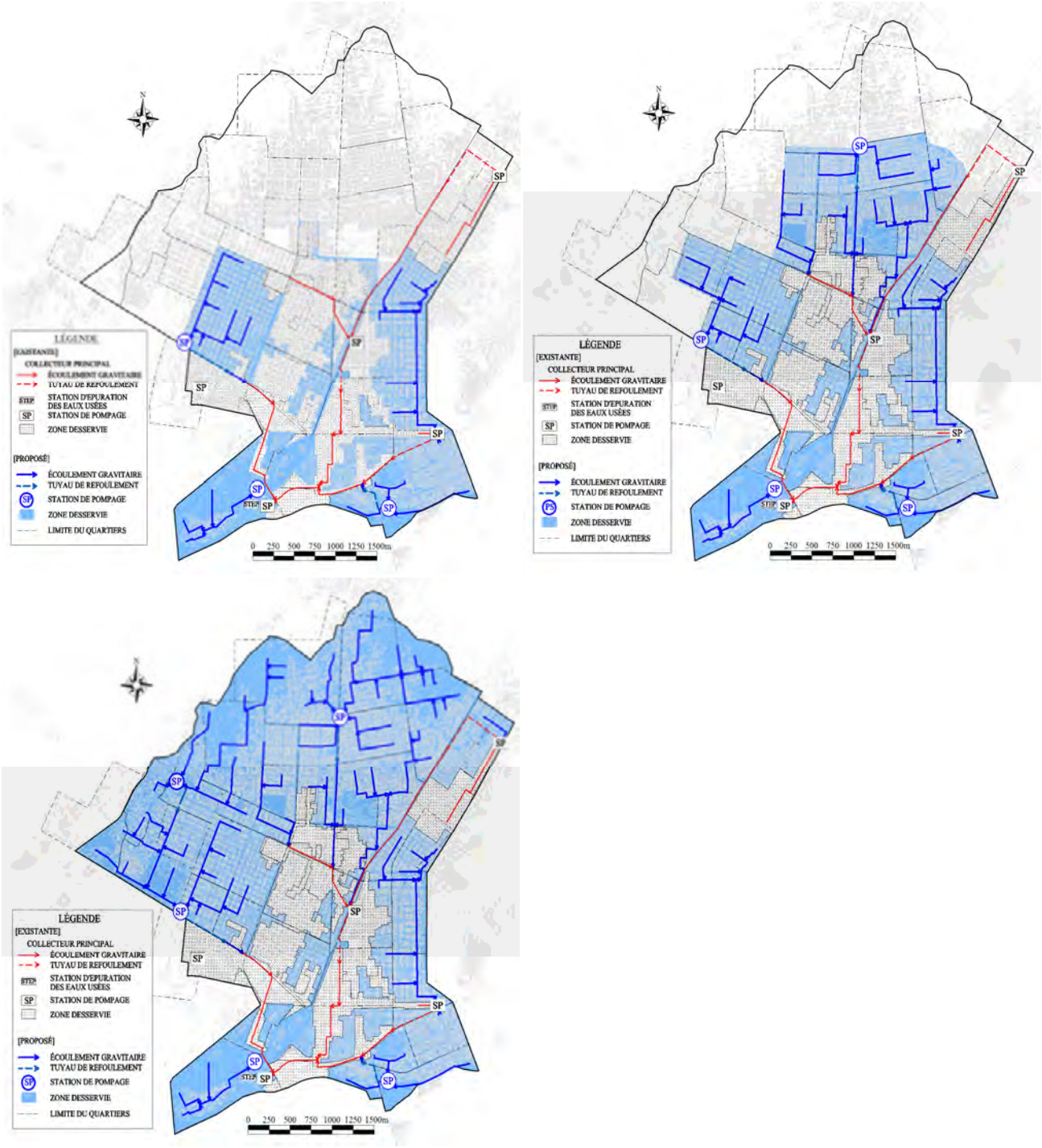


Figure 4.4 Plan d'aménagement des Alternatives (réseau d'égouts)

Note : En haut à gauche - Alternative 1; En haut à droite - Alternative 2; En bas à gauche - Alternative 3

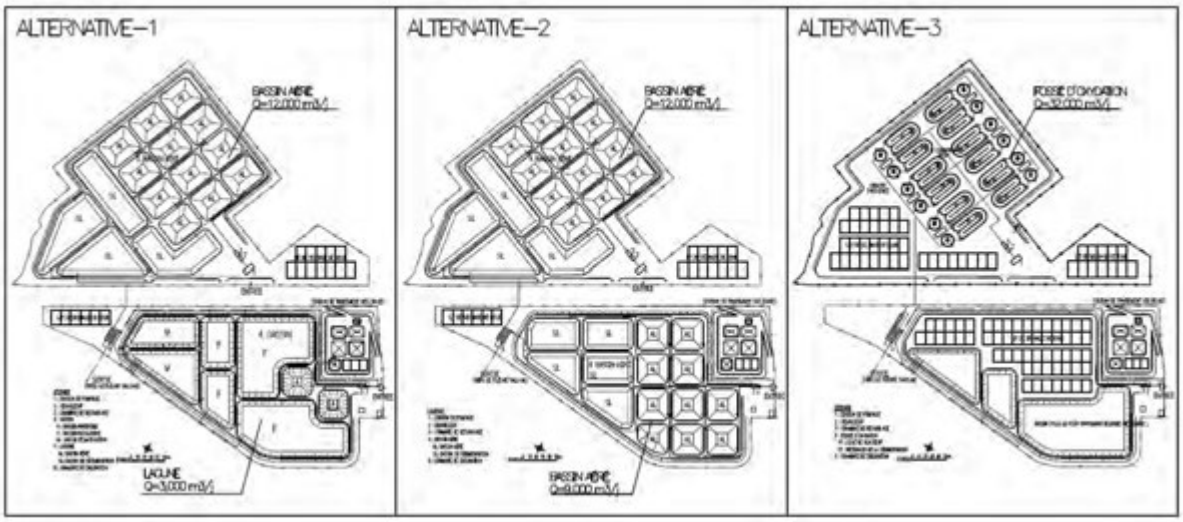
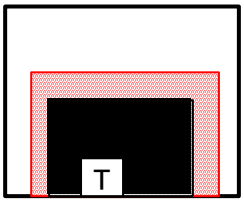
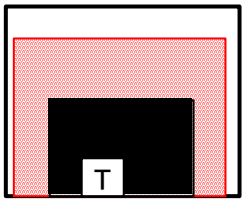
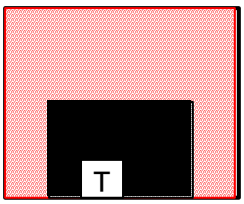


Figure 4.5 Plan d'aménagement des Alternatives (STEP)

(5) Profil des Alternatives

Le profil des alternatives est résumé dans le tableau suivant, comprenant les coûts de construction et d'O&M (exploitation et maintenance).

Tableau 4.6 Profil des Alternatives (STEP)

		Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Diagramme schématique de fixation de la zone desservie				
Zone desservie (ha)		1 020	1 340	1 930
Nouveau collecteur (km)		15,0	27,7	45,1
Nombre de nouvelle SP		3	4	5
Méthode de traitement et capacité (m^3/jour) de la STEP		Lagunage : 3 000 Lagunage aéré : 12 000 Total : 15 000	Lagunage aéré : 21 000 Total : 21 000	Fossé d'Oxydation : 32 000 Total : 32 000
Population desservie en 2030		178 000	252 000	379.000
Prévision de débit des eaux usées de 2030 (m^3/j)		14 685	20 790	31 270
Taux de Couverture (%)[1)]	Assainissement collectif	47%	66%	99%[2)]
	Assainissement autonome	53%	34%	1%
Coût de construction (millions de FCFA)	Collecteur	5 950	8 954	14 170
	Stations de pompage	2 316	3 148	4 671
	STEP[3)]	6 042	9 459	22 065
	Sous-total	14 308	21 561	40 906
	Egouts secondaires[4)]	11 757	17 720	28 875
	Total	26 065	39 281	69 781
Coût d'O&M (millions de FCFA)	Réseau d'égouts et SPs[5)]	375	504	750
	STEP[3)]	433	741	1 255
	Total	808	1 245	2 005

Légende: T :STEP : Zone de service existante : Zone d'extension : Limites de centre-ville

Note :
1) Le taux de couverture du système d'égouts est en pourcentage par rapport à la population totale de 382 000 personnes vivant dans le centre-ville.
2) La couverture n'est pas de 100% car certaines parties de la zone urbaine ne peuvent pas être couvertes par le système d'assainissement surtout à cause de raisons topographiques.
3) Les installations de traitement des boues de vidange sont incluses. Le coût de construction de lagune et de lagune aérée est calculé avec la méthode du devis quantitatif; le fossé d'oxydation est calculé avec la fonction du coût $C=1,5\times912\times Q^{0,79}=1,368Q^{0,79}$ (C : million de FCFA, Q=1000 m^3/jour), en se référant à « l'Etude sur le drainage urbain et le système d'assainissement de la ville de Dakar et de ses environs » en 1994, JICA, mais également en tenant compte de la montée des prix.
4) Le coût d'égouts secondaires dans la zone non viabilisée et d'extension dans l'hypothèse où la longueur d'égouts secondaires serait de 260 m/ha.
5) Le coût d'exploitation et de maintenance du réseau d'égouts comprend celui de collecteurs et d'égouts secondaires.

(6) Comparison des Alternatives

La comparison des alternatives est expliquée ci-dessous.

(a) Critères d'évaluation

Les critères d'évaluation suivants sont discutés lors de comparaison des alternatives.

- Population desservie
- Facilité d'exploitation et de maintenance/Fiabilité
- Coût d'opération et de maintenance
- Impact environnemental

(b) Evaluation des Alternatives

Sur la base de l'analyse susmentionnée, un classement de 1,0 à 3,0 est attribué à chaque critère parmi lesquels 1,0 est le moins favorable, comme indiqué sur le tableau suivant.

L'Alternative 1 est la plus favorable en termes de facilité d'exploitation et de maintenance ainsi que de fiabilité et également de coût d'exploitation et de maintenance. Mais son amélioration sanitaire reste limitée du fait de l'extension limitée du réseau d'égouts.

L'Alternative 3 est la plus favorable en termes de population desservie. Elle reste cependant moins favorable en termes de la facilité d'exploitation et de maintenance ainsi que de la fiabilité en ce sens qu'elle requiert un procédé de fossé d'oxydation, qui nécessite un savoir-faire opérationnel de niveau plus élevé par rapport à celui du lagunage naturel et du lagunage aéré. En outre, son coût d'opération et de maintenance étant le plus élevé, sera un fardeau financier pour l'ONAS. De plus, les travaux de construction de grande envergure et de longue durée couvrant tout le centre-ville, pourraient engendrer beaucoup plus d'impacts négatifs que l'Alternative 2.

L'Alternative 2 est moins favorable que l'Alternative 3 en termes de population branchée au réseau d'égouts, mais pourrait par contre couvrir plus de 66% du centre-ville. Tenant compte du taux d'installation actuel de fosses septiques qui est d'environ 50% dans la ville de Kaolack, plus de 80%[5] du centre-ville pourrait être couvert en 2030 avec des installations pour l'amélioration sanitaire (réseau d'égouts et fosses septiques). En ce qui concerne le coût d'exploitation et de maintenance, l'Alternative 2 est plus favorable que l'Alternative 3.

Tenant compte de l'évaluation et de l'analyse ci-dessus, l'Alternative 2 est choisie comme étant la meilleure. Ainsi, le Plan Directeur d'amélioration de l'assainissement est élaboré en se basant sur l'Alternative 2.

Tableau 4.7 Classement des Alternatives

	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Population desservie	1	2	3
Facilité d'O&M / Fiabilité	3	2	1
Coût d'O&M	3	2	1
Impact environnemental	1	3	2
Total	8	9	7
Classement général[1)]	2nd	1er	3ème

1) Le classement "1er" est le plus favorable.

4.3.2 Système de traitement autonome

(1) Contexte

En novembre 2011, un total de 1 600 maisons/bâtiments étaient raccordés au réseau d'égouts dans la ville de Kaolack. En supposant qu'un ménage moyen compte dix (10) personnes, la population desservie est estimée à 16 000 personnes, soit l'équivalent à 6,4% de la population totale de 24 9000 habitants du centre-ville de Kaolack en 2012. Ceci signifie donc que 93,6% des habitants du centre-ville doivent recourir à des systèmes d'assainissement autonomes. Le centre-ville est défini ici comme une zone bâtie, à l'exception de quatre (4) quartiers, Kabatoki, Lyndiane, Sama Moussa, et Sing Sing qui se situent à la périphérie de la ville.

Dans la zone urbaine de Kaolack, les principales installations d'assainissement autonome sont des fosses septiques dotées de deux (2) compartiments et raccordées à un puits d'infiltration avec une base en gravier. Le puisard et les latrines à fosse ne sont pas populaires en milieu urbain en raison de la faible capacité d'infiltration du sol. Par ailleurs, la conception et l'installation de fosses septiques doivent généralement être approuvées par l'ONAS, mais d'après l'ONAS de Kaolack les habitants ont installé leurs fosses à ses propres dimensions sans son approbation préalable. Par contre, le puisard et les latrines à fosse sont populaires dans les zones rurales, qui s'étendent à la périphérie de Kaolack.

Il est exigé que non seulement les matières de vidange mais également les eaux résiduaires de la cuisine, du lavage de linge, de la salle de bain, aillent dans la fosse septique des maisons privées. Toutefois, cela n'est pas toujours le cas. L'accumulation de boues se produit progressivement au

[5] Population desservie (66%) + 50% de la population de la zone d'assainissement autonome (34%) permettraient d'atteindre plus de 80%.

fond de la fosse, et l'efficacité du traitement chute parallèlement à la diminution du volume effectif de la fosse.

Par conséquent, les boues doivent être périodiquement éliminées, tous les deux (2) à cinq (5) ans. Chaque ménage devrait être responsable de l'enlèvement des boues, mais il reste à savoir s'il l'entretient correctement. En effet, il n'y a pas de réglementation en vigueur sur la vidange des boues accumulées dans les fosses septiques. La vidange est effectuée sur décision du propriétaire.

Dans ces circonstances, les boues enlevées des fosses septiques sont exposées à l'environnement sans aucun traitement dans la ville de Kaolack. Les camions de vidange les déposent au champ dans la banlieue de Sing Sing, Kaolack. A la saison sèche, l'élimination des boues de vidange est effectuée par déversement dans un bassin creusé sur le lit fluvial du Saloum. Par contre, à la saison des pluies, en raison des difficultés d'accès, les camions de vidange ne peuvent pas atteindre le bassin, et les boues collectées sont déversées sur le lit fluvial quelconque en route vers le bassin. Par ailleurs, la vidange manuelle des boues par des manœuvres appelés « Baay Pelles », est également populaire à Kaolack car elle est moins onéreuse. Suite à la vidange manuelle des boues, les boues de vidange enlevées sont déversées dans des trous creusés à proximité des habitations. D'après les résultats des entrevues, les habitants paient 30 000 FCFA pour la vidange des boues ayant recours à un camion-citerne, alors qu'ils paient seulement 3 000 à 5 000 FCFA pour la vidange manuelle. Selon l'enquête par entrevue menée par l'EEJ, le revenu moyen de ménage par mois est de 145 285 FCFA.

Le système actuel d'élimination des boues de vidange est considéré comme une sorte d'élimination par épandange, dont la méthodologie est largement et communément appliquée dans le monde où des terres convenables et de taille adaptée sont disponibles à proximité des villes. Ce genre de traitement, cependant, peut être effectué en partant du principe que les habitants et les communautés concernées dans les alentours des sites de déversement acceptent, d'un point de vue social et environnemental, ce genre de technique simple. A Kaolack, la dégradation de l'environnement se produit parallèlement à l'élimination des boues de vidange, en particulier à la saison des pluies, et les habitants s'opposent également au système d'élimination pratiqué actuellement. Par conséquent, l'étude sur un système de traitement des boues de vidange adapté doit être effectuée comme suit.

(2) Caractéristiques des boues de vidange

Les boues de vidange sont généralement définies comme les matières liquides et solides extraites d'une fosse septique pendant son nettoyage. Sa forte concentration est due à l'accumulation de boues et d'écume dans la fosse septique. Une fosse septique typique contient 60 à 70% de solides en suspension, de l'huile et graisse provenant de l'habitation qui en est équipée. La majeure partie des solides en suspension se dépose au fond de la fosse, et l'huile et la graisse ainsi que d'autres matières flottantes sont retenues entre les cloisons d'entrée et de sortie. Au fil du temps, les boues et l'écume peuvent s'accumuler jusqu'à occuper entre 20 et 50% du total du volume de la fosse septique.

Le taux de production des boues de vidange mentionné dans la documentation varie considérablement. Dans le rapport de l'E/F (Etude de Faisabilité) élaboré en 2005 pour Kaolack, Saint-Louis et Louga par l'IDA (Association internationale de développement), le taux nominal de production des boues de vidange de 0,3 l/habitant/jour est utilisé. Normalement, le taux utilisé est de 200 à 300 l/habitant/an dans les pays développés. Par conséquent, 0,3 l/habitant/jour (=110 l/habitant/an) peut être relativement faible en raison des différences d'usage d'eau et de styles de vie entre les pays développés et les pays en voie de développement.

Les valeurs suivantes concernant les boues de vidange sont utilisées dans cette étude conformément aux paramètres définis dans le rapport de l'E/F par l'IDA.

- DBO_5 : 3 540 mg/l
- DCO : 1 700 mg/l
- TSS : 7 555 mg/l
- $N\text{-}NH_4$: 816 mg/l

(3) Séléction de techniques adéquats au traitement des boues de vidange

En général, les méthodes de base de traitement et d'élimination des boues de vidange sont choisies parmi les trois options, à savoir (a) l'élimination par épandage, (b) le traitement associé, et (c) le traitement indépendant. Etant donné que la station existante est opérationnelle depuis les années 1980, le processus de traitement associé des boues de vidange avec les eaux usées dans la station d'épuration des eaux usées (STEP) existante est sélectionné. Un processus de prétraitement est proposé en ayant recours à la technologie des bassins de stabilisation des eaux usées pareille à celle de la STEP existante de Kaolack, car cette méthode est particulièrement adaptée au climat tropical sous une forte lumière solaire et une haute température ambiante.

(4) Planification de traitement de boues de vidange

Les paramètres de base des boues de vidange, la cible du niveau de traitement, qui pourrait être admissible à déverser dans la STEP, et les processus de traitement nécessaires sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 4.8 Planification de paramètres de base pour le traitement des boues de vidange

Paramètre	Valeur de planification	Source/Remarques
Production des boues de vidange	0,3 l/habitant/jour	Un chiffire moyen au Sénégal, faisant référence au Rapport de l'E/F
Population de planification	230 000 personnes	Chiffre projeté réaliste de la population moyenne, qui dépend au système de fosse septique dans la ville de Kaolack
Production totale jounalière des boues de vidange	70 m^3/jour	0,3 l/habitant/jour × 230 000 personnes
Concentration de DBO_5 dans les boues de vidange	3 540 mg/l	Laboratoire de l'ONAS Cambérène
Charge jounalière en DBO_5	250 kg/jour	3 540 mg/l × 70 m^3/jour

La capacité autorisée des boues de vidange acceptables par la STEP a pu être établie sur la base du rapport de l'E/F, comme suit :

- L'année cible de la capacité de la STEP est fixée à 2020 en tant que première étape des travaux d'amélioration de la STEP, comme décrit dans la section **4.7.1**. Si l'année cible est fixée à une année ultérieure, la capacité devrait augmenter de manière à ce que la capacité admissible augmente également. En conséquence, le système de traitement des boues de vidange sera conçu comme un système beaucoup plus simple. Ainsi, l'année cible de 2020 est sans doute appropriée.
- Les lagunes existantes et les lagunes aérées non fonctionnelles seront améliorées et transformées en lagunes qui comporteront un bassin anaérobie, un bassin facultatif et un de maturation avec une capacité de 3 000 m^3/jour en 2020.
- Par mesure de sécurité, la concentration actuelle de DBO du débit entrant de 240 mg/l en moyenne obtenue au laboratoire de l'ONAS à Cambérène, sera appliquée pour fixer la charge en DBO permissible pour les installations de traitement des boues de vidange de la STEP.
- Tenant compte des conditions ci-dessus, la charge en DBO du débit entrant de l'année 2020 est estimée à 720 kg/jour (= 240 mg/l ×3 000 m^3/jour).
- Faisant référence au rapport de l'E/F de l'IDA, le niveau de prétraitement nécessaire des boues de vidange est fixé à 10% de la capacité de la STEP, afin que l'exigence minimale pour le prétraitement soit de 72 kg/jour de charge en DBO.

(5) Plan d'ouvrage de traitement des boues de vidange

Le processus de traitement des boues de vidange est illustré à la **Figure 4.6**. Ce processus utilisant le système de bassin de stabilisation des eaux usées est tout à fait standard comme traitement. Si le ébit sortant du bassin anaérobie excède l'exigence minimum de 72 kg/jour de la charge en DBO pour le prétraitement, un traitement supplémentaire par le bassin facultatif sera nécessaire après le bassin anaérobie.

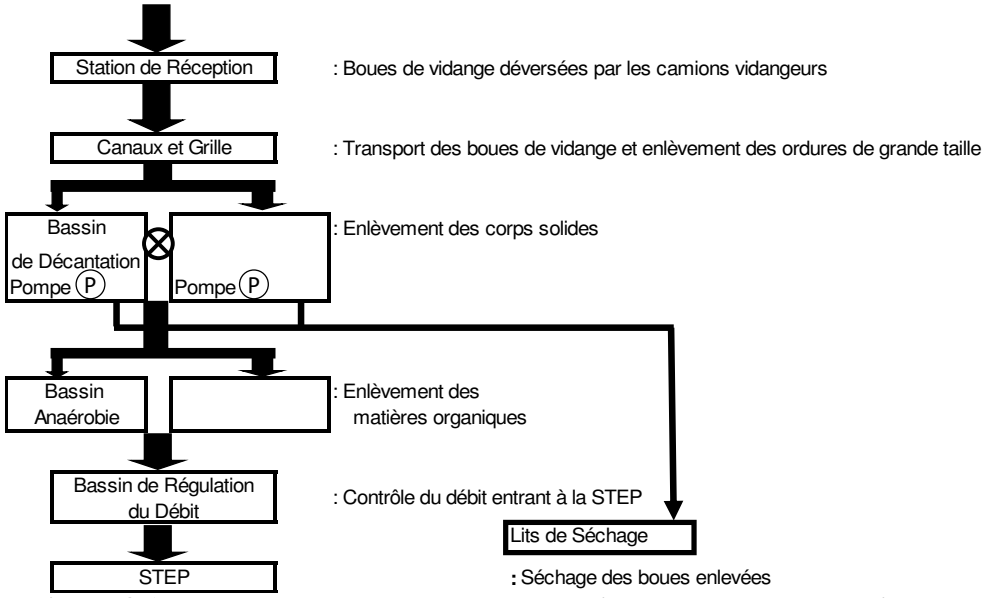


Figure 4.6 Processus conceptuel de traitement des boues de vidange

Le schéma final du système de traitement des boues de vidange proposé est présenté dans la figure suivante. La surface nécessaire pour les installations de traitement des boues de vidange est d'environ 0,8 ha, comprenant les ouvrages de traitement, la route de transport et le remblai. Les installations de traitement des boues de vidange sont exploitées et entretenues par l'ONAS. Les camions vidangeurs peuvent profiter de l'avantage des installations grâce au moindre coût réalisé par une distance plus courte jusqu'à la décharge, en sorte que les résidents de Kaolack qui utilisent les fosses septiques peuvent également profiter de l'avantage des installations.

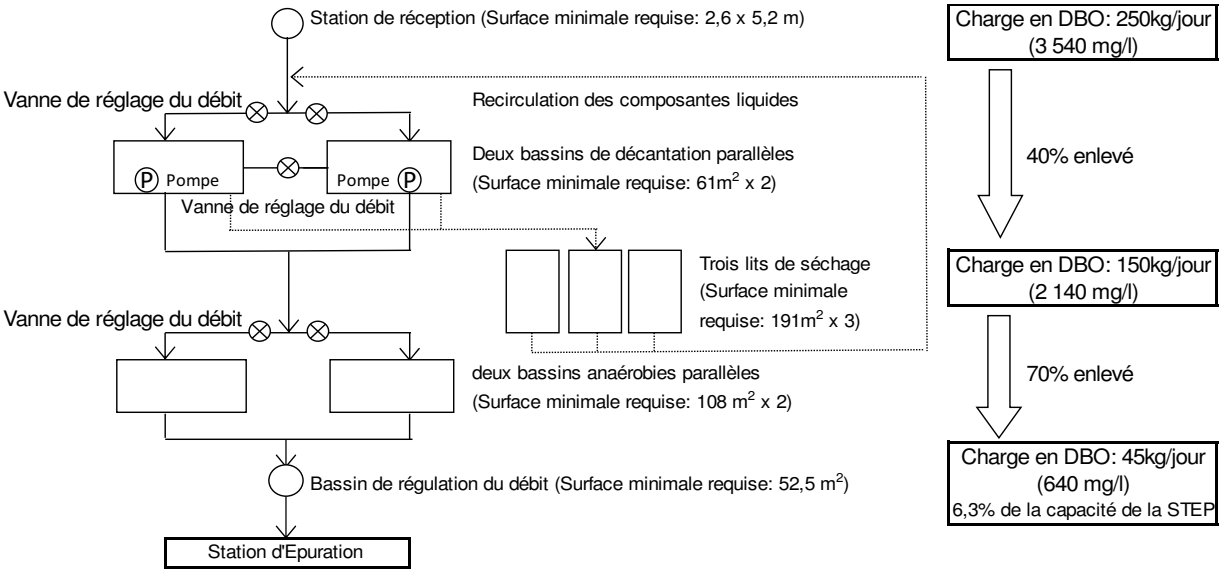


Figure 4.7 Diagramme schématique du système de traitement des boues de vidange proposé

4.4 Plan d'amélioration structurelle du système d'assainissement

4.4.1 Réseau d'égouts

L'amélioration du réseau d'égouts se compose de trois composantes, à savoir l'installation de nouvelles conduites d'égouts, le remplacement de conduites d'égouts existantes et l'installation/ réhabilitation des stations de pompage. Celles-ci sont résumées dans les **Tableaux 4.9** à **4.11** et la **Figure 4.8**. Dans le Plan Directeur, le linéaire des conduites secondaires dans la zone d'extension et dans la zone existante non viabilisée est estimée à 260 m/ha, tenant compte de la longueur de la

route dans les blocs typiques de la zone.

Tableau 4.9 Dimensions de nouveaux collecteurs proposées

Diamètre des conduites (mm)		Longueur totale des conduites (km)	Hauteur de recouvrement (m)
Collecteur (par gravité)	200	12,8	1,00 – 2,82
	250	5,1	1,00 – 3,93
	300	1,8	1,00 – 3,19
	400	5,4	1,00 – 3,39
	500	0,9	1,00 – 3,54
	TOTAL	26,0	
Collecteur (Conduite de refoulement)	150	1,0	-
	200	0,7	-
	TOTAL	1,7	

Tableau 4.10 Tronçons de collecteurs en amiante-ciment à remplacer

Tronçon		Longueur (m)	Raison du remplacement
(1)	En amont de la SP N°2	570	Mauvais fonctionnement dû à la sédimentation
(2)	En amont de la SP N°3	280	Détérioration considérable
(3)	En amont de la STEP	710	Idem
(4)	Le long de la Route Nationale de Bongré à Kasnack	500	Idem
(5)	En amont du tronçon (1)	690	Manque de capacité à l'horizon 2030
(6)	De SP2 jusqu'à la face amont du tronçon (3)	2 140	Idem
(7)	De SP3 jusqu'à la face amont du tronçon (3)	1 800	Idem
(8)	De la face aval du tronçon (4) au sud de la SP1	1 280	Idem
	Total	7 970	

Tableau 4.11 Amélioration des stations de pompage

	Nom de SP	Débit entrant nominal (m^3/min)	Pompes installées		Capacité (m^3/min)	Remarques
			m^3/min	unité		
Remplacement/ réhabilitation	SP N°1 Sud	12,0	3,0	2	12,0	
			6,0	1		
			6,0	1	Pompe de secours	
	SP N°2	12,9	3,2	2	12,9	
			6,5	1		
			6,5	1	Pompe de secours	
	SP N°3	4,2	2,1	2	4,4	
			2,1	1	Pompe de secours	
	SP N°12	0,3	0,3	1	0,3	
			0,3	1	Pompe de secours	
	SP Médina Baye	1,3	1,3	1	1,3	
			1,3	1	Pompe de secours	
Nouvelle construction	SP N°1 Nord[1)]	15,9	4,0	2	16,0	Propriétaire foncier : Etat Surface requise : 100 m^2
			8,0	1		
			8,0	1	Pompe de secours	
	SP Touba Kaolack	2,6	1,3	2	2,6	Propriétaire foncier : Etat Surface requise : 200 m^2
			1,3	1	Pompe de secours	
	SP Darou Salam Ndangane	1,8	0,9	2	1,8	Propriétaire foncier : Etat Surface requise : 150 m^2
			0,9	1	Pompe de secours	
	SP Boustane	3,8	1,9	2	3,8	Propriétaire foncier : privé Surface requise : 200 m^2
			1,9	1	Pompe de secours	

Note : 1) Installée dans la zone d'extension de la STEP

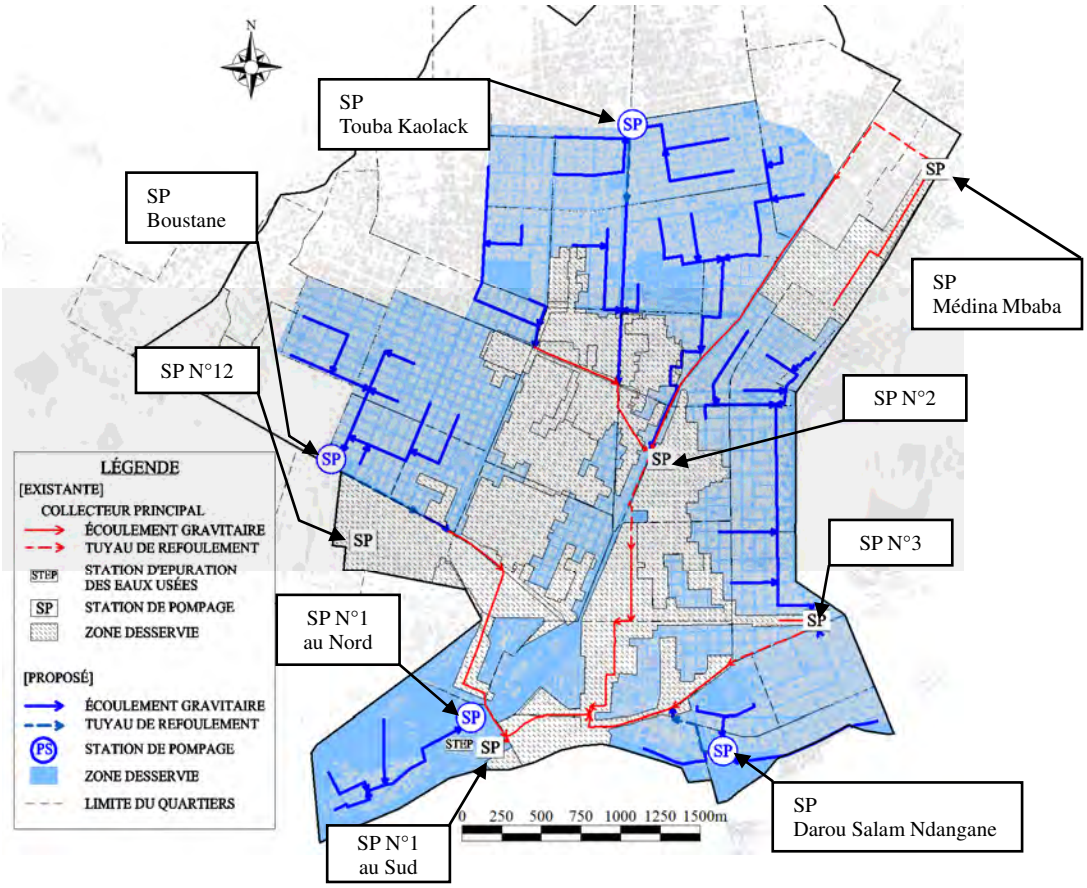


Figure 4.8 Plan d'amélioration du réseau d'égouts

4.4.2 Station d'Epuration des eaux usées et ouvrages de traitement des boues de vidange

Le tableau suivant résume le plan d'amélioration structurelle de la station d'épuration et du site de traitement des boues de vidange. Les ouvrages à installer pour le traitement des eaux usées sont composés de lagunages aérés, de lagunes de décantation et d'un bassin de chloration. Les boues accumulées et les eaux traitées sont séparées au niveau des lagunes de décantation. Les boues accumulées dans la lagune aérée et les lagunes de décantation sont désenvasées avant d'être séchées au niveau des lits de séchage des boues. Les installations de traitement des boues de vidange seront mises en place dans la zone d'extension située au nord de la station de pompage existante P1. Les eaux provenant des ouvrages de traitement des boues de vidange seront traitées au niveau des lagunes.

Tableau 4.12 Ouvrages de traitement dans la STEP

		Spécifications	Remarques
Ouvrages de traitement des boues de vidange			
Station de réception, canal et grille		2,6 m (W) × 5,2 m (L) × 0,8 m (D) × 1 (unité)	Nouvelle construction
Bassin de décantation		8,0 m (W) × 8,0 m (L) × 2,0 m (D) × 2 (unités)	Idem
Bassin anaérobie		10,0 m (W) × 11,0 m (L) × 3,0 m (D) × 2 (unités)	Idem
Bassin de régulation de débit		7,5 m (W) × 7,5 m (L) × 2,0 m (D) × 1 (unité)	Idem
Lit de séchage		191 m^2 × 3 (unités)	Idem
Station d'Epuration des eaux usées			
Lagunes aérées	Zone d'extension	Aire 970 m^2 × 4,0 m (D) × 12 (unités) Aérateur 7,5 kw ×5 (unités) ×12 (lagunes)	Nouvelle construction (Capacité : Q=12000 m^3/jour)
Lagunes de décantation	Zone d'extension	Aire 4 550 m^2 × 2,0 m (D) × 4 (unités) [1)]	

		Spécifications	Remarques
Bassin de chloration		5,0 m (W) × 25,6 m (L) × 2,0 m (D)	Réhabilitation
Lagunes aérées	Zone existante	Aire 875 m^2 × 4,0 m (D) × 10 (unités) Aérateur 7,5 kw ×5 (unités) ×10 (lagunes)	Nouvelle construction
Lagunes de décantation	Zone existante	Aire 2 680 m^2 × 2,0 m (D) × 4 (unités) [1)]	(Capacité : Q=9000 m^3/jour)
Bassin de chloration		5,0 m (W) × 19,2 m (L) × 2,0 m (D)	Nouvelle construction
Lits de séchage des boues		Aire 270 m^2 × 0,3 m (D)×15 (unités) Aire 360 m^2 × 0,3 m (D)× 6 (unités)	Nouvelle construction

Note : la profondeur de 2,0 mètres inclut une marge de 1,0 mètre pour les boues.
W : Largeur, L : Longueur, D : Profondeur

4.5 Plan d'exploitation et de maintenance

4.5.1 Réseau d'égouts

Le plan recommandable des travaux de curage du réseau d'égouts après son extension est résumé ci-dessous, sur la base de l'estimation du volume de ces travaux pour le réseau d'égouts à aménager :

- Toutes les conduites d'égouts devront être curées au moins tous les 5 ans pour ne pas détériorer le niveau de service actuel du réseau d'égouts.
- Le curage devra être effectué avec un camion hydrocureur.
- Au moins une (1) équipe spécialisée en curage avec camion vidangeur devra être formée à l'ONAS.

4.5.2 Station de pompage

Le travail de maintenance des stations de pompage est indispensable pour maintenir le réseau d'égouts en bon état. Les travaux de maintenance et les éléments de l'inspection sont listés sur le **Tableau 4.13**.

Tableau 4.13 Travaux de maintenance et éléments d'inspection

		Eléments
Inspection programmée	Inspection annuelle	- Condition détaillée des équipements mécaniques et électriques - Détérioration de l'état du béton et des ouvrages architecturals - Comparaison avec les données des inspections antérieures
	Inspection mensuelle	- Condition pendant la marche à pleine charge - Condition de différents modes de conduite - Condition de marche avec l'alimentation électrique secondaire
Inspection journalière		- Condition pendant l'arrêt de la conduite de pompe - Condition pendant la conduite de pompe habituelle
Travaux de maintenance de grille et de dessableur		- Enlèvement des résidus (Grille) - Enlèvement des boues accumulées (Dessableur)
Inspection après catastrophe naturelle		- Dommage causé par un désastre - Capacité opérationnelle des équipements - Etat du béton et des ouvrages architecturals

4.5.3 Station d'épuration des eaux usées et ouvrages de traitement des boues de vidange

Les travaux d'inspection et de maintenance de la station d'épuration des eaux usées et des ouvrages de traitement des boues de vidange sont résumés dans le **Tableau 4.14**.

Tableau 4.14 Inspection et maintenance de la STEP et des ouvrages de traitement des boues de vidange

	Eléments	Fréquence
Ouvrages de traitement des boues de vidange		
Grille	Enlèvement des résidus	Chaque jour
Bassins	Enlèvement des écumes et des plantes aquatiques	1 fois toutes les 2 semaines
Lits de séchage des boues	Vérification de l'épaisseur de la couche de boue	Chaque semaine
	Vidange	1 fois toutes les 3 semaines
Ouvrages d'épuration des		

	Eléments	Fréquence
eaux usées		
Canal d'entrée	Enregistrement de débit d'eau	Chaque jour
Lagunes aérées et lagunes de décantation	Vérification du niveau d'eau, d'odeur et de la température d'eau	Idem
	Inspection de fuite d'eau provenant du remblai	Sur demande
	Enlèvement des écumes et des plantes aquatiques	1 fois toutes les 2 semaines
	Nettoyage et graissage des aérateurs	2 fois par an
	Vidange	Au moins 1 fois par an
Bassin de chloration	Vérification de la quantité du chlore consommé	Chaque jour
Suivi de la qualité de l'eau [1)]	pH, OD, DBO_5, TSS, DCO, coliformes fécaux	Au moins 4 fois par an [2)]

Note : 1) Les échantillons de suivi devront être acheminés au laboratoire de la STEP de Cambérène pour effectuer l'analyse de la qualité de l'eau, comme dans le passé.
2) 2 fois en saison sèche et 2 fois en hivernage.

4.6 Estimation préliminaire de coût du Projet

4.6.1 Coût de construction

Le coût de construction est calculé sur la base des différentes informations relatives aux coûts obtenues par l'ONAS Dakar, l'ONAS Kaolack et "l'Etude sur le drainage urbain et le système d'assainissement de la ville de Dakar et de ses environs" menée par la JICA en 1994. Les conditions générales de l'estimation du coût sont les suivantes.

- Le coût de construction est estimé avec le niveau de prix de l'année 2012.
- Un taux annuel de la hausse des prix de 3% est considéré jusqu'en 2012 pour l'utilisation d'informations sur le coût des projets antérieurs.
- Les autres coûts nécessaires qui figurent en dehors des coûts directs de construction sont inclus dans le coût de construction.
- Le taux unitaire de la méthode à ciel ouvert, qui est la plus fréquente au Sénégal, est pris en compte pour tous les travaux d'excavation nécessaires.
- Le coût est établi en monnaie locale et étrangère sur la base des informations relatives à la passation des marchés obtenues au Sénégal.

4.6.2 Coût du Projet

Les éléments du coût de projet ainsi que les pourcentages en dehors du coût de construction sont considérés à partir des données de projets antérieurs au Sénégal ou aux autres pays. En outre, la hausse des prix entre 2014 et 2030 est également considérée en utilisant les données de la Banque Mondiale sur le taux d'inflation des 10 dernières années. La TVA de 18% du coût de projet est également prise en compte. Les composantes majeures du coût du Projet sont comme suit.

- Coût de construction
- Coût d'ingénierie : 10% du coût de construction
- Coût d'administration de projet : 2% du coût de construction
- Imprévus physiques : 10% du coût de construction et du coût d'ingénierie
- Composante soft (soutien par le spécialiste)
- Hausse des prix durant la période du projet (de 2014 à 2030) : taux d'inflation annuel de 3% en monnaie locale, et de 2% en monnaie étrangère

Le coût total approximatif du Projet est de 75 897 millions de FCFA au niveau de prix de 2012, dont 64 619 millions de FCFA en monnaie locale et 11 278 millions de FCFA en monnaie étrangère.

Tableau 4.15 Coût du Projet

Coût	Travaux		Monnaie Locale (million FCFA)	Monnaie Etrangère (million FCFA)	Total (million FCFA)
Coût direct de construction	Collecteurs	Nouvelle construction	5 514	0	5 514
		Remplacement	3 440	0	3 440
		Sous-Total	8 954	0	8 954
	Station de pompage		1 259	1 889	3 148

Coût	Travaux	Monnaie Locale (million FCFA)	Monnaie Etrangère (million FCFA)	Total (million FCFA)
	STEP (y compris les ouvrages de traitement des boues de vidange)	6 621	2 838	9 459
	Egouts secondaires	17 720	0	17 720
	Sous-total	34 554	4 727	39 281
Service d'ingénierie		1 186	2 766	3 952
Administration gouvernementale		790	0	790
Imprévus physiques		3 912	435	4 347
Composante Soft		31	126	157
Hausse des prix		14 253	1 504	15 757
TVA		9 893	1 720	11 613
Total (million FCFA)		64 619	11 278	75 897

4.6.3 Coût d'exploitation et de maintenance

Le coût d'exploitation et de maintenance annuel des installations du réseau d'égouts est environ de 1 245 millions de FCFA.

4.7 Plan de mise en œuvre

4.7.1 Projets par phases et composantes des projets

Compte tenu de la population et sa densité, l'urgence locale de l'amélioration du réseau d'égouts, et les impacts environnementaux par zone (9 zones en total), deux projets composés de deux 'packages' (ensembles) chaque sont formés comme indiqué dans la figure suivante.

Projet	Zone	Package	Rubriques	Phase 1 (-2020)	Phase 2 (2021-2025)	Phase 3 (2026-2030)
Projet-1	Zone 3,5,6,7	Package P1-1	Construction d'ouvrages majeurs [1)]			
		Package P1-2	Installation de conduites secondaires et Composante Soft			
Projet-2	Zone 1,2,4,8,9	Package P2-1	Construction d'ouvrages majeurs[1)]			
		Package P2-2	Installation de conduites secondaires et Composante Soft			

Note 1) collecteur, stations de pompage et station d'épuration des eaux usées

Figure 4.9 Projets en phases et ses Packages

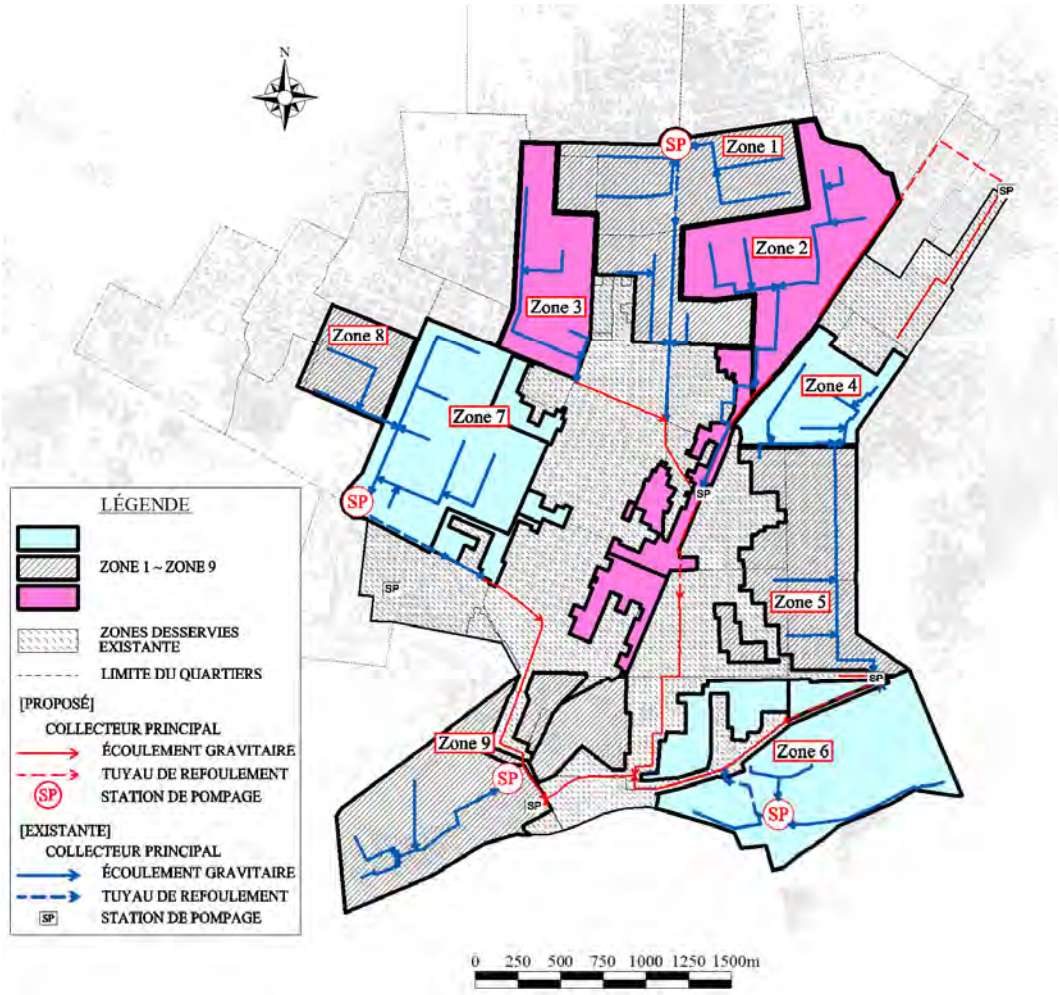


Figure 4.10 Composantes du Projet (collecteur et stations de pompage)

En ce qui concerne la mise en place de l'amélioration par étape de la STEP, les considérations suivantes doit être prises en compte :

- En fonction de la progression du réseau d'égouts, le taux de branchement, la population desservie et enfin le débit entrant des eaux usées à la STEP s'accroîtront de sorte que la capacité de la STEP améliorée par étape pourrait absorber les incréments de débit entrant des eaux usées dans un changement temporel.
- Le taux de branchement initial de 50% est appliqué à la zone de desserte existante et à la zone du PRECOL, tenant compte du taux de branchement actuel de la ville de Kaolack. Le taux de branchement augmente de façon linéaire et sera de 100% en 2030.

Sur la base des considérations susmentionnées, la projection de la population dans la zone desservie et la relation entre le débit entrant et la capacité de la STEP sont illustrées dans la **Figure 4.11**, ainsi que le diagramme schématique de la construction échelonnée de la STEP est montré dans la **Figure 4.12**.

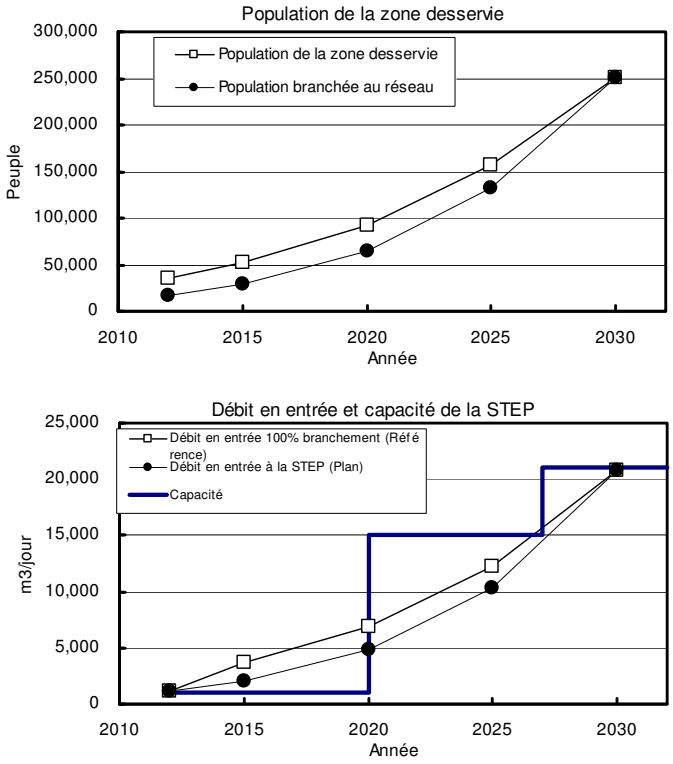


Figure 4.11 Prévisions pour l'évolution progressive future de la population desservie, du débit entrant des eaux usées et de la capacité de la STEP

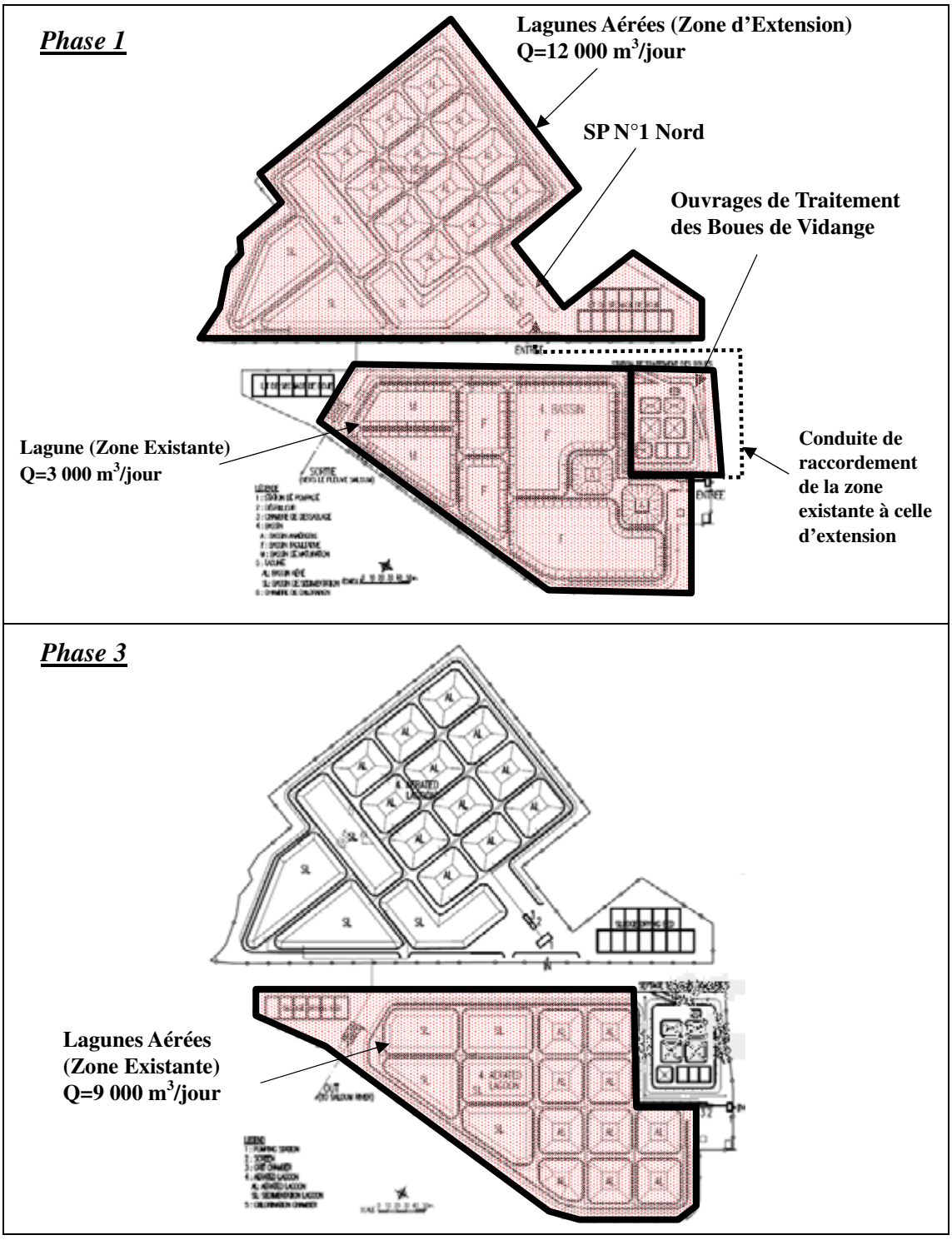


Figure 4.12 Construction de la STEP par phases

En outre, pour optimiser les ouvrages d'assainissement, notamment le réseau d'égouts, l'augmentation du nombre de branchement des maisons dans la zone desservie est indispensable. La mise en place des fosses septiques doit également être encouragée pour améliorer les conditions sanitaires de la zone d'assainissement autonome. Des composantes soft sont donc proposées pour promouvoir le branchement au réseau dans la zone desservie par celui-ci ainsi que la mise en place des fosses septiques dans la zone d'assainissement autonome. Les composantes soft consistent en (i) une campagne pour le branchement à l'égout et (ii) une campagne pour l'installation des fosses septiques et la vidange des boues des fosses septiques, comme le résume le tableau suivant avec leurs activités.

branchement au réseau dans la zone desservie par celui-ci ainsi que la mise en place des fosses septiques dans la zone d'assainissement autonome. Les composantes soft consistent en (i) une campagne pour le branchement à l'égout et (ii) une campagne pour l'installation des fosses septiques et la vidange des boues des fosses septiques, comme le résume le tableau suivant avec leurs activités.

Tableau 4.16 Profil des Composantes Soft

Rubriques	Activités
Campagne pour le branchement à l'égout	• Développement du matériel de campagne y compris les informations de base sur le mécanisme du système d'assainissement, l'avantage et le coût de branchement à l'égout. • Assistance pour la tenue de session de briefing sur le branchement à l'égout mis en œuvre par l'ONAS au niveau de la zone de desserte.
Campagne pour l'installation des fosses septiques et la vidange des boues des fosses septiques	• Enquête sur l'état d'installation des fosses septiques dans la zone d'assainissement autonome. • Développement du matériel de campagne y compris l'avantage d'installation des fosses septiques, le coût de la mise en place d'une fosse septique, l'avantage de vidange, l'approche appropriée de vidange et la réduction des frais de vidange grâce à la mise en place des ouvrages de traitement des boues de vidange au sein de la station d'épuration. • Assistance pour la tenue de session de briefing sur l'installation des fosses septiques et l'approche appropriée de vidange des boues des fosses septiques, mise en œuvre par l'ONAS dans la zone d'assainissement autonome.

4.7.2 Projets prioritaires

Dans le Plan Directeur, des projets prioritaires devront être sélectionnés selon l'urgence et l'efficacité de leur mise en œuvre. Dans le cadre de l'aménagement du réseau d'égouts, les projets prioritaires retenus comprennent la construction de nouveau collecteur (12,330 km), le remplacement du collecteur (5,830 km) ainsi que la construction et le remplacement/renforcement de 6 stations de pompage (nouvelle construction de 3 stations de pompage et le remplacement/renforcement de 3 stations de pompage), tels que présentés dans la **Figure 4.13**.

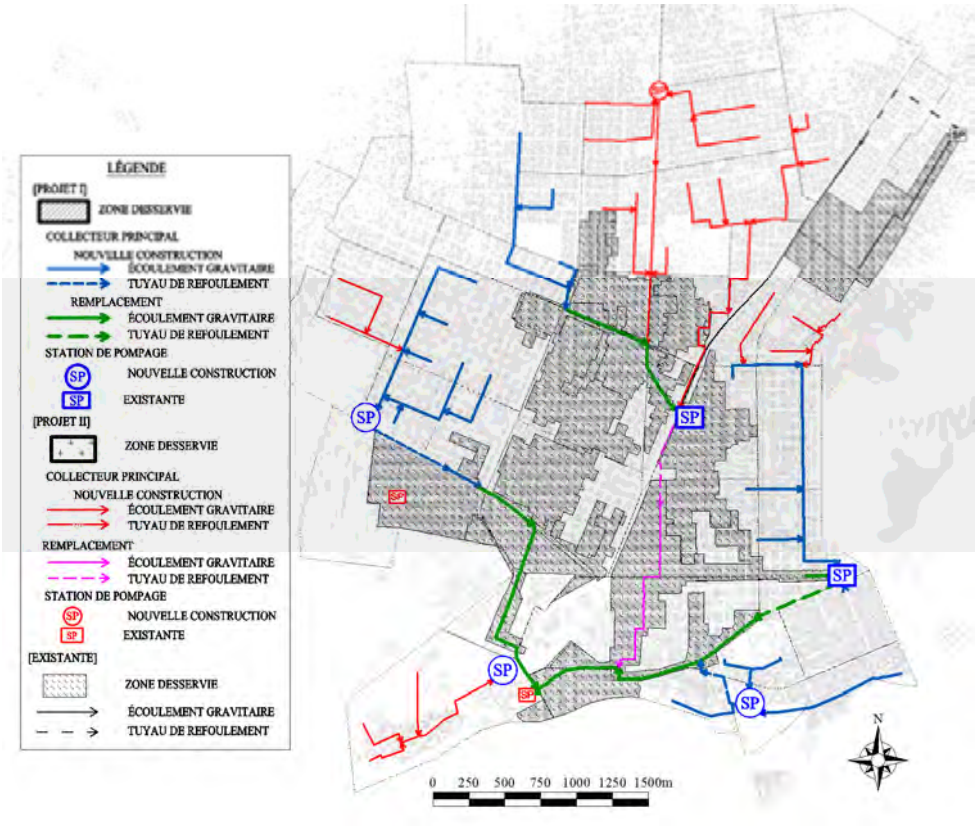


Figure 4.13 Localisation des projets prioritaires (réseau d'égouts et stations de pompage)

En ce qui concerne l'amélioration de la STEP, ces projets prioritaires comportent la réhabilitation de la zone existante (zone sud) où se trouve la lagune (capacité : Q=3000 m^3/jour) accompagnée de bassin anaérobie, facultatif et de maturation, la construction d'une lagune aérée (capacité : Q=12000 m^3/jour) ainsi que la construction d'ouvrages de traitement des boues de vidange, comme résumé sur le tableau suivant.

Tableau 4.17 Projets prioritaires (Station d'Epuration)

	Nom	Capacité	Remarques
Nouvelle construction	Lagune aérée	12 000 m^3/jour	Bassin de chloration inclus
	Ouvrages de traitement de boues de vidange	70 m^3/jour	Charge en DBO_5 : 250 kg/jour
	Conduite de raccordement	380 m	
Réhabilitation	Lagune	3 000 m^3/jour	

4.8 Analyse économique

Les préconditions majeures de l'analyse économique sont résumées ci-dessous :

- Période d'évaluation : de 2014 à 2060 (30 ans après l'achèvement de la construction)
- Facteur de Conversion Standard (FCS) : 0,84 (se référant au projet similaire de la Banque Mondiale)
- Niveau de prix : Année 2012
- Taux de change de référence et taux de salaire de référence : 1 (se référant au projet similaire de la Banque Mondiale)
- Taux d'actualisation public : 12% (idem)

4.8.1 Coût du Projet

Les éléments suivants sont inclus dans le coût calculé :

- Construction
- Prestation d'ingénierie
- Imprévus physiques
- Coût d'administration
- Coût de développement des capacités (Composante Soft)
- Exploitation et maintenance

Le coût de l'acquisition de terrain n'est pas pris en compte à la phase du Plan Directeur en supposant que le terrain appartient au gouvernement. Ces éléments de coût sont convertis en éléments économiques.

4.8.2 Avantages du Projet

Les contenus du Projet, les effets attendus et leurs avantages sont résumés ci-dessous :

Tableau 4.18 Contenus du Projet, effets attendus et avantage

Contenu du Projet	Effet attendu	Avantage
Augmentation de la capacité de la station d'épuration	Améliorer les conditions sanitaires de la zone	Le cadre de vie des habitants de la zone s'améliore.
Réhabilitation du réseau d'égouts existant et son extension	Améliorer les conditions sanitaires de la zone	Le cadre de vie des habitants de la zone s'améliore.
Mise en œuvre de station de traitement des boues de vidange	Améliorer les conditions sanitaires de la zone	Le cadre de vie des habitants de la zone s'améliore.
Développement de la capacité (Composante Soft)	Améliorer la gestion d'assainissement	Comme ce contenu aide les autres contenus à réaliser leurs effets efficacement, il n'a aucun avantage supplémentaire à lui seul.

Comme l'avantage de la composante "amélioration du cadre de vie" ne peut être attribué séparément à chacune des trois volets, à savoir 1) Augmentation de la capacité de la station d'épuration, 2) Réhabilitation du réseau d'égouts existant et son extension, et 3) Installation de station de traitement des boues de vidange, ces trois volets sont traités de manière intégrée. Etant donné que le volet 'développement de la capacité' aide les autres volets à réaliser efficacement leurs effets, et comme il n'a pas d'avantage supplémentaire, l'évaluation économique de ce volet n'est pas effectuée séparément.

Ce projet a des effets positifs pour l'amélioration du cadre de vie des populations de la zone cible dont le bénéfice peut être calculé à partir de leur volonté de payer (VDP). La population cible inclut également ceux qui sont branchés au réseau d'égouts et ceux qui utilisent les fosses septiques. La VDP totale de la zone cible est indiquée ci-dessous :

Tableau 4.19 VDP totale pour l'amélioration du cadre de vie dans la zone cible

	2012	2015	2020	2025	2030
Population cible (mille)	–	169	259	339	403
VDP dans le cas de 500 FCFA (FCFA/pers/an)	6 000	6 196	6 522	6 849	7 175
VDP totale dans le cas de 500 FCFA (million FCFA/an)	–	0	1 690	2 324	2 892
VDP dans le cas de 1 000 FCFA (FCFA/pers/an)	12 000	12 392	13 044	13 697	14 350
VDP totale dans le cas de 1 000 FCFA (million FCFA/an)	–	0	3 380	4 649	5 783
VDP dans le cas de moyenne pondérée (FCFA/pers/an)	2 429	2 508	2 640	2 772	2 904
VDP totale dans le cas de moyenne pondérée (million FCFA/an)	–	0	684	941	1 170

4.8.3 Résultats de calcul

Le TREI (Taux de Rentabilité Eonomique Interne) est estimé à 2,2% pour la VDP de 500 FCFA, à 9,1% pour la VDP de 1 000 FCFA et à -9,3% pour la VDP en moyenne pondérée (202 FCFA) car le bénéfice est trop faible. La VDP de 1 000 FCFA est au même niveau que le frais de collecte des déchets solides, lequel est actuellement payé par les usagers, en sorte que ce montant est réalisable à travers les campagnes d'éducation des populations et de dissémination à celles-ci.

4.9 Analyse financière

4.9.1 Préconditions

Les préconditions majeures de l'analyse financière sont résumées ci-dessous :

- Période d'évaluation : de 2014 à 2060 (30 ans après l'achèvement de la construction)
- Niveau de prix : Année 2012
- Taux de change : FCFA 1,00 = JPY 0,1487
- Taux d'actualisation public : 12% (se référant au projet similaire de la Banque Mondiale)

4.9.2 Coût du Projet

Les éléments suivants sont pris en compte lors de calcul de coût :

- Construction
- Imprévus physiques
- Services de conseil
- Coût d'administration
- Coût de développement de la capacité (composante soft)
- TVA
- Exploitation et maintenance

Le coût de l'acquisition de terrain n'est pas pris en compte à la phase du Plan Directeur en supposant que le terrain appartient au gouvernement. Ces éléments de coût sont convertis en éléments économiques.

4.9.3 Bénéfices du Projet

Les bénéfices du projet sont des revenus provenant (1) des redevances d'assainissement, représentant 8% de la taxe d'adduction d'eau potable avec laquelle elles sont facturées aux populations vivant dans la zone desservie par le réseau d'égouts, et (2) de la taxe de traitement des boues de vidange au niveau des zones non desservies par le réseau. Cependant, étant donné que la taxe d'égouts est actuellement

facturée aussi aux populations de la zone dépourvue de réseau, nous avons appliqué cette même taxe à tous les habitants à des fins de calcul de bénéfice.

Actuellement, la taxe d'égouts par concession est de 10 FCFA/m^3 d'eau consommée jusqu'à 20 m^3, et 45,65 FCFA/m^3 pour une consommation comprise entre 21 et 40 m^3. La taxe unitaire moyenne (FCFA/m^3) est calculée en utilisant le nombre moyen de personnes par concession, lequel est de 9,54 en 2012 selon la Mairie de Kaolack. Elle nous servira comme matériel de base pour estimer le coefficient que la taxe devra être multipliée par pour calculer le TRFI (Taux de Rentabilité Financière Interne).

Tableau 4.20 Revenu total provenant de la redevance d'assainissement

	2012	2015	2020	2025	2030
Population cible (mille)	–	169	259	339	403
Consommation d'eau (l/pers/j)	74,0	76,0	80,0	84,0	88,0
Taxe moyenne (FCFA/m^3)	11,98	12,87	14,51	15,99	17,34
Consommation d'eau totale (mille m^3/an)	–	4 682	7 566	10 406	12 944
Revenu total (million FCFA)	–	0	103	166	225

4.9.4 Résultats de calcul

Le TRFI ne peut être calculé avec le matériel de base car le bénéfice est très faible, ce qui signifit que la taxe d'égouts est fixée à un niveau très bas. Le TRFI sera de 0,0% si la taxe d'égouts est augmentée de 13,6 fois, et de 12,0% (égal au taux d'actualisation public) si elle est augmentée de 49,0 fois.

CHAPITRE 5. PLAN DE GESTION DE DRAINAGE DES EAUX PLUVIALES

5.1 Concept de planification

5.1.1 Objectifs de planification

En se basant sur les problèmes rencontrés mentionnés dans le Chapitre 2, la gestion d'évacuation des eaux pluviales de la présente étude a pour objectifs : (i) de minimiser les inondations et les dégâts causés par la pluviosité locale à travers la mise en place du nouveau système de drainage, (ii) de rétablir et de maintenir les fonctions originelles et potentielles du système de drainage existant; et (iii) d'améliorer la condition hygiénique de l'environnement urbain pour les habitants.

5.1.2 Zone de planification et année cible

(1) Zone de planification

La zone de planification dans le cadre du Plan Directeur concerne près de 24 km^2 dans le centre-ville de Kaolack comme convenue avec la Mairie de Kaolack à travers le C/T ainsi que le C/P. La zone couvre le bassin d'évacuation des eaux pluviales du centre-ville de Kaolack, longeant les lignes de crête topographiques. La zone cible du Plan Directeur est montrée dans la **Figure 5.1**.

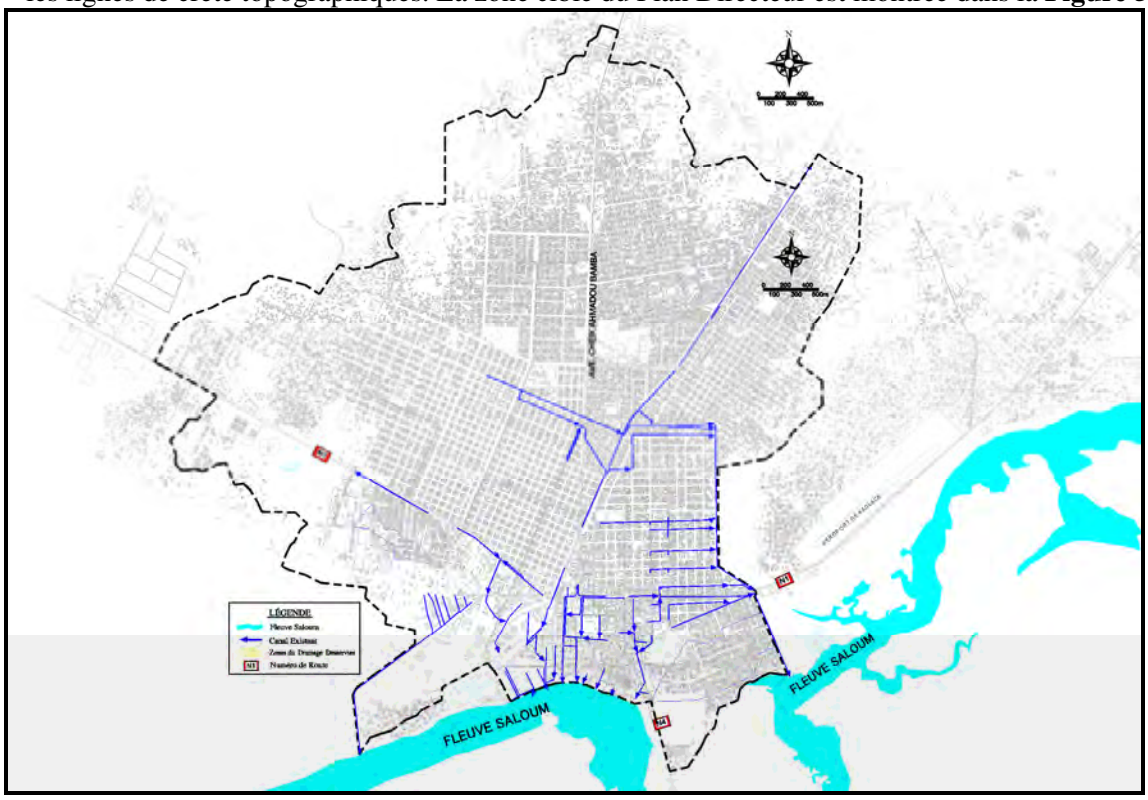


Figure 5.1 Zone de planification d'amélioration du drainage des eaux pluviales

(2) Année cible

L'année cible du Plan Directeur est 2030, et le Plan Directeur prévoit sa mise en œuvre en trois (3) termes comme suit : (i) court terme pour les projets de la phase 1 avant fin 2020, (ii) moyen terme pour les projets de la phase 2 à compter de 2021 jusqu'à 2025, et (iii) long terme pour les projets de la phase 3 à compter de 2026 jusqu'à 2030.

5.1.3 Conditions de planification

(1) Echelle de conception

Sur la base des résultats d'observation des précipitations durant l'hivernage 2012, une période de

retour de 10 ans avec une pluie de projet d'une durée de 3 heures est adoptée pour envisager la gestion des eaux pluviales de la ville de Kaolack.

(2) Précipitations de projet

En comparant les précipitations journalières probables de Kaolack à celles de Dakar, la formule suivante est développée pour une période de retour de 10 ans, utilisant les courbes d'intensité de précipitations probables préparées pour Dakar : $I = 5427,8/(T+36,9)$ où, I est l'intensité de précipitations en mm/heure, et T la durée des pluies en minutes.

(3) Débit nominal

Comme les sous-bassins versants ont une surface de moins de 10 km^2, la formule rationnelle s'applique et se prête à de tels petits bassins. Le processus de calcul de débits de pointe utilisant la formule rationnelle est très facile et simple grâce aux deux paramètres limités, lesquels sont le coefficient d'écoulement et l'intensité de précipitations, dépendant du temps de concentration nécessaire.

5.1.4 Evaluation du réseau de drainage existant

Comme décrit dans la **Section 2.4**, la longueur totale des canaux mis en place atteint 19,96 km dont 12,38 km sont des canaux ouverts et 7,58 km des canaux fermés. Le système existant de drainage dont la longueur est de 19,96 km couvre 7,8 km^2 du territoire de la ville de Kaolack.

La formule de Manning est utilisée aux fins de l'évaluation du système de drainage existant pour une période de retour de 10 ans. Les canaux existants sont calculés conformément à la formule de Manning avec la valeur de 'n' = 0,015, correspondant aux canaux en béton. En conséquence, les canaux existants ont une capacité suffisante pour le débit de pointe décennal.

5.1.5 Mesures nécessaires à l'égard de la gestion de drainage des eaux pluviales

Afin d'accomplir l'amélioration de drainage de la ville de Kaolack, il est nécessaire de mettre en place des mesures intégrées comprenant des mesures structurelles et d'accompagnement.

(1) Mesures structurelles

Les mesures structurelles ont pour but d'atténuer les inondations à travers la mise en place des réseaux d'évacuation des eaux pluviales, la construction de stations de pompage et de bassins de rétention ainsi que la réhabilitation des canaux de drainage des eaux pluviales existants, etc.

(2) Mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement ont pour but d'appuyer et de soutenir les mesures structurelles à travers l'amélioration et le développement des aspects organisationnels du système d'exploitation et de maintenance, et par la préparation du plan de nettoiement des installations de drainages et la sensibilisation renforcée du public.

5.2 Etude alternative pour l'amélioration structurelle du drainage des eaux pluviales

5.2.1 Cadre des Alternatives

Les trois (3) alternatives présentées dans la **Figure 5.2** à **Figure 5.4** sont évaluées afin de sélectionner la conception optimale du système.

(1) Aucune action

Au cas où tous les secteurs concernant l'évacuation des eaux pluviales ne prendraient aucune action pour résoudre les problèmes du drainage des eaux pluviales, les conditions d'inondation vont s'aggraver à l'année cible 2030. En d'autres termes, les conditions d'inondation future sans aucune amélioration du système de drainage seront considérées dans cette option.

(2) Alternative 1

L'alternative 1 est présentée schématiquement dans la **Figure 5.2**. Cette alternative est composée de l'installation des canaux de drainage, de la construction des stations de pompage et de la

réhabilitation des canaux existants. La zone cible est divisée en cinq (5) sous-bassins versants tels que le nord, le nord-ouest, l'ouest etc. En ce qui concerne la zone nord et la zone ouest, un nouveau réseau de drainage et des stations de pompage sont prévus. Le réseau de drainage de la zone nord-ouest sera raccordé au canal existant de la zone centrale en passant par la station de pompage. De ce fait, les canaux de drainage existants nécessiteront des travaux de réhabilitation pour agrandir leurs dimensions et renforcer leurs structures. Deux (2) nouveaux canaux principaux sont prévus dans la zone sud-est et ces nouveaux canaux seront raccordés au canal existant. Cette alternative ne comprend pas d'ouvrage de rétention des eaux pluviales.

(3) Alternative 2

L'alternative 2 est présentée sous forme de schéma à la **Figure 5.3**. Le nombre des sous-bassins versants, le tracé des canaux prévus, le nombre et l'emplacement des stations de pompage de cette alternative sont les mêmes que l'alternative 1. Toutefois, l'alternative 2 comprend un bassin de rétention en tant qu'ouvrage de stockage des eaux pluviales de sorte qu' il soit possible de réduire les dimensions de canaux et la capacité requise de pompes.

(4) Alternative 3

L'alternative 3 est présentée schématiquement dans la **Figure 5.4**. Cette alternative est composée de l'installation des canaux de drainage, de la construction des stations de pompage et des bassins de rétention, ainsi que de la réhabilitation des canaux existants. Pour cette alternative, la zone cible est divisée en quatre (4) sous-bassins versants. Le canal prévu de la zone ouest ne sera pas raccordé au canal existant dans la zone centrale. De ce fait, il n'est pas nécessaire de le faire passer par une station de pompage. La plupart des eaux pluviales écoulées sur le sol venant de la zone ouest seront acheminées vers le bassin de rétention. L'Alternative 3 requiert des stations de pompage moins nombreuses que d'autres alternatives.

Le profil des ouvrages prévus dans chaque alternative est présenté dans le **Tableau 5.1**.

Tableau 5.1 Ouvrages prévus et coût de chaque Alternative

Rubrique		Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Canal de drainage	Dimensions (m) (largeur × profondeur)	1,3 × 1,3 ~ 8,0 × 2,0	1,3 × 1,3 ~ 8,0 × 2,0	1,3 × 1,3 ~ 3,2 × 3,2
	Longueur total (km)	28,38	28,38	28,31
Station de pompage	Nombre de station	3	3	2
	Capacité totale requise (m^3/s)	41,93	28,67	21,85
Bassin de rétention	Nombre de bassin	0	2	2
	Volume total requis (m^3)	0	70 300	112 300
Coût de construction	(Milliard de FCFA)	52,53	47,56	42,96
Coût d'O&M	(Million de FCFA/an)	33	35	35

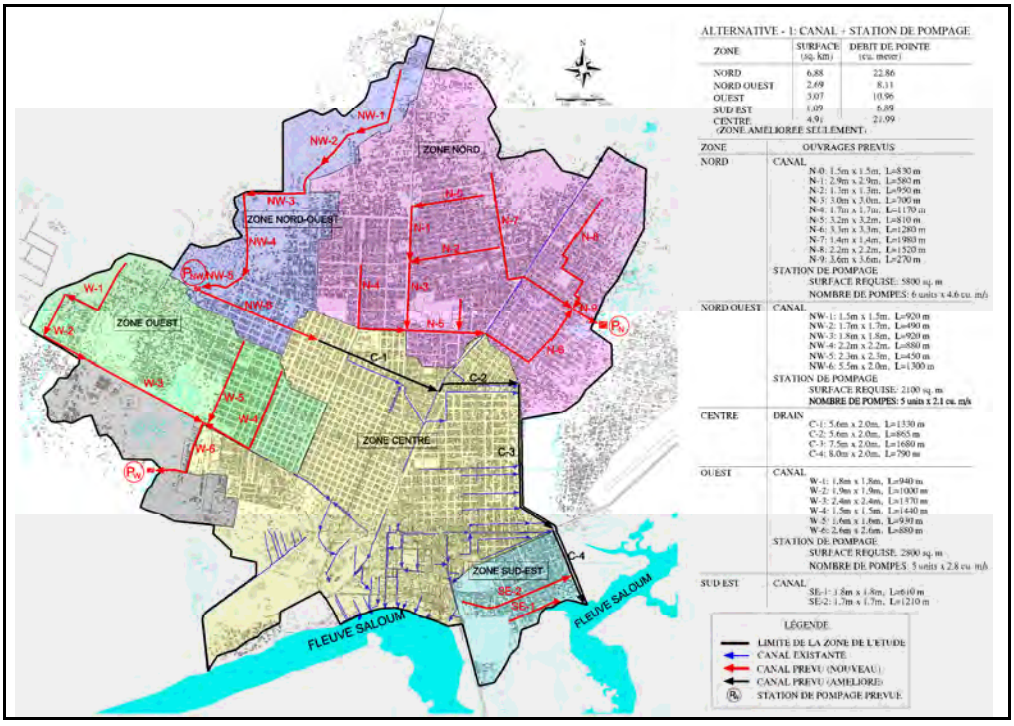


Figure 5.2 Amélioration de drainage : Alternative 1

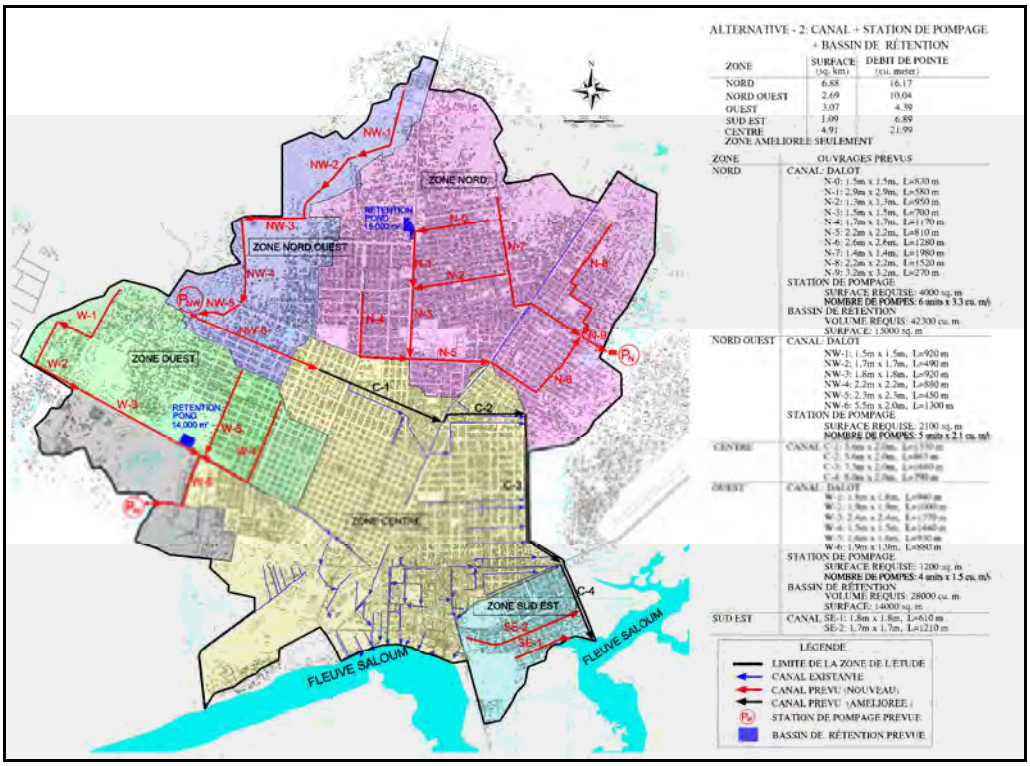


Figure 5.3 Amélioration de drainage : Alternative 2

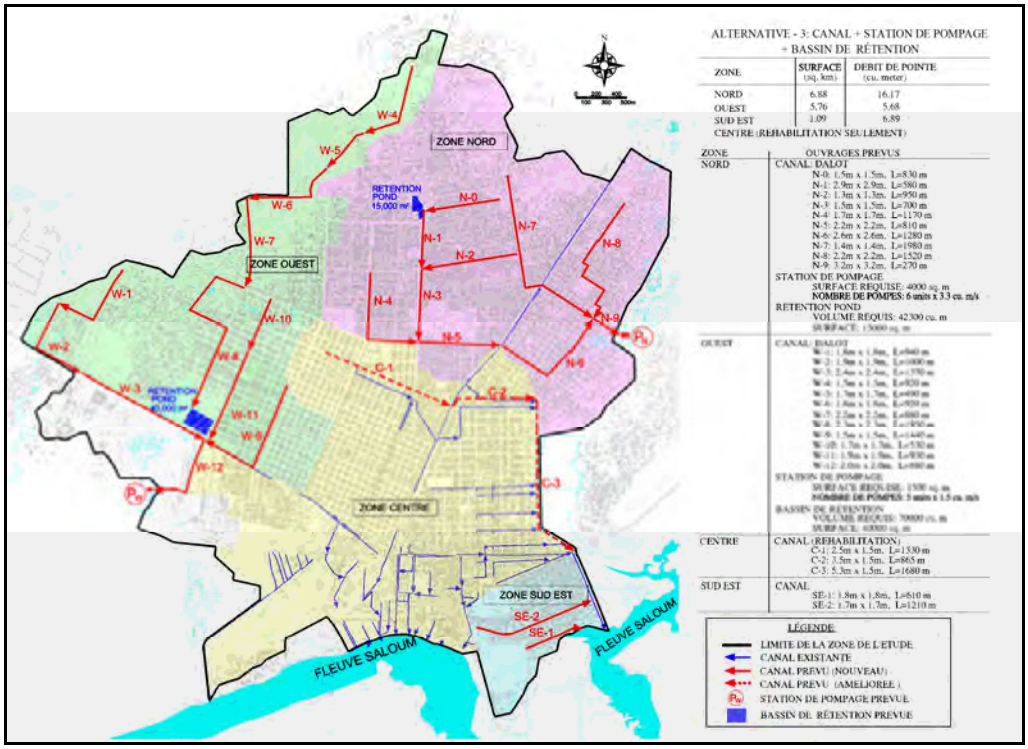


Figure 5.4 Amélioration de drainage : Alternative 3

5.2.2 Comparaison des Alternatives

Chaque alternative planifiée est classée suivant des critères qualitatifs. Un classement de 1 à 3 est attribué à chaque alternative pour chacun des critères, dont 1 étant le moins favorable. Le classement qualitatif des alternatives est indiqué sur le **Tableau 5.2**. L'alternative 3 pourrait être sélectionnée comme plan optimal.

Tableau 5.2 Classement qualitatif des Alternatives

Rubrique	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Fiabilité	1	2	3
Faisabilité	1	2	3
Impact environnemental	1	2	3
Flexibilité	3	2	1
Total	6	8	10
Classement général*)	3ème	2nd	1er

*) le classement "1er" est le plus favorable.

5.3 Plan d'amélioration structurelle de drainage des eaux pluviales

En se basant sur le plan optimal de l'alternative 3 après une étude comparative des alternatives, comme ci-dessus, un plan structurel est élaboré pour la conception préliminaire, comme suit.

5.3.1 Plan d'amélioration structurelle de la partie nord de la zone de drainage

Le bassin versant de la zone Nord couvre une superficie de 6,88 km^2. Actuellement, il n'existe aucun système de drainage, et des terrains bas s'étendent aux quartiers tels que Ngane Saer, Ngane Alassane, Gawane, Touba Kaolack, Sam et Ndorong Sadaga. Par conséquent, de sérieux dommages ont été causés par l'inondation durant l'hivernage. Le tracé des canaux prévus et les emplacements de stations de pompage et de bassins de rétention prévus sont indiqués sur la **Figure 5.5**. Le site proposé pour la station de pompage est situé sur un terrain privé, et il n'y a actuellement aucun résident, aucune demeure et installation commerciale etc. sur le site. Le site proposé pour le bassin de rétention est situé sur le terrain public et privé, et il n'y a actuellement aucun résident, aucune demeure et installation commerciale etc. sur ce site.

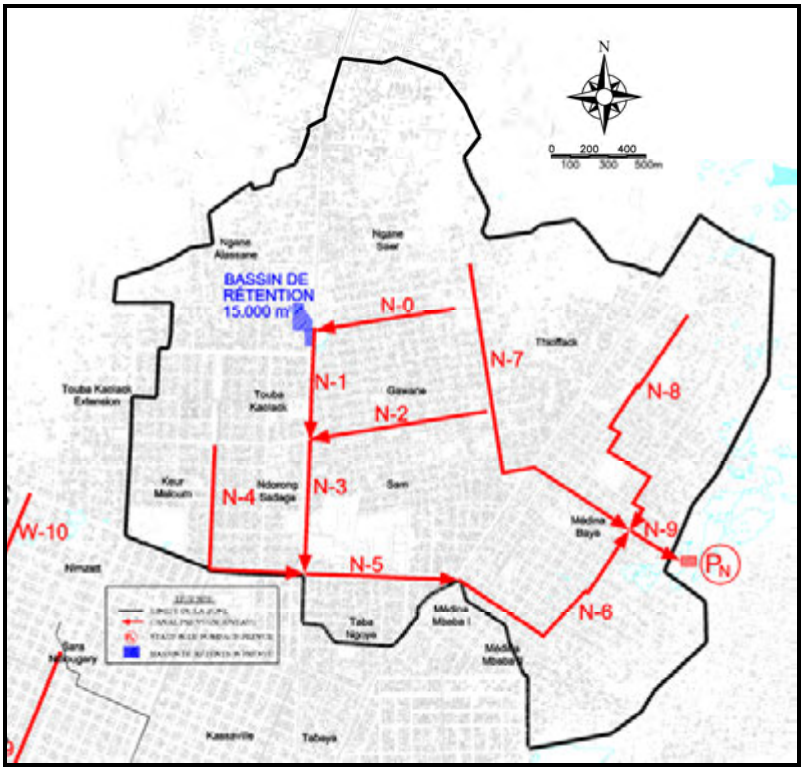


Figure 5.5 **Localisation des ouvrages hydrauliques prévus dans la partie nord de la zone de drainage**

Au point de départ du canal N-1, un nouveau bassin de rétention est préposé pour minimiser les dimensions de nouveaux canaux. L'endroit proposé pour le bassin de rétention s'appelle 'Khakhoune' et se situe dans une zone de dépression. Cette zone se transforme en bassin naturel pendant la saison des pluies. Une nouvelle station de pompage est proposée pour assurer la collecte des eaux pluviales provenant de la zone nord, et elle sera installée dans une zone de faible altitude à l'est du quartier de Médina Baye. Les eaux pluviales convergeront vers le bassin naturel. Les détails relatifs aux ouvrages hydrauliques prévus figurent sur le **Tableau 5.3**.

Tableau 5.3 Ouvrages hydrauliques prévus dans la partie nord de la zone de drainage

Composante	Spécifications
Dalot	
N-0	1,5m × 1,5m, L = 830 m
N-1	1,5m × 1,5m, L = 580 m
N-2	1,3m × 1,3m, L = 950 m
N-3	1,5m × 1,5m, L = 700 m
N-4	1,7m × 1,7m, L = 1170 m
N-5	2,2m × 2,2m, L = 810 m
N-6	2,6m × 2,6m, L = 1280 m
N-7	2,2m × 2,2m, L = 1980 m
N-8	3,2m × 3,2m, L = 1520 m
N-9	1,4m × 1,4m, L = 270 m
Station de pompage (P_N)	Nombre de pompe : 6 unités × 3,3 m^3/s Surface requise : 4 000 m^2 Hauteur de charge totale : 3,2 m
Bassin de rétention	Volume requise : 42 300 m^3 Surface requise : 15 000 m^2

5.3.2 Plan d'amélioration structurelle de la partie ouest de la zone de drainage

Cette zone comporte 11 quartiers, et le bassin versant de la zone ouest est d'une superficie de 5,76 km^2 avec une faible pente vers le sud-ouest. Dans cette zone, il n'y a aucun système de drainage, et les inondations sont fréquentes au niveau des quartiers de Parcelles Assainies, Nimzatt, Diamaguène et

Boustane I. Le tracé des canaux proposés et les emplacements de station de pompage et de bassin de rétention prévus sont indiqués sur la **Figure 5.6**.

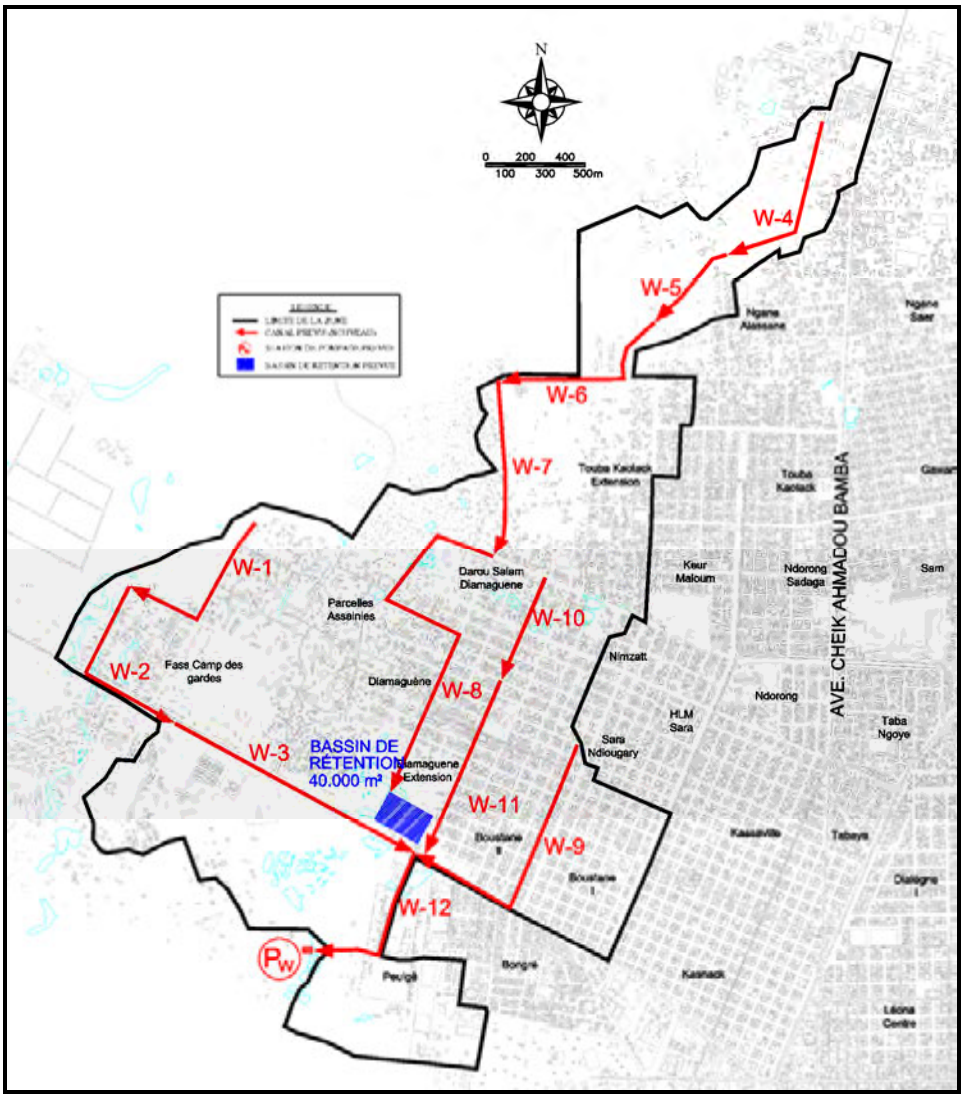


Figure 5.6 **Localisation des ouvrages hydrauliques prévus dans la partie ouest de la zone de drainage**

Un nouveau bassin de rétention est proposé pour minimiser les dimensions des nouveaux canaux à Diamaguène Extension. La zone prévue pour le bassin est un terrain bas, ce qui fait qu'elle se transforme en bassin naturel pendant la saison des pluies. Une nouvelle station de pompage est proposée pour assurer la collecte des eaux pluviales provenant du bassin, laquelle sera installée dans une zone inoccupée de faible altitude à l'ouest du quartier de Peulge. Jusqu'à présent, les sites prévus pour la station de pompage et le bassin de rétention appartiennent à l'Etat et il n'y a aucun résident, aucune demeure et installation commerciale etc. sur ces sites. Les eaux pluviales collectées convergeront vers le bassin naturel. Le terrain du bassin est proposé en tenant compte de l'état du site pour éviter le problème d'indemnisation. Les détails relatifs aux ouvrages hydrauliques prévus figurent sur le **Tableau 5.4**.

Tableau 5.4 Ouvrages hydrauliques prévus dans la partie ouest de la zone de drainage

Composante	Spécifications
Dalot	
W-1	1,8m × 1,8m, L = 940 m
W-2	1,9m × 1,9m, L = 1000 m
W-3	2,4m × 2,4m, L = 1370 m
W-4	1,5m × 1,5m, L = 920 m
W-5	1,7m × 1,7m, L = 490 m

Composante	Spécifications
W-6	1,8m × 1,8m, L = 920 m
W-7	2,2m × 2,2m, L = 880 m
W-8	2,3m × 2,3m, L = 1950 m
W-9	1,5m × 1,5m, L = 1440 m
W-10	1,7m × 1,7m, L = 530 m
W-11	1,9m × 1,9m, L = 930 m
W-12	2,0m × 2,0m, L = 880 m
Station de pompage (P_W)	Nombre de pompe : 5 unités × 1,5 m^3/s Surface requise : 1 500 m^2 Hauteur de charge totale : 4,0 m
Bassin de rétention	Volume requise : 70 000 m^3 Surface requise : 40 000 m^2

5.3.3 Plan d'amélioration structurelle de la partie sud-est de la zone de drainage

Cette zone se situe le long du fleuve Saloum et le bassin versant couvre une superficie de 1,09 km^2. A présent, il n'existe pas de système de drainage dans cette zone et les inondations sont fréquentes dans les quartiers d'Abattoirs et de Darou Salam. Le tracé des canaux proposés est indiqué sur la **Figure 5.7**. Les canaux prévus seront connectés aux canaux existants à ciel ouvert. Les ouvrages hydrauliques proposés sont présentés sur le **Tableau 5.5**.

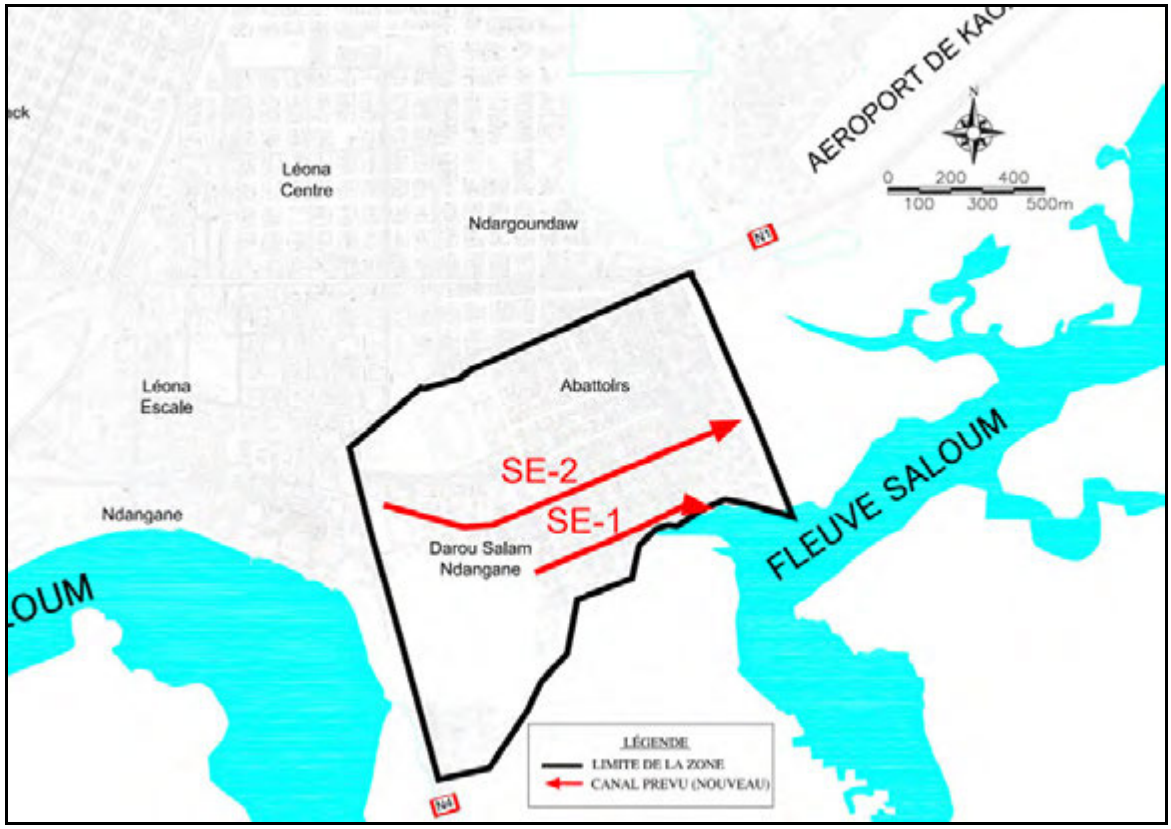


Figure 5.7 Localisation des ouvrages hydrauliques prévus dans la partie sud-est de la zone de drainage

Tableau 5.5 Ouvrages hydrauliques prévus dans la partie sud-est de la zone de drainage

Composante	Spécifications
Dalot	
SE-1	1,8m × 1,8m, L = 610 m
SE-2	1,7m × 1,7m, L = 1 210 m

5.3.4 Plan d'amélioration structurelle de la partie centrale de la zone de drainage

Cette zone est le noyau de la ville de Kaolack où un système de drainage est mis en place depuis les années 1980. La longueur totale des canaux installés atteint 19,96 km, composés de canaux à ciel ouvert d'une longueur de 12,38 km et de canaux fermés de 7,58 km de long. Le système de drainage existant de 19,96 km de long couvre une superficie de 7,8 km^2 du territoire de la ville de Kaolack. Les canaux existants ont suffisamment de capacité contre un débit de pointe décennal. Cependant, les canaux existants à ciel ouvert sont partiellement en terre de sorte que leur structure est non durable, et la section originelle a été réduite à cause de l'accumulation de sédiments et d'ordures. C'est pourquoi les travaux de réhabilitation des canaux de drainage existants sont proposés dans le Plan Directeur, en particulier celle des canaux principaux qui collectent une grande quantité des eaux pluviales, en réponse à la forte demande de la Mairie de Kaolack. L'objectif principal de ces travaux est de restituer la superficie de la section transversale des canaux de drainage, et d'entretenir leurs fonctions d'origine. En conséquence, l'objectif de la réhabilitation est de reconstruire les canaux à ciel ouvert en béton. Les canaux de drainage ciblés sont montrés sur la **Figure 5.8**, et ceux à réhabiliter sont énumérés dans le **Tableau 5.6**.

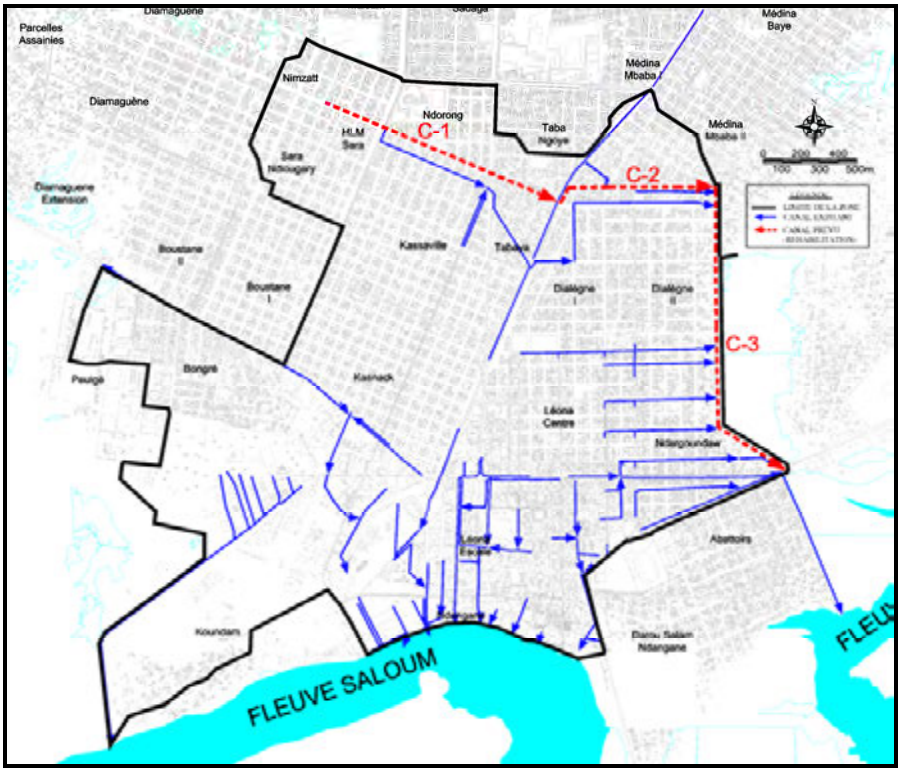


Figure 5.8 **Localisation des canaux de drainage à réhabiliter dans la partie centrale de la zone de drainage**

Tableau 5.6 Canal de drainage à réhabiliter dans la partie centrale de la zone de drainage

Composante	Spécifications
C-1	2,5m × 1,5m, L = 1330 m
C-2	3,5m × 1,5m, L = 865 m
C-3	5,3m × 1,5m, L = 1680 m

5.4 Plan d'exploitation et de maintenance

5.4.1 Organisation responsable d'exploitation et de maintenance

Le Service Technique Communal (STC) de la Mairie de Kaolack est l'organisation en charge des travaux d'exploitation et de maintenance des installations de drainage telles que les stations de pompage, les bassins de rétention et les canaux de drainage.

5.4.2 Méthode d'exploitation et de maintenance

(1) Réseau de drainage

Les travaux d'exploitation et de maintenance pertinents du réseau de drainage devront suivre les procédures suivantes :

(a) Maintenance et inspection

Dans les "Lignes directrices de l'optimisation des travaux d'exploitation et de maintenance d'assainissement dans les pays en voie de développement (publié au Japon par l'Institut de Développement des Infrastructures, en octobre 2001)", la fréquence de l'inspection est d'environ une fois tous les cinq (5) ans pour les conduites sans problème particulier. Selon les données enregistrées, l'inspection en zone urbaine au Japon se fait une fois tous les trois (3) à sept (7) ans.

Il a été confirmé par des enquêtes sur place que le système de drainage existant est obstrué à plusieurs niveaux par des débris combinant des sédiments et des ordures. Compte tenu de cette situation, il est préférable de mener des travaux d'inspection à la fréquence d'environ une fois tous les trois (3) à cinq (5) ans pour les dalots construits dans le cadre du Projet.

(b) Curage et dragage

Les dépôts d'ordures et de boues dans les dalots réduisent la capacité d'écoulement. Ainsi, il est essentiel d'effectuer des inspections régulières et d'enlever les dépôts observés.

(c) Renouvellement et réparation des tuyaux de drainage

La détérioration des tuyaux continue sur la totalité de leur surface, ce qui fait que le renouvellement et la réparation nécessitent un temps considérable. Ainsi, il est nécessaire d'effectuer le renouvellement et la réparation conformément au plan établi sur la base des résultats des inspections et des études menées afin de prévenir les accidents à l'avance.

(2) Station de pompage et bassin de rétention

La station de pompage est un ouvrage important pour un système de drainage. Son disfonctionnement causera des dégâts énormes en ville lors des inondations. Par conséquent, il est nécessaire de connaître les spécifications et les caractéristiques des pompes pour l'exploitation et la maintenance. En effet, il n'existe pas de station de pompage pour le drainage des eaux pluviales dans la ville de Kaolack, en sorte qu'il est nécessaire de tenter un transfert de technologie à l'équipe en charge d'exploitation de pompe à travers des conseils d'opération initiale donnés par le fournisseur/fabricant de l'équipement et des machines nouvellement installées.

Le bassin de rétention sert de stocker temporairement les eaux de pluie. Il est préférable d'effectuer le curage du bassin une fois par an avant le début de l'hivernage. Le STC doit désigner une équipe de cureurs composée d'environ 10 membres. Le bassin de rétention étant à ciel ouvert, les ouvriers pourront ainsi y entrer pour nettoyer et enlever les dépôts d'ordures manuellement à l'aide de pelles. Autrement, le travail de curage du bassin de rétention peut être sous-traité à une société privée, sur la base des résultats de l'inspection.

5.5 Estimation préliminaire de coût du Projet

5.5.1 Coût de construction

Le coût de construction est calculé sur la base des différentes informations sur le coût obtenues par l'ONAS Dakar, l'ONAS Kaolack et aussi grâce à "l'Etude sur le drainage urbain et le système d'assainissement de la ville de Dakar et de ses environs" menée par la JICA en 1994. Les conditions générales de l'estimation du coût de construction sont les suivantes.

- Le coût de construction est estimé avec le niveau de prix de l'année 2012.
- Un taux annuel de la hausse des prix de 3% est supposé jusqu'à l'année 2012 à l'égard des données sur le coût de projets antérieurs.
- Tous les coûts nécessaires autres que les coûts directs de construction sont inclus dans le coût de construction.

- Le taux unitaire de la méthode à ciel ouvert, laquelle est la plus courante au Sénégal, est pris en compte pour tous les travaux d'excavation nécessaires.
- Le coût est établi en monnaie locale et étrangère sur la base des informations relatives à la passation des marchés obtenues au Sénégal.

5.5.2 Coût du Projet

Les éléments du coût de projet et les pourcentages des coûts autres que ceux de construction sont estimés sur la base des données de projets antérieurs au Sénégal ou à d'autres pays. En outre, la hausse des prix durant le projet i.e. de 2014 à 2030 est considérée utilisant les données de la Banque Mondiale sur le taux d'inflation au cours des 10 dernières années. La TVA de 18% du coût de projet est également prise en compte.

- Coût de construction
- Coût d'ingénierie : 10% du coût de construction
- Coût d'administration de projet : 2% du coût de construction
- Imprévus physiques : 10% du coût de construction et d'ingénierie
- Montée des prix durant le projet (de 2014 à 2030) : le taux d'inflation annuel de 3% en monnaie locale, et de 2% en monnaie étrangère

Le coût total du projet s'élève à environ 84 002 millions de FCFA avec le niveau de prix de 2012, dont 73 516 millions de FCFA en monnaie locale et 10 486 millions de FCFA représentant la portion de monnaie étrangère. Les détails sont présentés sur le tableau ci-dessous.

Tableau 5.7 Coût du Projet

Coût	Travaux	Monnaie Locale (million FCFA)	Monnaie Etrangère (million FCFA)	Total (million FCFA)
Coûts directs de construction	Canal (Dalot)	35 153	0	35 153
	Station de pompage	2 736	4 104	6 840
	Bassin de rétention	962	0	962
	Sous-total	38 851	4 104	42 955
Service d'ingénierie		1 289	3 007	4 296
Administration gouvernementale		859	0	859
Imprévus physiques		4 253	472	4 725
Hausse des prix		17 050	1 303	18 353
TVA		11 214	1 600	12 814
Total (million FCFA)		73 516	10 486	84 002

5.5.3 Coût d'exploitation et de maintenance

Le coût total annuel d'exploitation et de maintenance des ouvrages connexes s'élève à 34 657 000 FCFA après l'achèvement du Projet. Le détail de cette somme est comme suit : 15 457 000 FCFA pour les stations de pompage, 4 200 000 FCFA pour les dalots, et 15 000 000 FCFA pour les bassins de rétention.

5.6 Etablissement des priorités du Projet et plan de mise en œuvre

5.6.1 Etablissement des priorités du Projet

La zone de planification est divisée en 4 zones de drainage, à savoir le Nord, le Centre, l'Ouest et le Sud-Est. Chaque zone dispose d'un projet d'amélioration de drainage dont certains sont composés de plusieurs packages. L'ampleur des travaux de construction, la situation de la zone cible et l'impact social sont ainsi pris en compte pour subdiviser le projet en packages. Il est nécessaire de décider du classement de la priorité de chaque package. La composition des projets et les packages figurent sur la **Figure 5.9**.

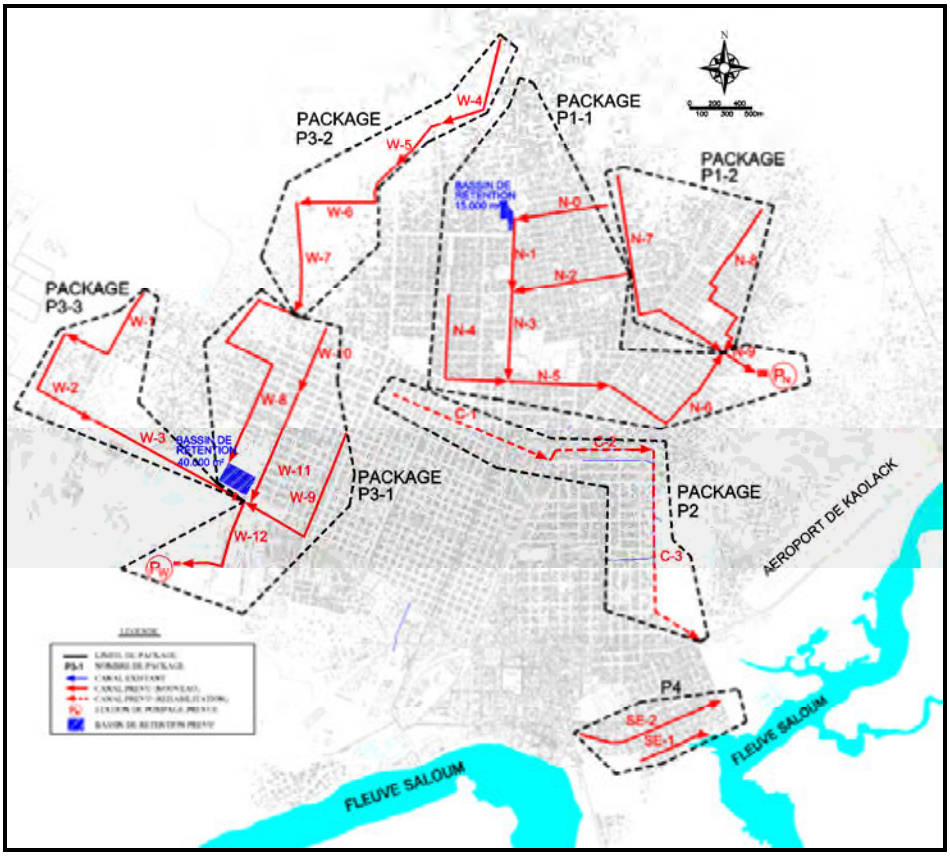


Figure 5.9 Packages du Projet

Pour établir la priorité des packages du projet, les points à évaluer sont (i) la population de la zone de drainage, (ii) la zone d'inondation dans la zone de drainage, (iii) la demande de la Mairie tenant compte de la demande des habitants, et (iv) les impacts environnementaux. Les priorités sont finalement déterminées en tenant compte du score général.

5.6.2 Plan de mise en œuvre

Le programme de mise en œuvre du projet est réparti en phases sur la base des éléments suivants :

- L'ensemble des mesures d'amélioration proposées pour le drainage est divisé en trois phases qui devront être achevées à l'horizon 2030.
- Pour la répartition du programme de mise en œuvre des mesures proposées, les priorités susmentionnées sont prises en compte.

Les packages des projets d'amélioration de drainage sont résumés dans le **Tableau 5.8**.

Tableau 5.8 Composantes des projets

Projet	Package	Composante	Spécifications	Remarques
Projet-1 (Zone nord)	P1-1	Dalot N-0 N-1 N-2 N-3 N-4 N-5 N-6 N-9	 1,5m × 1,5m, L = 830 m 1,5m × 1,5m, L = 580 m 1,3m × 1,3m, L = 950 m 1,5m × 1,5m, L = 700 m 1,7m × 1,7m, L = 1170 m 2,2m × 2,2m, L = 810 m 2,6m × 2,6m, L = 1280 m 1,4m × 1,4m, L = 270 m	Nouvelle construction
		Station de pompage (P_N)	Nombre de pompe : 6 unités × 3,3 m^3/s Surface requise : 4 000 m^2 Hauteur de charge totale : 3,2 m	Nouvelle construction
		Bassin de rétention	Volume requise : 42 300 m^3	Nouvelle construction

Projet	Package	Composante	Spécifications	Remarques
			Surface requise : 15 000 m^2	
	P1-2	Dalot N-7 N-8	 2,2m × 2,2m, L = 1980 m 3,2m × 3,2m, L = 1520 m	Nouvelle construction
Projet-2 (Zone centrale)	P2	Canal à ciel ouvert C-1 C-2 C-3	 2,5m × 1,5m, L = 1330 m 3,5m × 1,5m, L = 865 m 5,3m × 1,5m, L = 1680 m	Réhabilitation
Projet-3 (Zone ouest)	P3-1	Dalot W-8 W-9 W-10 W-11 W-12	 2,3m × 2,3m, L = 1950 m 1,5m × 1,5m, L = 1440 m 1,7m × 1,7m, L = 530 m 1,9m × 1,9m, L = 930 m 2,0m × 2,0m, L = 880 m	Nouvelle construction
		Station de pompage (P_W)	Nombre de pompe : 5 unités × 1,5 m^3/s Surface requise : 1 500 m^2 Hauteur de charge totale : 4,0 m	Nouvelle construction
		Bassin de rétention	Volume requise : 70 000 m^3 Surface requise : 40 000 m^2	Nouvelle construction
	P3-2	Dalot W-4 W-5 W-6 W-7	 1,5m × 1,5m, L = 920 m 1,7m × 1,7m, L = 490 m 1,8m × 1,8m, L = 920 m 2,2m × 2,2m, L = 880 m	Nouvelle construction
	P3-3	Dalot W-1 W-2 W-3	 1,8m × 1,8m, L = 940 m 1,9m × 1,9m, L = 1000 m 2,4m × 2,4m, L = 1370 m	Nouvelle construction
Projet-4 (Sud-est)	P4	Dalot SE-1 SE-2	 1,8m × 1,8m, L = 610 m 1,7m × 1,7m, L = 1210 m	Nouvelle construction

5.6.3 Projet prioritaire

Les projets prévus pour la Phase 1 du Plan Directeur sont choisis comme projets prioritaires. Comme le Package P1-1 du Projet-1 est la première priorité du Plan Directeur, ce Package P1-1 du Projet-1 est sélectionné comme projet prioritaire de l'étude de faisabilité à venir. Les composantes structurelles du projet prioritaire figurent sur le **Tableau 5.9**.

Tableau 5.9 Composantes structurelles du projet prioritaire

Projet	Package	Composante	Spécifications	Remarques
Projet-1 (Zone nord)	P1-1	Dalot N-0 N-1 N-2 N-3 N-4 N-5 N-6 N-9	 1,5m × 1,5m, L = 830 m 1,5m × 1,5m, L = 580 m 1,3m × 1,3m, L = 950 m 1,5m × 1,5m, L = 700 m 1,7m × 1,7m, L = 1170 m 2,2m × 2,2m, L = 810 m 2,6m × 2,6m, L = 1280 m 1,4m × 1,4m, L = 270 m	Nouvelle construction
		Station de pompage (P_N)	Nombre de pompe : 6 unités × 3,3 m^3 Surface requise : 4 000 m^2 Hauteur de charge totale : 3,2 m	Nouvelle construction
		Bassin de rétention	Volume requise : 42 300 m^3 Surface requise : 15 000 m^2	Nouvelle construction

5.7 Analyse économique

5.7.1 Coût du Projet

Les éléments suivants sont l'objet de calcul du coût :

- Construction
- Prestations d'ingénierie
- Imprévus physiques
- Coût d'administration
- Exploitation et maintenance

Le coût de l'acquisition de terrain n'est pas pris en compte à l'étape du Plan Directeur en supposant que le terrain appartient au gouvernement. Ces éléments de coût sont convertis en éléments économiques.

5.7.2 Avantage du Projet

L'avantage des composantes relatives au drainage est de réduire le temps d'arrêt des activités économiques causé par les inondations. Le temps d'arrêt économique est évalué par la hauteur estimée d'inondation. Il est supposé que l'inondation la plus sévère (hauteur : 70 cm) dure environ 1 à 2 semaines et les autres durent au pro rata. Ce temps d'inactivité est converti en valeur économique, accompagnée d'une projection du PIB par habitant. Le bénéfice total est finalement calculé avec l'effet multiplicateur. Sur la base des données de la Banque Mondiale, un multiplicateur de 10,75 est adopté. Les résultats d'évaluation sont énumérés dans le **Tableau 5.10**.

Tableau 5.10 Valeur de temps d'arrêt des activités économiques

	2012	2015	2020	2025	2030
Popluation totale affectée	6 216	13 180	24 787	36 394	48 001
Projection de PIB par habitant (US$)	1 166	1 204	1 267	1 330	1 394
Durée d'inactivité totale (jours × personnes)	20 795	34 159	68 781	118 897	187 274
Valeur temps totale (US$)	66 410	112 646	238 768	433 392	715 167
Valeur temps totale avec l'effet multiplicateur (US$)	716 628	1 215 559	2 576 545	4 676 734	7 717 369
Valeur temps totale avec l'effet multiplicateur (million de FCFA)	371	629	1 333	2 419	3 992

Source : EEJ et Banque Mondiale

5.7.3 Résultat de calcul

Le TREI est calculé à 6,7%. Bien que ce chiffre soit inférieur à 12,0% du taux d'actualisation public, le projet semble être entièrement raisonnable, étant donné que c'est un projet de développement des infrastructures.

5.8 Analyse financière

La solution ou la mitigation des problèmes de drainage des eaux pluviales est une des tâches de gouvernement municipal ou national laquelle doit être mise en œuvre en tant que développement d'infrastructure. Ainsi, tous les coûts doivent être supportés par le budget du gouvernement et il est inapproprié de percevoir les redevances auprès des habitants. Ce qui signifie qu'il est inapproprié de calculer l'avantage pour les besoins d'une analyse financière. Par exemple, le document de la Banque Mondiale (Rapport N°66451-SN), *Project Appraisal Document for a Stormwater Management and Climate Change Adaptation Project* (Document d'évaluation du projet relatif à la gestion des eaux pluviales et à l'adaptation au changement climatique), 12 avril 2012, décrit : "il n'y a aucune analyse financière à effectuer dans ce contexte (analyse financière des composantes proposées aux fins de la prévention des inondations) car le système de drainage est considéré comme un bien public qui devra être financé et entretenu par des budgets nationaux et/ou municipaux en régie direct ou indirectement en contractant avec des services privés afin de procéder à la gestion de drainage".

CHAPITRE 6. PLAN DE GESTION DES DECHETS SOLIDES

6.1 Plan directeur existant de la gestion des déchets solides de Kaolack

6.1.1 Aperçu du plan directeur de la gestion des déchets solides de Kaolack

La Mairie de Kaolack avait élaboré un plan directeur de la Gestion des Déchets Solides (GDS) en 2008 avec l'assistance technique de l'APROSEN, et a publié le rapport "Etude pour la mise en œuvre opérationnelle d'un système de gestion durable des déchets solides dans la ville de Kaolack, Tome I et II, 2007 et 2008". D'après le Service Technique, le rapport est utilisé en tant que plan global de la gestion des déchets solides de la ville. Les **Tableaux 6.1** et **6.2** résument l'objectif et l'aperçu du plan directeur existant de la GDS.

Tableau 6.1 Objectif du plan directeur de la GDS de Kaolack

Objectif global	Réaliser une GDS durable pour la ville, faisable techniquement et financièrement
Nettoiement de route/rue	Maintenir propre les routes et les rues de la ville
Collecte	S'assurer des moyens de collecte sélectionnables tout en les rendant sûrs d'utiliser les moyens de transport des déchets jusqu'à la décharge finale
Décharge finale	S'assurer de construire une décharge finale conformément aux lois et réglements y afférents, faisable du point de vue technique et environnementale

Source : Mairie de Kaolack

Tableau 6.2 Aperçu du plan directeur de la GDS de Kaolack

Nom de l'étude	Plan directeur de GDS par APROSEN/ Mairie de Kaolack
Année de l'étude	2007/2008 (1,5 ans)
Coût estimé du projet	818 125 000 FCFA
Législation	Code de l'environnement (loi N°2001-01 du 15 Janvier 2001) et d'autres décrets connexes
Année cible	Année 2010 (4 ans : de 2007 à 2010)
Taux de collecte cible	100% (2010)
Volume estimé de déchets produits	125 t/jour (2007), 129 t/jour (2008), 132 t/jour (2009), 136 t/jour (2010)
Zonage	Zone 1 à Zone 6
Gestion des déchets solides	
(1) Pré-collecte/Collecte	Le système ROC pourrait être remplacé progressivement par des tricycles sur une période de 3 ans. Collecte porte à porte : par des charrettes du système ROC jusqu'aux stations de transfert, et tricycles motorisés (59 unités) Stations de transfert : 4 (zones 1, 3, 4, 5), conteneurs : 16 Bacs à ordures (taille de 10m × 9m) : 11 Ramassage communal; conteneurs (15 m^3) : 34 Conteneurs publics (12 m^3, marchés et gares routières) : 22
(2) Transport	Camion-benne (camion polybenne) : 6 Tracteurs conteneurs : 2 Tombereau : 1
(3) Site d'enfouissement	Le site d'enfouissement des déchets n'était pas encore décidé à l'époque où le plan directeur a été établi, cependant Mbadakhoune a été inclus en tant que site alternatif pour cette fin. Site d'enfouissement sanitaire : 2 cellules d'enfouissement de 170m × 150m × 5m de hauteur chaque, Construction de cellule par alternance de couche d'argile et de déchets Bulldozer : 1, chargeuse sur pneus : 1, tombereau : 1
Remarques	Le plan directeur n'a pas été mis en œuvre par les autorités concernées à cause des problèmes financiers.

6.1.2 Etat actuel et commentaires sur le plan directeur existant de la GDS de Kaolack

Le plan directeur n'a malheureusement pas été mis en œuvre par les autorités concernées de la ville de Kaolack en raison de problèmes financiers. Cependant, la BID a inclut les résultats du plan directeur pour la ville de Kaolack dans les projets de gestion des déchets solides urbains prévus dans quatre (4) villes, lesquels forment le Projet de GDS de la BID.

Le réseau d'évacuation des eaux vers le fleuve Saloum à partir de la zone de déversement à Mbadakhoune n'a fait l'objet d'aucune étude. Si un bassin d'eau pluviale excède le niveau maximum (par exemple, altitude 0 m) sur le site à cause du système de drainage, la zone inondée va s'étendre, ce qui aura des conséquences sur le site d'enfouissement sanitaire. Une étude sur le système de drainage du site d'enfouissement sanitaire est requise pour toute mise en œuvre future.

Bien que le plan directeur suppose que le système ROC dans la ville de Kaolack serait remplacé par des tricycles sur une période de trois (3) ans, il est estimé que dans le but de remplacer le système ROC par des tricycles, il faudra que l'économie soit plus dynamique et que le développement d'infrastructures, y compris des travaux de revêtement des routes sableuses, soit progressivement mis en œuvre. Ainsi, l'exploitation et la maintenance du système ROC doivent être suivies attentivement par la Mairie de Kaolack.

6.2 Projet de la BID prévu

6.2.1 Aperçu du projet

Il y a un projet de la BID pour la GDS dans les quatre (4) grandes villes ciblées, à savoir Dakar, Kaolack, Tivaouane, et Touba, sur la base des résultats de l'étude pour le plan directeur sur la gestion des déchets solides urbaine soutenue par l'APROSEN, achevée en décembre 2010. Le projet de la GDS de l'APROSEN dans la ville de Kaolack a été approuvé par la BID en mai 2011, et le projet de la BID pour la GDS des quatre (4) villes a été officiellement signé par la BID et le gouvernement sénégalais en juin 2011. Le coût du projet est estimé à environ 35 millions de USD (soit 17,51 milliards de FCFA).

6.2.2 Projet de GDS pour la ville de Kaolack

La partie concernée à la ville de Kaolack du projet de GDS de la BID est composée principalement de cinq (5) composantes, à savoir a) développement d'infrastructures, b) matériel de collecte et de transport des déchets, c) soutien institutionnel et renforcement des capacités, d) services d'ingénierie et de conseils, et e) gestion du projet.

La BID estime le coût du projet de GDS de Kaolack à environ 9 millions de USD (soit 4,5 milliards de FCFA), y compris le développement des infrastructures (1 décharge contrôlée, 1 station de transfert, 20 points de collecte) coûtant 5,4 millions de USD (soit 2,7 milliards de FCFA), le matériel de collecte et de transport des déchets coûtant 1,45 millions de USD (soit 0,73 milliard de FCFA), le soutien institutionnel et le renforcement des capacités pour un montant de 0,14 million de USD (soit 0,07 milliard de FCFA), les services d'ingénierie et de conseils pour 0,38 million de USD (soit 0,19 milliard de FCFA), la gestion du projet pour 0,44 million de USD (0,22 milliard de FCFA), et les imprévus pour 1,17 millions de USD (soit 0,59 milliard de FCFA), calcul effectué sur la base du taux de change de 1 USD = 500 FCFA.

6.2.3 Recommandations

Les points suivants sont des recommandations sur le projet BID pour la ville de Kaolack.

- Etant donné que le projet de GDS pour la ville de Kaolack a été approuvé et signé par la BID et le gouvernement sénégalais en juin 2011, il est escompté que le nouveau gouvernement décidera de sa mise en œuvre dans les meilleurs délais (au mois de novembre 2012, la BID était en attente d'une réponse du nouveau gouvernement concernant la proposition de la Banque pour le projet en question; à la fin de cette Etude de la JICA en novembre 2013, il est dit que la Banque est toujours dans l'attente de la réponse sur sa proposition relative au projet.)

- Il est recommandé que, pendant la mise en œuvre du projet de GDS de Kaolack bénéficiant de l'aval de la BID, les progrès fassent l'objet d'un suivi attentif et les mesures nécessaires soient prises immédiatement pour réaliser l'achèvement du projet.

- Le nombre d'équipement exigé pour la GDS, répertorié par la BID, paraît représenter la dotation en matériel pour des travaux de GDS urgents à court terme, et non pas pour les phases d'un plan à moyen et long terme pour la gestion des déchets solides de la ville de Kaolack. Le nombre d'équipement lourd est probablement pour environ cinq (5) ans seulement, et

certainement pas pour plus longtemps. Par conséquent, il est recommandé qu'une étude globale pour le plan de GDS soit réalisée pour l'estimation du nombre d'équipement requis, ce qui est nécessaire pour un plan de GDS intégré et à l'échelle des phases d'un plan à moyen et long terme pour la ville de Kaolack.

- Étant donné que les ateliers de la ville ne semblent pas disposer de mécaniciens qualifiés, il est nécessaire de mettre en œuvre des séances de formation pratique dans les ateliers offrant un certain nombre d'outils, d'équipements mécaniques et de connaissances à l'attention des mécaniciens.

- Pour l'achèvement et la pérennité du projet, toutes les parties concernées, notamment les agences gouvernementales au niveau central et local, les entreprises étatiques, les CDQs et les ONGs, doivent s'impliquer et prendre immédiatement les actions qui s'imposent.

6.3 Plan préliminaire de GDS de Kaolack

6.3.1 Problèmes sur la GDS à Kaolack et résultats de l'enquête par entrevue

(1) Problèmes sur la GDS dans la ville de Kaolack

Afin de refléter les conditions actuelles de la GDS, les résultats de la révision du plan directeur de GDS par l'APROSEN, et le projet de GDS de la BID pour la ville de Kaolack, les problèmes majeurs à aborder sont résumés ci-dessous.

a) Le taux de collecte des déchets a diminué de 25% en 2007 à 12% en 2010, à 6% en 2011, et à moins de 6% en 2012. Une combinaison des mesures de soutien 'hard' (matériel), 'soft' (non matériel) et administratif contre les problèmes de la GDS devra être structurée judicieusement.

b) Les charrettes à âne (système ROC), les brouettes sont les mieux adaptés à la ville de Kaolack en raison des routes sableuses non revêtues, et des inondations à la saison des pluies. Les tricycles motorisés ne sont pas si fiables de point de vue technique pour la collecte des déchets solides à Kaolack à la suite des problèmes mécaniques des tricycles en 2007, selon ASDES.

c) La composition en poids des déchets solides comprend plus de 50% de sable et de cailloux. Le matériel de collecte tel qu'un compacteur serait facilement endommagé par les particules fines. Il est indispensable de procéder avec plus de vigilance à l'exploitation et à la maintenance du matériel, selon ASDES.

d) Les décharges illégales existantes doivent être contrôlées. Il est essentiel de sélectionner des sites de transfert adéquats.

e) Il est nécessaire d'établir un système de transport des déchets solides entre les sites de transfert et la décharge finale. En outre, une combinaison d'un système de transport adéquat à partir de sources de production jusqu'à la décharge finale est requise dans l'ensemble.

f) La décharge finale doit être conçue pour avoir une capacité permettant d'éliminer tous les déchets solides collectés à l'horizon 2030.

g) Il faudrait renforcer les capacités sectorielles de la GDS par le biais d'une campagne IEC (Information, Education et Communication) parmi les différents acteurs tels que la Mairie, l'APROSEN, les agences concernées, les citoyens, les ONGs et les secteurs privés.

h) Un renforcement institutionnel est nécessaire pour soutenir le bon déroulement de l'ensemble du système de la gestion des déchets solides.

(2) Résultats de l'enquête par entrevue de la JICA

L'enquête par entrevue sur la GDS dans la ville de Kaolack a été menée par l'Equipe d'Experts de la JICA (EEJ) en janvier 2012 auprès de 100 ménages sélectionnés. Les principaux résultats de l'enquête sont résumés comme suit.

- Le système ROC assuré par des associations privées (environ 89%) est utilisé pour la pré-collecte, et 6% pour le déversement dans les canaux ou sur des espaces libres;

- Au moins deux (2) collectes de déchets par semaine bénéficient du soutien de 67% des ménages;
- Environ 90% des ménages peuvent se permettre des services de collecte des déchets;
- Le tarif de 1 000 FCFA (54%) par mois est à un prix abordable des services de collecte des déchets;
- 77% des ménages sont satisfaits des services de collecte actuels;
- 94% des ménages restent indifférents aux impacts sur l'environnement causés par les déversements de déchets dans les canaux et espaces libres; et
- 98% des ménages placent leur confiance dans les associations privées et non pas dans les municipalités en ce qui concerne les services de collecte des déchets.

6.3.2 Concept de planification

(1) Concept de planification de la GDS

L'élaboration du plan préliminaire de la GDS pour la ville de Kaolack est basée sur ce qui suit.

a) Le taux de collecte de déchets solides projeté est fixé à plus de 60% en 2020 et à 100% en 2030.

b) Toutes les zones de la ville seront desservis par le service de collecte des déchets, de transport et d'élimination par la municipalité de Kaolack, à l'exception de la zone adoptant un système d'auto-élimination des déchets (zone 6).

c) Le nouveau système de collecte et de transport sera introduit :
   - Système de pré-collecte : les charrettes du système ROC (90% en 2012) sont supposées être maintenues aussi longtemps que possible, jusqu'à ce que les routes accessibles aux stations de transfert soient revêtues. Les automobiles comme les tricycles et les véhicules à trois roues vont progressivement augmenter en nombre à l'horizon 2030,
   - Système de collecte jusqu'à une décharge finale, et
   - Nouvelles stations de transfert : leur nombre va augmenter passant des trois (3) stations existantes à dix (10), y compris un (1) centre de station de transfert pour le compostage et le recyclage, lequel est proposé dans le plan directeur de l'APROSEN et dans le projet de la BID.

d) Amélioration du système de transport à partir des stations de transfert jusqu'à la décharge finale.

e) La Mairie de Kaolack expose que la décharge contrôlée finale pour la ville est prévue d'être construite à la communauté rurale de Mbadakhoune, ainsi que les deux parties sont en cours de processus de signature. Pour la mise en œuvre de décharge contrôlée finale, la "méthode Fukuoka" est recommandée, laquelle est développée par l'Université de Fukuoka et la Ville de Fukuoka, Japon. Cette méthode, appliquée à des enfouissements sanitaires, est basée sur un enfouissement semi-aérobie et une technologie respectueuse de l'environnement apportant facilement un site d'enfouissement amélioré à faible coût, utilisant des matériels largement disponibles dans les pays en voie de développement.

f) Tous les quartiers de la ville de Kaolack sont répartis en deux (2) zones de système de GDS : a) Population dans les zones de service de collecte (zones 1 à 5, population 253 300/386 000 en 2013/2030), et b) Population dans une zone adoptant un système d'auto-élimination des déchets (zone 6, population de 16 700 en 2013). La zone 6 adoptant un système d'auto-élimination des déchets est située dans une région éloignée, à environ 16 km de la décharge finale à Mbadakhoune. C'est la raison laquelle la zone 6 est choisie comme une zone adoptant un système d'auto-élimination des déchets.

(2) Lois et règlements connexes

Le Code de l'environnement (Loi n° 2000-01 du 15 janvier 2001) du Sénégal, Titre I, Chapitre I, définit les termes « Déchets » et « Gestion des déchets », et le Chapitre III du Titre II (Articles L 30

à 43) décrit les obligations de la « Gestion des déchets ». Les « Déchets » sont définis comme une matière solide, liquide, gazeuse, ou un résidu résultant des processus de production et de transformation, ou de l'utilisation de toute autre substance éliminée, ou dont l'élimination est prévue ou impérative, conformément aux lois et règlements en vigueur. La « Gestion des déchets » définit la collecte, le transport, le stockage, le recyclage et l'élimination des déchets, y compris la surveillance des sites d'élimination. Toutes les catégories des déchets, y compris les déchets biomédicaux, font l'objet de dispositions stipulées dans le Chapitre III, Titre II du Code de l'environnement.

D'autre part, il y a le Code des collectivités locales (Loi n° 96-06 du 22 mars 1996). Ce code confirme le transfert des compétences aux Régions, aux communes et aux communautés rurales, en matière d'environnement et de gestion des ressources naturelles. Les compétences de la gestion des déchets solides sont transmises aux collectivités locales.

Les responsabilités, les obligations, les compétences, les réglementations etc. de collectivité locale, telle que la ville de Kaolack, imposées par la loi seront les éléments clés pour élaborer le plan de GDS. Afin de déterminer la politique de GDS, les responsabilités de chaque partie concernée doivent être clarifiées. Ces responsabilités peuvent être comme suit :

- Le gouvernement aura la responsabilité de fournir les sources financières, le développement technologique et le dispositif législatif;
- L'autorité locale aura la responsabilité de fournir des installations suffisantes et de prévoir des réglementations adaptées aux services de GDS; et,
- Les bénéficiaires auront la responsabilité de coopérer avec l'autorité locale sur l'élimination des déchets et la prise en charge des coûts.

La responsabilité de l'autorité locale est l'élément le plus important dans l'établissement d'un système de gestion des déchets solides municipal efficace pour la ville de Kaolack.

(3) Objectifs de planification

Les principaux objectifs de la gestion des déchets solides sont proposés pour une application générale par la Mairie de Kaolack dans le but de créer un meilleur milieu de vie, y compris les trois (3) points suivants :

(a) Amélioration de la Propreté Publique;
(b) Amélioration de la Santé et de l'Hygiène Publique; et
(c) Protection de l'Environnement.

D'après le "document du projet de la BID" de décembre 2010, il est également indiqué que l'objectif principal de la GDS est de promouvoir la santé publique et la protection de l'environnement par l'amélioration des conditions d'hygiène et de la propreté dans le milieu urbain, par le biais d'une gestion saine et durable des déchets solides urbains, mettant en place des systèmes viables sur le plan écologique, techniquement faisables, socialement acceptables, adaptés pour éliminer les risques d'infection pour assurer un milieu sain et salubre.

6.3.3 Préconditions de planification

(1) Systèmes de collecte et de traitement des déchets solides respectifs des zones

D'après le plan directeur de GDS existant, l'ensemble de la ville est divisé en 6 zones correspondant à des territoires communaux relatifs au système de GDS comme présentés ci-dessous.

Tableau 6.3 Zonage des territoires communaux de la ville de Kaolack

Zone	Quartier	Remarque
Zone 1	1.Léona Centre, 2.Léona Escale, 3.Ndangane, 4.Darou Salam Ndangane, 5.Abattoirs, 6.Ndargoundaw, 7.Dialègne I, 8.Dialègne II	8 quartiers
Zone 2	1.Médina Mbaba I, 2.Médina Mbaba II, 3.Médina Bave, 4.Taba Ngove, 5.Sam	5 quartiers
Zone 3	1.Thioffack, 2.Gawane, 3.Ngane Saer, 4.Ngane Alassane	4 quartiers
Zone 4	1.Touba Kaolack, 2.Touba Kaolack Extension, 3.Ndorong Sadaga, 4.Keur Maloum,	15 quartiers

Zone	Quartier	Remarque
	5.Ndorong, 6.Tabaya, 7.Kassaville, 8.Nimzatt, 9.HLM Sara, 10.Sara Ndiougary, 11.Diamaguène Extension, 12.Diamaguène, 13.Darou Slam Diamaguène, 14.Fass Camp des Gardes, 15.Parcelles Assainies	
Zone 5	1.Kasnack, 2.Boustane I, 3.Boustane II, 4.Bongré, 5.Peulge, 6.Koundam, 7.Sama Moussa	7 quartiers
Zone 6	1.Sing-Sing, 2.Lyndiane, 3.Kabatoki, 4.Ngade	4 quartiers; zone de système d'auto-élimination
Total		43 quartiers au total

Source : Rapport de l'APROSEN de 2008, Mairie de Kaolack et EEJ;
Note : le nombre des quartiers ont augmenté à 43 en 2012.

(2) Projection de la quantité future de production de déchets solides

La quantité de production de déchets solides d'avenir d'ici l'année 2030 est estimée sur la base de la projection démographique de la ville de Kaolack. Afin d'estimer la production future des déchets, les facteurs suivants sont pris en compte, i.e. la population et le PIB par habitant.

(a) Projection démographique de la ville de Kaolack

Les changements démographiques représentent l'influence la plus directe sur la production des déchets. La projection démographique de la ville de Kaolack pour la période de planification jusqu'en 2030 est indiquée sur le **Tableau 6.4**.

Tableau 6.4 Projection démographique future de la ville de Kaolack

(Unité: personne)

Zone	Année				
	2012	2015	2020	2025	2030
Zone 1	52 248	54 490	58 500	62 881	67 669
Zone 2	37 335	38 381	40 221	42 193	44 306
Zone 3	26 886	31 375	40 686	52 930	65 973
Zone 4	98 780	110 189	135 737	151 292	158 123
Zone 5	38 097	39 985	43 473	47 101	50 006
Zone 6	16 654	16 654	16 654	16 654	16 654
Centre-ville (Zone 1 - Zone 5)	253 346	274 419	318 618	356 397	386 076
Total (Ville entière)	270 000	291 000	335 000	373 000	403 000

Source : Mairie de Kaolack

(b) Rapport entre le Produit Intérieur Brut (PIB) et le rejet des déchets solides

Le PIB est l'un des indicateurs importants qui pourrait refléter le niveau du bien-être social, de la technologie industrielle, et des importations de produits. Le taux de croissance du PIB est ainsi supposé avoir un large impact sur la quantité des déchets solides par habitant dans les pays en voie de développement, et il entraînera également de manière sensible des changements dans la composition des déchets à un certain niveau de bien-être. Le taux de croissance annuel du PIB par habitant est estimé à 1,09% en 2012, et à 0,92% en 2030.

En proportion de la croissance de PIB par habitant, la quantité de la production annuelle de déchets par habitant pourrait augmenter. Partant de cette hypothèse, le calcul de quantité de production de déchets par habitant sur la période allant de 2012 à 2030 indique 0,52 kg/habitant/jour en 2012, et 0,6 kg/habitant/jour en 2030, sur la base de la quantité de production de déchets de 0,49 kg/habitant/jour en 2007 figurant dans le plan directeur de GDS de la Mairie de Kaolack.

(c) Projection de quantité de production future de déchets solides

La production de déchets solides jusqu'en 2030 est estimée pour chaque zone de la ville de Kaolack comme indiqué au **Tableau 6.5**.

Tableau 6.5 Projection de quantité de production de déchets solides dans la ville de Kaolack

(Unité : tonne/jour)

Zone	2012	2015	2020	2025	2030
Zone 1	27,0	29,1	32,7	36,6	40,9
Zone 2	19,3	20,5	22,5	24,6	26,8
Zone 3	13,9	16,7	22,7	30,8	39,9
Zone 4	51,1	58,8	75,8	88,1	95,6
Zone 5	19,7	21,3	24,3	27,4	30,2
Zone 6	8,6	8,9	9,3	9,7	10,1
Total	139,7	155,2	187,2	217,2	243,5

(Notes)

Déchets ménagers : (Population projetée) × (Production moyenne de déchets solides journaliers projetée) × (Taux de croissance du PIB par habitant projeté).

Déchets commerciaux : considérés comme faisant partie des déchets ménagers.

Déchets des marchés : 0,01 kg/habitant/jour/marché utilisé dans le Rapport de l'APROSEN en 2008

Déchets routiers : considérés comme faisant partie des déchets ménagers.

L'idéal est d'avoir un taux de collecte de 100%. Les taux de collecte de plus de 60% en 2020 et de 100% en 2030 ont été fixés dans le plan préliminaire de GDS afin de réaliser à partir de la situation actuelle de la GDS, dont le taux de collecte demeure très faible (par exemple, 12% en 2010, 6% en 2011 et moins de 6% en 2012), une amélioration visible et progressive en termes de condition environnementale et sanitaire d'ici l'année cible 2020 ainsi que 2030.

Le taux de collecte cible et la quantité de déchets estimés dans l'ensemble de la ville de Kaolack sont résumés au **Tableau 6.6**.

Tableau 6.6 Taux de collecte cible et quantité de déchets de la ville de Kaolack

Année	2013	2015	2020	2025	2030
Taux de collecte (%)	20	40	65	90	100
Quantité de déchets (t/jour)	26	59	116	187	233

6.3.4 Concept d'amélioration du système de la GDS

(1) Plan de service de collecte

D'après CARITAS (ONG), 110 ROC (charrettes à âne) sont actuellement enregistrés à la Mairie par les CDQs, les GIEs, les associations privées, et le nombre de ROC augmente légèrement ou demeure stable année après année, couvrant environ 39 quartiers sur 43 dans la ville entière. Dans la ville de Kaolack, étant donné que la Mairie est impliquée uniquement dans la collecte des déchets sur les marchés et dans les gares routières, le système ROC joue un rôle très important dans la pré-collecte du système de GDS et couvre la plupart des quartiers de la ville. Par conséquent, il faudrait que la Mairie reconnaisse l'importance du système ROC à l'égard du système de la GDS et apporte autant que possible son soutien pour maintenir l'efficacité dont les associations privées font preuve dans le système de collecte et de transport relatif à la GDS. Il convient de noter que le nombre de charrettes utilisées dans le cadre du système ROC est passé de 109 en 2009 à 123 en 2012 (ASDES/CARITAS).

(2) Station de Transfert

Il y a trois (3) stations de transfert situées dans les quartiers de Ndargoundaw, Ngane Saer et Diamaguène. Toutefois, deux (2) stations de transfert (Ndargoundaw et Diamaguène) sont abandonnées, et la troisième (Ngane Saer) n'est pas entretenue en bon état. Ainsi, des travaux d'amélioration/rénovation de ces trois stations de transfert existantes sont exigés, et des stations de transfert supplémentaires sont nécessaires dans plusieurs quartiers pour améliorer le nouveau système de collecte de déchets de la ville de Kaolack.

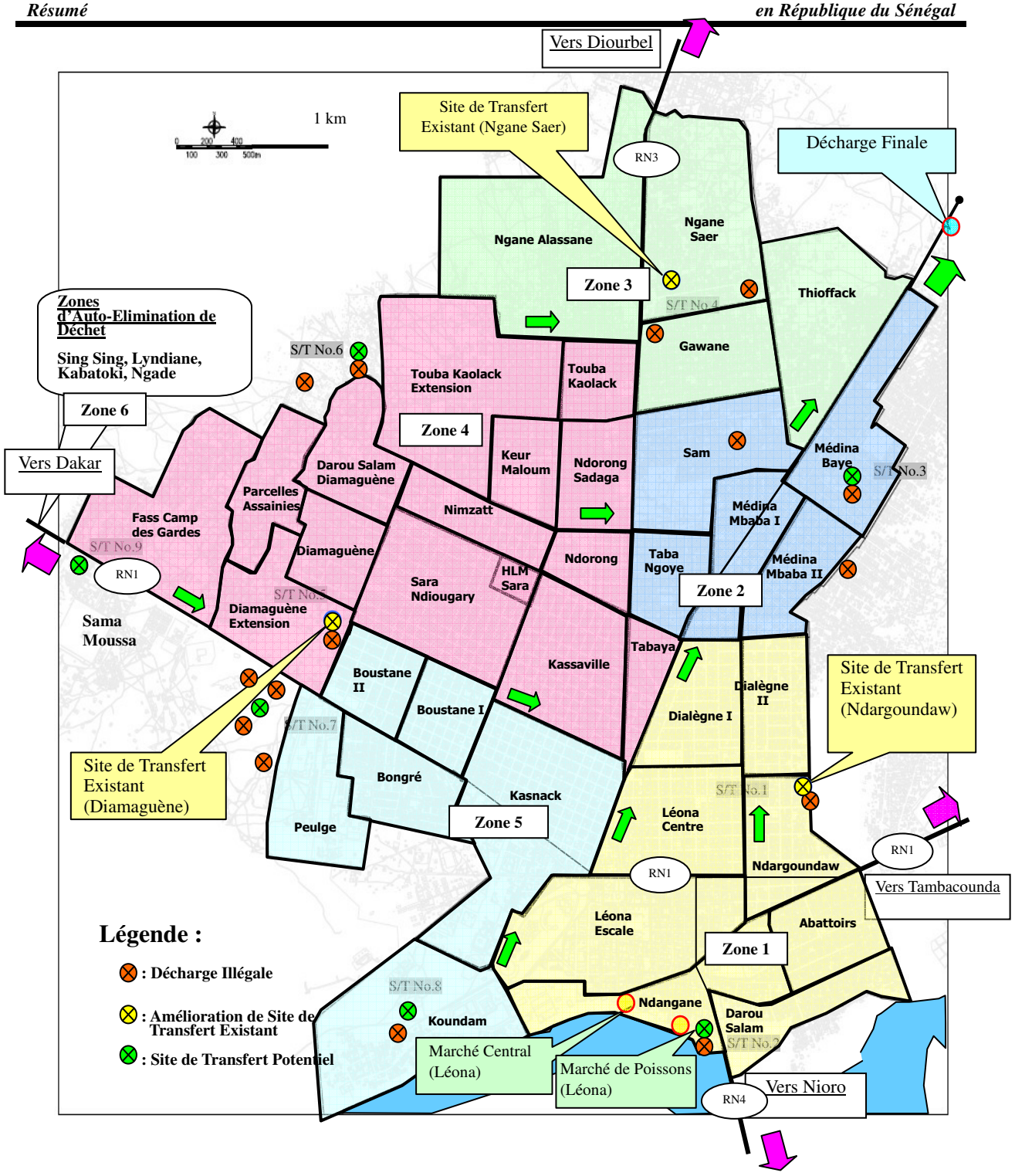
Il existe dix (10) stations de transfert potentielles dans la ville de Kaolack, à savoir les stations de transfert existantes et les stations de transfert nouvellement proposées (7 stations[6]). Les stations de transfert proposées ont essentiellement été sélectionnées par l'EEJ parmi des décharges illégales, lesquelles ont été déjà examinées par l'APROSEN et l'EEJ, et bénéficiant respectivement d'un emplacement bien situé.

(3) Points de collecte

Dans le nouveau système de collecte de déchets, la Mairie de Kaolack prévoit de fixer un point de collecte des déchets dans chaque quartier où les habitants apportent les déchets sur leur tête ou à l'aide de brouettes et les déversent manuellement dans un conteneur. Les points de collecte devront être situés à une distance de marche des habitations. La Mairie de Kaolack est supposée décider l'emplacement adéquat des points de collecte dans les quartiers en collaboration avec les habitants du quartier avant l'application du nouveau système de collecte.

Compte-tenu du fait que les routes sont sableuses, dépourvues de revêtement, des véhicules de collecte d'une grande contenance, tels que ceux de catégorie 8 ou 10 tonnes, ne sont pas recommandés car ils risqueraient d'être paralysés ou de glisser à la saison des pluies. Il est également recommandé que le système de tours alternés des habitants pour les tâches de nettoyage soit appliqué à l'entretien des points de collecte et des stations communales dans chaque quartier. Ces points de collecte sont indiqués sur la **Figure 6.1**.

[6] Parmi les 7 stations, l'emplacement d'une station n'est pas présenté sur la **Figure 6.1** car son emplacement n'est pas encore proposé.



Source : Nouvelles limites des quartiers administratifs de la ville de Kaolack (2012), ADM, APROSEN.
Note : Système de zonage (Zone 1 à Zone 6) de nouveau système de collecte de déchet avec un nouveau système de station de transfert
Les points de "Décharge Illégale", "Amélioration de Site de Transfert Existant" et "Site de Transfert Potential" marqués sur cette figure représentent également les emplacements des points de collecte.

Figure 6.1 Zonage de collecte de déchets et nouveau système de collecte, de transport et d'élimination de déchets dans la ville de Kaolack

(4) Plan de site d'enfouissement final

En novembre 2012, il n'existait toujours pas d'accord officiel sur le contrat de leasing (crédit-bail) de l'utilisation des terrains en tant que site d'enfouissement final entre la ville de Kaolack et la communauté rurale de Mbadakhoune. Plus d'un an a passé depuis, et le problème de la signature au dossier de l'entente sur le leasing des terrains pour le site d'enfouissement demeure.

D'un point de vue géographique, le site de Mbadakhoune se caractérise par le fait que, avant son utilisation en tant que site de déversement, c'était une carrière de sable. Le terrain qui est prévu d'utiliser pour un site d'enfouissement est situé à une basse altitude par rapport aux alentours qui est d'environ 2 à 4 m, avec une superficie totale d'une douzaine d'hectares, comprenant des bassins de retenue d'eau. La superficie totale de la décharge contrôlée proposée en location, figurant à la **Photo 6.1**, n'est pas encore précisément connue. Les détails du contrat, tels que la limite du terrain, la superficie du terrain, la période de location etc., seront rendus public après la signature d'un protocole par les deux (2) parties. Toutefois la superficie estimée est d'environ 15 ha.

Décharge finale existante (nov. 2012)
(Communauté Rurale de Mbadakhoune)

Nouvelle décharge finale proposée (nov. 2012)
(Communauté Rurale de Mbadakhoune)

Photo 6.1 Conditions actuelles du site de la décharge finale (novembre 2012)

Un système de drainage sera nécessaire à l'avenir sur le site d'enfouissement actuel. En novembre 2012, la surface inondée de la retenue d'eau correspondait quasiment à la superficie maximum, et le bord de l'eau atteignait les sites de déversement à ciel ouvert actuels. Il est par conséquent attendu que des eaux excédentaires au-dessus d'un certain niveau maximum (par exemple, altitude 0 m) soient évacuées par un canal ouvert jusqu'au fleuve Saloum, de manière à ce que les installations de la décharge ne soient pas du tout inondées et fonctionnent bien. Cette question devrait être considérée lorsque les installations de la décharge proposée sera au stade de la mise en œuvre incluant une phase de conception.

6.3.5 Déchets dangereux

D'après la Mairie de Kaolack, il n'existe à l'heure actuelle aucune législation nationale concrète pouvant guider la Mairie de Kaolack dans la gestion des déchets dangereux. La Mairie reconnait que la gestion efficace des déchets industriels et médicaux est difficile dans les circonstances actuelles. Ci-dessous sont les résultats d'une enquête par entrevue sur la situation actuelle du traitement des déchets dans les usines industrielles et les installations médicales à Kaolack, en mai 2012.

(1) Déchets industriels

D'après les Services Techniques de la Mairie, les déchets industriels doivent être contrôlés et éliminés de manière appropriée par les déchargeurs conformément au principe pollueur-payeur. Pourtant, les usines industrielles ne sont pas très développées. L'EEJ a mené, en mai 2012, une enquête par entrevue auprès des usines suivantes pour obtenir des informations sur les déchets industriels.

- SUNEOR : huile d'arachide comestible
- NOVASEN : huile d'arachide comestible
- SALIN DU SALOUM : Sel

- USINE KOUDAME : Produits en plastique

Il convient de noter que même si l'EEJ n'a pas été en mesure d'inspecter toutes les conditions dans les usines, il ne semblait y avoir aucun déchet dangereux, et les déchets étaient collectés sur une base mensuelle et traités par les usines respectives sous leur responsabilité. Les stockages étaient rigoureusement sécurisés, et personne ne pouvait y accéder sans l'autorisation du directeur, et les visiteurs devaient être accompagnés uniquement par la personne en charge.

(2) Déchets dangereux médicaux

Il existe un décret dont le but est de réglementer toutes les activités se rapportant à la gestion des déchets biomédicaux au Sénégal (décret n° 2008-1007 du 18 juillet 2008). Ceci s'applique aux installations de soins de santé quel que soit leur niveau (hôpitaux, centres de soins de santé, soins de santé communautaire, laboratoires d'analyses médicales, cliniques, et cabinets de consultation), aux installations vétérinaires, aux industries et installations de recherches de gestions des déchets. Tout opérateur de gestion de déchets biomédicaux devra disposer d'un agrément du ministère en charge de la santé. La ville de Kaolack est dotée d'un (1) hôpital régional ainsi que de plusieurs petites cliniques et centres de soins de santé. L'enquête par entrevue auprès des installations médicales a été menée par l'EEJ.

Il y a un (1) seul incinérateur situé et utilisé dans l'enceinte de l'hôpital, et deux (2) incinérateurs utilisés par les centres de soins de santé dans la ville de Kaolack. Dans l'installation hospitalière, les cendres sont vidées de l'incinérateur et enterrées sur une parcelle spécifique dans l'enceinte de l'hôpital. Les déchets médicaux de la ville de Kaolack sont estimés à 1,5 t/jour à présent et à 2,3 t/jour en 2030.

(3) Recommandations

Les points suivants sont les recommandations à prendre en considération dans les améliorations et le développement du système de gestion des déchets dangereux de la ville de Kaolack :

- Mise à disposition d'une parcelle à part pour les cendres des déchets dangereux incinérés sur la décharge contrôlée proposée;
- Mise en vigueur et application adéquates, avec des normes communes, de la loi sur la gestion et la coordination de l'environnement par les ministères concernés à l'égard des déchets dangereux;
- Mise en œuvre par le gouvernement central par l'intermédiaire du conseil municipal de Kaolack des politiques ou directives relatives au système de gestion des déchets dangereux, et
- Mise en place, conformément à la législation connexe (codes et décrets sur l'environnement), d'un système de traitement approprié des déchets dangereux, y compris la gestion des déchets biomédicaux.

6.3.6 Considérations financières

(1) Principes de base

Les coûts des services de gestion des ordures ménagères sont scindés en deux catégories, à savoir (1) l'investissement en capital comportant les véhicules et installations, considéré comme partie intégrante de l'amélioration du capital social assurant un service continu pour les populations ou le service public et (2) les coûts d'exploitation pour les services de ménage individuel générés par les dépenses d'investissement ou par un service privé.

Si l'on considère les définitions mentionnées ci-dessus, les principes fondamentaux du financement des services de Gestion des Déchets Solides sont les suivants :

- En principe, le service public (investissement en capital) doit être financé par l'imposition générale ou les subventions du gouvernement national;
- Les coûts d'opération doivent être assurés, dans la mesure du possible, par une taxe sur les déchets de ménages plutôt que l'imposition générale;

- Le recouvrement des coûts doit être amélioré par la réforme du système budgétaire et l'amélioration de l'efficacité des opérations de GDS de façon progressive; et
- Au cas où les coûts d'exploitation ne peut être entièrement couverts par la taxe sur les déchets même après l'amélioration de l'efficacité du coût, les déficits doivent être financés par l'imposition générale ou les subventions.

(2) Participation de secteur non-gouvernemental

Le gouvernement peut travailler avec des groupes communautaires, des ONGs et des coopératives pour assurer la Gestion des Déchets Solides. Il faudrait prendre en compte les ménages à faible revenu et le recyclage de matières secondaires.

Dans plusieurs pays en voie de développement, le secteur non-gouvernemental assure la collecte d'ordures chez les populations démunies, c'est le cas en Amérique latine où le gouvernement ne parvient pas à gérer la collecte dans les zones marginales, ce qui est à l'origine de la migration des populations vers la ville. La collecte menée par les charrettes à âne ou les camions bennes vétustes est cependant très fréquente au niveau de ces zones. Ces acteurs généralement incapables de parcourir la longue distance entre les lieux de collecte et la décharge officielle avec leurs équipements, déversent le plus souvent les déchets solides illégalement.

La ville de Kaolack rencontre les mêmes difficultés avec le système ROC. C'est la raison pour laquelle il serait indispensable pour la ville d'explorer ces systèmes de collecte avec le secteur non-gouvernental en développant un accord de franchise qui définit les droits et responsabilités des acteurs de collecte.

6.3.7 Recommandations

- Il est estimé que dans le but de remplacer le système ROC par des tricycles, il faudra que l'économie soit plus dynamique et que le développement d'infrastructures, y compris des travaux de revêtement des routes sableuses, soit progressivement mis en œuvre. L'exploitation et la maintenance du système ROC doivent être suivies attentivement par la Mairie de Kaolack.

- Puisque le projet de GDS pour la ville de Kaolack a été approuvé et signé par la BID et le gouvernement sénégalais en juin 2011, il est escompté que le nouveau gouvernement décidera de la mise en œuvre de ce projet dans les meilleurs délais. En novembre 2012, la BID était en attente d'une réponse du nouveau gouvernement concernant la proposition de la Banque pour le projet en question.

- Il est recommandé que, pendant la mise en œuvre du projet de GDS de Kaolack bénéficiant de l'aval de la BID, les progrès fassent l'objet d'un suivi attentif et les mesures nécessaires soient prises immédiatement pour assurer le bon déroulement et l'achèvement du projet.

- Le nombre d'équipement exigé pour la GDS, répertorié par la BID, ressemble à la dotation en matériel pour des travaux GDS urgents à court terme, et non pas pour les phases d'un plan à moyen et long terme pour la GDS de la ville de Kaolack. Le nombre d'équipement lourd est probablement pour environ cinq (5) ans seulement, et certainement pas pour plus longtemps. Par conséquent, il est recommandé qu'une étude pour le plan de GDS d'ensemble soit réalisée pour estimer précisément le nombre d'équipement requis, ce qui est nécessaire pour un plan de GDS intégré et à l'échelle des phases d'un plan à moyen terme pour la ville de Kaolack.

- Étant donné que les ateliers de la ville ne semblent pas disposer de mécaniciens qualifiés, il est nécessaire de mettre en œuvre des séances de formation pratique dans les ateliers offrant suffisamment d'outils, d'équipements méchaniques et de connaissances à l'attention des mécaniciens.

- Le sytème de drainage vers le Fleuve Saloum à partir de la zone d'élimination des déchets à Mbadakhoune n'a fait l'objet d'aucune étude. Si un bassin d'eau pluviale excède le niveau maximum (par exemple, élévation 0 m) sur le site, la zone inondée va se propager, ce qui aura

des conséquences sur le site de décharge contrôlée. L'étude sur le système de drainage pour l'installation de décharge contrôlée devra être réalisée pour toute mise en œuvre future.

- Pour arriver à l'achèvement du projet et assurer la pérennité de ses fruits, toutes les parties concernées, telles que les agences gouvernementales au niveau central et local, les entreprises étatiques, les CDQs et les ONGs, doivent s'impliquer et prendre immédiatement les mesures qui s'imposent.

- Afin d'améliorer le système de GDS actuel de la ville, les capacités de toutes les entités concernées telles que les directions gouvernementales et les agences y afférentes, les citoyens, les ONGs et le secteur privé impliqué, doivent être renforcées par le biais d'une campagne IEC.

- Il est indispensable d'introduire un système de sous-traitance avec un fournisseur de prestations du secteur privé pour les services de la GDS de la ville.

- La BID supportera le système structurel de gestion des déchets solides dans la ville de Kaolack. En outre, l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) aiderait, en utilisant le financement du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), à la gestion des déchets solides de la ville de Kaolack y compris les déchets domestiques, industriels et médicaux, selon des informations récentes. Les problèmes de la GDS de la ville de Kaolack devraient être résolus à travers une bonne collaboration des deux projets.

CHAPITRE 7. CONSIDERATIONS ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES

7.1 Mise en œuvre de l'EES à l'étape du Plan Directeur

Conformément au Code de l'environnement du Sénégal et à la réglementation des Etudes d'Impact sur l'Environnement, une Evaluation Environnementale Stratégique (EES) a été menée à partir du janvier 2012 avec un consultant agréé (iDEV) par la DEEC (Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés).

La première réunion du comité technique sur le rapport de l'EES s'est tenue le 25 juillet 2012 à Kaolack, et le comité a émis plusieurs commentaires et recommandations. La DEEC a résumé les résultats de la réunion et adressé une lettre au consultant. La deuxième réunion du comité technique s'est tenue le 7 novembre 2012 afin de confirmer le rapport de l'EES révisé conformément à la lettre de la DEEC et de valider celui-ci. Vingt-cinq participants (à l'exclusion de l'équipe d'experts de la JICA et d'iDEV) ont assisté à la réunion et revu à nouveau le rapport révisé de l'EES. Le comité a finalement approuvé le rapport de l'EES sous certaines conditions (en demandant des corrections supplémentaires). Le projet de rapport final de l'EES a été distribué aux participants de la réunion de validation de l'EES. Finalement, le rapport de l'EES a été approuvé par la DEEC en janvier 2013. Ainsi, le contenu et les recommandations d'ensemble du rapport de l'EES sont pris en compte pour l'élaboration du Plan Directeur.

7.2 Considérations environnementales et sociales sur les Alternatives

7.2.1 Evaluation des alternatives/projets du point de vue de considérations environnementales et sociales

L'Equipe d'Experts de la JICA (EEJ) a sélectionné les impacts environnementaux et socio-économiques essentiels pour les critères d'évaluation à partir des lois et règlements environnementaux du Sénégal (par ex. : Arrêté ministériel N° 9471 du 28 novembre 2001, qui contient les termes de référence pour les études d'impact), du (projet de) rapport d'EES de la JICA et des Lignes Directrices de la JICA relatives aux considérations environnementales et sociales. L'EEJ a ensuite préparé un tableau d'évaluation afin de comparer les impacts des alternatives/projets du point de vue des considérations environnementales et sociales. Elle sélectionnera l'alternative la plus préférable pour le Plan Directeur.

L'EEJ a proposé le tableau d'évaluation à la DREEC (Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés), et au cours des discussions, la DREEC a accepté celui-ci pour évaluer les impacts naturels et socio-économiques potentiels des alternatives/projets. Au niveau de l'Etude de Faisabilité, une Etude d'Impact Approfondie (EIA) ou une Analyse Environnementale Initiale (AEI) devra être conduite conformément à la catégorisation des lois et des règlements environnementaux au Sénégal.

De plus, la DREEC et l'EEJ ont convenu des alternatives/projets à comparer non seulement du point de vue des considérations environnementales et sociales, mais aussi d'après des perspectives financières, techniques ou autres. La DREEC a recommandé à l'EEJ de se référer à 'l'annexe 4 4.1A des directives de l'EIE : Rappel des objectifs de la mission et méthodologie de la conduite des études', dans laquelle est souligné que des explications sont nécessaires pour chaque étape de la mise en œuvre de l'étude.

L'évaluation basée sur des considérations environnementales et sociales a été menée non seulement en revoyant plusieurs documents, mais aussi en reflétant les résultats des études sur le terrain dans les zones ciblées avec les experts techniques de l'EEJ.

7.2.2 Evaluation des Alternatives dans le cadre du Plan Directeur

(1) Volet 'système d'assainissement' du Plan Directeur

Les alternatives du volet 'système d'assainissement' dans le cadre du Plan Directeur sont évaluées dans le tableau suivant.

Tableau 7.1 Evaluation des Alternatives du volet 'système d'assainissement' du Plan Directeur

	Impacts probables	Point d'évaluation	Alternatives		
			1	2	3
Milieu naturel	Biologie	Impact sur la biologie (forêts, cultures, vie aquatique)	+	++	++
	Pollution de l'air	Impacts sur l'atmosphère (gaz divers, poussière)	－	－	－－
	Changement climatique	Impact sur le changement climatique (émission de CO_2, de méthane)	－－	－	－
	Contamination du sol	Impact sur la contamination du sol dans les zones proposées en résultat de l'amélioration du système d'assainissement	+	++	++
	Erosion/salinisation	Impact sur l'érosion/salinisation dans la zone proposée	－	－	－
	Pollution de l'eau	Impact de l'eau drainée	+	++	++
	Odeur nauséabonde	Impact sur la population locale	－－	－	－
	Bruit/vibration	Impact sur la population locale	－	－	－－
	Déchets	Impact sur la population locale (sol, matériaux)	－	－	－－
Milieu socio-économique	Economie	Impact sur la perte économique due au problème sanitaire (coûts des soins de santé, nuisances)	+	++	++
	Santé et hygiène	Impact sur les maladies d'origine hydrique (choléra, typhoïde)	+	++	++
	Infections et risques	Impact sur l'infection au VIH/SIDA et les troubles respiratoires	－	－	－－
	Utilisation des terres	Impact sur l'utilisation des terres dans les sites proposés (utilisation efficace des terres, valeur des terres)	+	++	++
	Accidents	Impact sur les communautés locales	－	－	－－
	Conflits	Impact sur la population locale (déversement illégal de boues de vidange)	+	++	++
	Trafic	Impact sur le trafic dans les sites proposés (contrôle du trafic)	－	－	－－
	Femmes/personnes vulnérables	Impact sur les femmes et les groupes vulnérables dans les zones proposées (zones à nappe phréatique élevée)	+	++	++
	Réinstallation	Impact sur les communautés locales	Non	Non	Non
Nombre total des éléments à impacts positifs et négatifs					
		++	0	8	8
		+	8	0	0
		－	7	9	3
		－－	2	0	6
		Non	1	1	1
Nombre total de Plus (+) et de Moins (－)					
		+	8	16	16
		－	11	9	15
Bilan de Plus (+) et de Moins (－)			－3	+7	+1

(Note)

＋＋	Impact positif significatif prévu
＋	Impact positif prévu
－	Impact négatif prévu
－－	Impact négatif significatif prévu
Non	Aucun impact prévu

En prenant en compte le bilan de nombre total de plus et de moins, l'Alternative 2 pourrait être sélectionnée pour le Plan Directeur du point de vue des considérations environnementales et sociales.

(2) Volet 'gestion de drainage' du Plan Directeur

Les alternatives du volet 'gestion de drainage' du Plan Directeur sont évaluées dans le tableau suivant.

Tableau 7.2 Evaluation des alternatives du volet 'gestion de drainage' du Plan Directeur

	Impacts probables	Points d'évaluation	Alternatives		
			1	2	3
Milieu naturel	Biologie	Impact sur la biologie (forêts, cultures, vie aquatique)	Non	+	++
	Pollution de l'air	Impacts sur l'atmosphère (gaz divers, poussière)	－－	－－	－
	Changement climatique	Impact sur le changement climatique (effets des inondations et des sécheresses)	+	+	++
	Contamination du sol	Impact sur la contamination du sol dans les zones proposées en résultat des travaux de construction	+	+	+
	Erosion/salinisation	Impact sur l'érosion/salinisation dans la zone proposée	－	－	－－
	Pollution de l'eau	Impact de l'eau drainée	+	+	+
	Odeur nauséabonde	Impact sur la population locale	Non	Non	Non
	Bruit/vibration	Impact sur la population locale	－－	－－	－
	Déchets	Impact sur la population locale (sol, matériaux)	－	－	－－
Milieu socio-économique	Economie	Impact sur la perte économique due aux inondations	++	++	++
	Santé et hygiène	Impact sur les maladies d'origine hydrique (paludisme, diarrhée)	++	++	++
	Infection et risques	Impact sur l'infection au VIH/SIDA et les troubles respiratoires	－－	－	－
	Utilisation des terres	Impact sur l'utilisation des terres dans les sites proposés (utilisation des terres pendant la saison sèche et la saison des pluies)	+	+	++
	Accidents	Impact sur les communautés locales	－－	－	－
	Conflits	Impact sur la population locale causé par les inondations (voleurs, conflits à propos des digues)	++	++	++
	Trafic	Impact sur le trafic dans les sites proposés (contrôle du trafic)	－－	－	－
	Femmes/enfants/ personnes vulnérable	Impact sur les femmes, les enfants et les groupes vulnérables dans les zones inondées	+	+	+
	Réinstallation	Impact sur les communautés locales	Non	Non	Non
Nombre total des éléments à impacts positifs et négatifs		++	3	3	6
		+	5	6	3
		－	2	5	5
		－－	5	2	2
		Non	3	2	2
Nombre total de Plus (+) et de Moins (－)		+	11	12	15
		－	12	9	9
Bilan de Plus (+) et de Moins (－)			－1	+3	+6

(Note)

＋＋	Impact positif significatif prévu
＋	Impact positif prévu
－	Impact négatif prévu
－－	Impact négatif significatif prévu
Non	Aucun impact prévu

En prenant en compte le bilan de nombre total de plus et de moins, l'Alternative 3 pourrait être sélectionnée pour le Plan Directeur du point de vue des considérations environnementales et sociales.

7.2.3 Evaluation des projets prioritaires

(1) Evaluation des projets d'amélioration du système d'assainissement

L'évaluation aux fins de la sélection des projets prioritaires de l'amélioration du système d'assainissement figure dans le tableau suivant.

Tableau 7.3 Evaluation pour la sélection des projets prioritaires de l'amélioration du système d'assainissement

	Impacts probables	Point d'évaluation	Projet	
			1	2
Milieu naturel	Biologie	Impact sur la biologie (forêts, cultures, vie aquatique)	++	+
	Pollution de l'air	Impacts sur l'atmosphère (gaz divers, poussière)	−	−
	Changement climatique	Impact sur le changement climatique (émission de CO_2, de méthane)	−	−
	Contamination du sol	Impact sur le sol dans les zones proposées en résultat de l'amélioration du système d'assainissement	++	+
	Erosion/salinisation	Impact sur l'érosion/salinisation dans la zone proposée	−	−
	Pollution de l'eau	Impact de l'eau drainée	++	+
	Odeur nauséabonde	Impact sur la population locale	−	−
	Bruit/vibration	Impact sur la population locale	−	−
	Déchets	Impact sur la population locale (sol, matériaux)	−−	−
Milieu socio-économique	Economie	Impact sur la perte économique due au problème sanitaire (coûts des soins de santé, nuisances)	++	+
	Santé et hygiène	Impact sur les maladies d'origine hydrique (choléra, typhoïde)	++	+
	Infection et risques	Impact sur l'infection au VIH/SIDA et les troubles respiratoires	−	−
	Utilisation des terres	Impact sur l'utilisation des terres dans les sites proposés (utilisation efficace des terres, valeur des terres)	++	+
	Accidents	Impact sur les communautés locales	−	−
	Conflits	Impact sur la population locale (déversement illégal de boues de vidange)	++	+
	Trafic	Impact sur le trafic dans les sites proposés (contrôle du trafic)	−−	−
	Femmes/personnes vulnérable	Impact sur les femmes et les groupes vulnérables dans les zones proposées (zones à nappe phréatique élevée)	++	+
	Réinstallation	Impact sur les communautés locales	Non	Non
Nombre total des éléments à impacts positifs et négatifs				
		++	8	0
		+	0	8
		−	7	9
		−−	2	0
		Non	1	1
Nombre total de Plus (+) et de Moins (−)				
		+	16	8
		−	11	9
Bilan de Plus (+) et de Moins (−)			+5	−1

(Note)

＋＋	Impact positif significatif prévu
＋	Impact positif prévu
−	Impact négatif prévu
−−	Impact négatif significatif prévu
Non	Aucun impact prévu

En prenant en compte le bilan de nombre total de plus et de moins, le Projet-1 pourrait être sélectionnée en tant que projet prioritaire du point de vue des considérations environnementales et sociales.

(2) Evaluation de projets de gestion du drainage des eaux pluviales

L'évaluation aux fins de la sélection des projets prioritaires de gestion du drainage des eaux pluviales figure dans le tableau suivant.

Tableau 7.4 Evaluation pour la sélection des projets prioritaires de gestion du drainage des eaux pluviales

	Impacts probables	Point d'évaluation	Package de projet						
			P1-1	P2	P3-1	P4	P1-2	P3-3	P3-2
Milieu naturel	Biologie	Impact sur la biologie (forêts, cultures, vie aquatique)	+	Non	++	Non	Non	Non	Non
	Pollution de l'air	Impacts sur l'atmosphère (gaz divers, poussière)	－	－	－－	－	－	－－	－
	Changement climatique	Impact sur le changement climatique (effets des inondations et des sécheresses)	++	+	++	+	+	+	+
	Contamination du sol	Impact sur le sol dans les zones proposées en résultat des travaux de construction	++	++	++	+	+	+	+
	Erosion/salinisation	Impact sur l'érosion/salinisation dans les zones proposées	－－	－	－－	－	－	－	－
	Pollution de l'eau	Impact de l'eau drainée	++	++	++	+	+	+	+
	Odeur nauséabonde	Impact sur la population locale	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
	Bruit/vibration	Impact sur la population locale	－	－	－－	－	－	－－	－
	Déchets	Impact sur la population locale (sol, matériaux)	－－	－	－－	－	－	－	－
Milieu socio-économique	Economie	Impact sur la perte économique due aux inondations	++	+	++	+	+	+	+
	Santé et hygiène	Impact sur les maladies d'origine hydrique (paludisme, diarrhée)	++	+	++	+	+	+	+
	Infection et risques	Impact sur l'infection au VIH/SIDA et les troubles respiratoires	－	－	－－	－	－	－－	－
	Utilisation des terres	Impact sur l'utilisation des terres dans les sites proposés (utilisation des terres pendant la saison sèche et la saison des pluies)	++	+	++	+	+	+	+
	Accidents	Impact sur les communautés locales	－	－	－－	－	－	－－	－
	Conflits	Impact sur la population locale causé par les inondations (voleurs, conflits à propos des digues)	++	+	++	+	+	+	+
	Trafic	Impact sur le trafic dans les sites proposés	－	－	－－	－	－	－－	－
	Femmes/enfants/personnes vulnérables	Impact sur les femmes, les enfants et les groupes vulnérables dans les zones inondées	++	++	++	++	+	+	+
	Réinstallation	Impact sur les communautés locales	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Nombre total des éléments à impacts positifs et négatifs									
		++	8	3	9	1	0	0	0
		+	1	5	0	7	8	8	8
		－	5	7	0	6	7	1	7
		－－	2	0	7	1	0	6	0
		Non	2	5	2	3	3	3	3
Nombre total de Plus (+) et de Moins (－)									
		+	17	11	18	9	8	8	8
		－	9	7	14	8	7	13	7
Bilan de Plus (+) et de Moins(－)			+8	+4	+4	+1	+1	-5	+1

(Note)

＋＋	Impact positif significatif prévu
＋	Impact positif prévu
－	Impact négatif prévu
－－	Impact négatif significatif prévu
Non	Aucun impact prévu

En prenant en compte le bilan de nombre total de plus et de moins, le package du Projet P1-1 pourrait être sélectionnée en tant que projet prioritaire du point de vue des considérations environnementales et sociales.

7.2.4 Impacts environnementaux sans projets (option zéro) et projection environnementale

(1) Sans-Projet

Le rapport de l'EES souligne que la gestion actuelle de l'environnement dans la ville de Kaolack fait face à des difficultés graves. Le système de drainage des eaux pluviales est détérioré en sa fonction à cause de déversement des eaux usées et des déchets aux canaux de drainage par les habitants. D'autre part, le réseau d'égouts est également détérioré en raison de la vétusté des conduites en amiante-ciment. Le tableau suivant récapitule la situation actuelle dans la ville de Kaolack.

Tableau 7.5 Situation Sans-Projet

Installations	Assainissement	Drainage des eaux pluviales	Gestion des déchets solides
Situation actuelle	Couverture à 6%	Couverture à 38,5%	Capacité de 6%
Problèmes	- Détérioration des conduites en amiante-ciment. - Capacité réduite de la station d'épuration des eaux usées	- Faible capacité de débit due au colmatage par des sédiments et des divers déchets.	- Manque de logistique. - Manque de main d'œuvre. - Manque d'organisation et de compétence. - Manque de capacité des ONGs à résoudre des problèmes.

Au niveau technique, socio-économique et socio-sanitaire, cette situation se traduira par les conséquences suivantes :

- Détérioration continue et avancée des installations et de l'infrastructure.
- Prévalence très élevée des maladies liées à l'eau et au système sanitaire, en plus de l'odeur persistante et autres nuisances.
- Pertes économiques significatives liées aux coûts de soins de santé et d'absentéisme.

(2) Projection environnementale

Il est conclut que l'option 'sans projet' n'est pas viable; et vu la dynamique pour les horizons 2015, 2020, 2025 et 2030, la situation suivante est prévue :

- Augmentation de la prévalence des maladies liées à l'eau, et dégradation du cadre de vie,
- Augmentation des pertes économiques liées aux coûts des soins de santé et de l'absentéisme,
- Diminution des possibilités d'emploi due au manque d'infrastructure préférable, et
- Augmentation des courants de protestation de la population contre les inondations et l'état malsain du cadre de vie.

PARTIE II ETUDE DE FAISABILITE

CHAPITRE 8. CONFIGURATION ORGANISATIONNELLE POUR LA MISE EN ŒUVRE DU PROJET

8.1 Organisations/acteurs liés au Projet

Plusieurs organisations sont impliquées dans le Projet qui a pour objectif d'améliorer les conditions environnementales et sanitaires de la ville de Kaolack. Ces organisations sont principalement : le Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, la Mairie de Kaolack, les agences gouvernementales et les entités relatives au développement urbain attachées à des ministères. Des organisations non-gouvernementales aussi bien que des organisations communautaires de base sont aussi sur le sujet.

8.1.1 Ministères et agences au niveau national

Les ministères et agences liés au Projet au niveau national sont récapitulés comme suit.

(1) Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement

Direction de l'Assainissement Urbain : Elle est responsable des études de planification et de suivi ainsi que de la mise en œuvre des programmes d'assainissement urbain en collaboration avec l' ONAS.

ONAS : C'est un établissement public à caractère industriel et commercial en charge de la gestion de l'assainissement. Il a été créé en 1996. Il gère le réseau d'égouts, la station d'épuration des eaux usées et les stations de pompage de la ville de Kaolack.

SONES et SDE : la SONES (Société Nationale des Eaux du Sénégal) est une société holding d'Etat chargée du système d'approvisionnement en eau, et la SDE (Sénégalaise des Eaux) est une société privée d'exploitation responsable de la production et de la distribution de l'eau potable dans les grandes villes du pays. La SONES est en charge des investissements aux infrastructures et de la réglementation de la SDE. La SDE est responsable de l'exploitation, de l'entretien régulier, de certains investissements pour l'extension du système, ainsi que de la facturation et de la perception.

(2) Ministère de l'Environnement et du Développement durable

APROSEN : C'était une entité publique dotée d'une autonomie de gestion et investie d'une mission de service public pour la gestion des déchets solides. APROSEN offrait un appui technique et matériel aux collectivités locales pour la gestion des déchets solides. Cette entité a été dissoute et sa mission transférée à l'UCG (Unité de Coordination de la Gestion des déchets solides) en 2012.

DEEC (Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés) : Elle est responsable principalement (1) de la prévention et du contrôle des pollutions et des nuisances, (2) des activités de suivi des entités et organisations diverses qui affectent l'environnement, (3) de la rédaction des instruments juridiques concernant l'environnement, (4) de la vérification et du suivi de conformité dans la gestion environnementale des projets, et (5) de la validation du rapport d'EES dans un comité technique en charge de la validation d'EIE.

(3) Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat

Direction de l'Urbanisme et de l'Architecture : Elle mène des enquêtes et publie des notes concernant l'urbanisme, assiste les collectivités locales dans l'élaboration de plan directeur sur le développement urbain, contrôle l'urbanisme ainsi que la formulation des normes de construction et d'architecture.

(4) Ministère de l'Aménagement du territoire et des Collectivités locales

UCG : Mise en place en 2011, elle a provisoirement assumé la mission de l'APROSEN en 2012 pendant la période de transition jusqu'à ce que la nouvelle entité soit mise en place. Comme le

PNGD (Programme National de Gestion des Déchets) a été officiellement mis en place en juillet 2013, la mission sur la gestion des déchets solides sera transférée au PNGD, et l'UCG sera intégrée au PNGD comme étant son unité administrative.

PNGD : Son but est d'assister les collectiviéts locales pour l'amélioration de leur gestion des déchets solides. Sa mission inclut (1) la révision des lois et des règlements du secteur, (2) la réalisation du développement des infrastructures pour la gestion des déchets, (3) la réduction des dépôts illégaux, (4) le soutien tant financier que technique aux collectivités locales, (5) la conduite du développement des capacités et de la diffusion de l'information et (6) la coordination, le suivi et l'évaluation des programmes.

(5) Ministère de la Restructuration et de l'Aménagement des zones d'inondation

PCLSLB (Projet de Construction de Logements Sociaux et de Lutte contre les Bidonvilles) : Il a été originellement mis en place en 2006 pour lutter contre les inondations et soulager les victimes des inondations en les relogeant dans des endroits sécurisés et en leur fournissant les logements et les infrastructures nécessaires. Jusqu'à présent, des hébergements ont été fournis pour environ 2 000 ménages sur 5 000 qui ont perdu leurs maisons suite aux inondations.

(6) Organisations à but non lucratif pour le développement

ADM (Agence de Développement Municipal) : C'est une association d'organisation privée à but non lucratif créée en 1997. Sa mission est d'entreprendre des activités qui assureront une meilleure gestion du développement municipal sur la base d'un contrat.

AGETIP (Agence d'Exécution des Travaux d'Intérêt Public contre le sous-emploi) : Ce n'est pas une entité publique mais une entité privée à but non lucratif, financée entièrement par les honoraires pour les services qu'elle rend, et cela sans recevoir des fonds gouvernementaux ou de bailleurs de fonds pour couvrir ses frais administratifs. Elle fournit surtout à petite échelle des services d'infrastructures de base (routes, alimentation en eau, assainissement, centres de santé, hôpitaux, écoles etc.).

8.1.2 Organisations/acteurs liés au niveau régional

Les organisations/acteurs liés au projet au niveau régional sont récapitulés comme suit.

(1) Gouverneur de la Région de Kaolack

Le Gouverneur est le délégué du Président de la République au niveau régional. Ainsi, il est responsable de l'application des lois et des règlements. Il est responsable du développement économique et social de la Région. En termes d'environnement, le Gouverneur préside le Comité de Suivi de l'Environnement Régional des projets de développement, et approuve le Plan d'Action Environnemental Régional et le Schéma Régional de l'Aménagement du Territoire.

(2) Préfet du Département de Kaolack

Le Préfet coordonne les activités de tous les services publics dans le Département. Il vérifie la conformité légale des activités du Maire et du Conseil Municipal, et approuve également les activités que la Mairie a prises dans certains domaines. Ainsi, conformément au Code de l'Assainissement le Préfet est responsable de l'approbation du plan directeur de l'assainissement des eaux usées et des eaux pluviales dans le Département de Kaolack.

(3) Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés (DREEC) de Kaolack

La DREEC joue le rôle de secrétariat du Comité de Suivi Environnementale Régional des projets de développement. La DREEC de Kaolack collabore également avec le Conseil Municipal de Kaolack auquel elle apporte un soutien technique.

(4) Service Régional de l'Assainissement (SRA) de Kaolack

Dans les zones urbaines, le SRA assure la tutelle du service régional de l'ONAS, qui est l'organisation opérationnelle. Cependant, la collaboration entre ces entités n'est pas forcément

efficace car ONAS est très autonome du fait de son statut d'établissement public de nature industrielle et commerciale.

(5) Délégation régionale de l'APROSEN

APROSEN offre un appui technique et matériel au Conseil Municipal de Kaolack qui est l'autorité de gestion des déchets solides. Comme l'APROSEN a été dissoute en 2012, l'UCG a repris cette mission mais n'a pas installé de délégation régionale.

(6) Direction Régionale de l'Urbanisme et de l'Architecture

Ses missions parmi d'autres sont : la rédaction et la publication de notes sur l'aménagement urbain, le support aux collectivités locales pour l'établissement du plan directeur de développement urbain, le contrôle de la planification urbaine aussi bien que la formulation des normes de construction et d'architecture en tant que délégué régional du Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat.

(7) Service régional de l'Aménagement du territoire

Ce service est responsable de la coordination et de la mise en œuvre de l'aménagement régional en tant que délégué régional du Ministère de l'Aménagement du territoire et des Collectivités locales.

(8) Service régional de l'Hygiène

Ses missions sont concernées par : l'application du Code de l'Hygiène, les activités de prévention et de prise de conscience de l'hygiène, la formation d'agents de vulgarisation dans la gestion des déchets en tant que délégué régional du Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement.

(9) Comité de Suivi environnmental régional des projets de développement

Le Gouverneur de la Région de Kaolack a installé un Comité de Suivi environnemental régional des Projets de Développement selon l'Arrêté du 13 août 2010. Le Comité est présidé par le Gouverneur en personne, et le chef de la DREEC est en charge de secrétariat. Cela inclut tous les services techniques régionaux que les questions environnementales concernent.

(10) Comité Régional de Développement (CRD)

Présidé par le Gouverneur de la Région, le Comité Régional de Développement est un cadre de consultation, de coordination et de participation de base.

8.1.3 Organisations/acteurs liés au niveau de la ville et de la communauté locale

(1) Le Maire et la Mairie

Le Maire a les pouvoirs de la police municipale qui est responsable de l'ordre, de la sureté, de la sécurité et de la santé publique. A propos de la planification, la Mairie élaborera et exécutera un Plan d'Investissement local et un Plan d'Action local pour l'Environnement. La gestion des déchets solides produits dans la zone rentre dans la responsabilité de la Mairie.

(2) ONGs et Organisations Communautaires de Base

Dans la zone du projet il y a quelques ONGs et Organisations Communautaires de Base (OCB) portant une grande expérience pratique de l'assainissement dans la sphère du développement local. Elles peuvent être des associées principales dans la mise en œuvre du programme. Ces ONGs et OCB d'expérience incluent CARITAS, ASDES et CODEKA (Comité de Développement de la Commune de Kaolack) dans le secteur de la gestion des déchets solides.

8.2 Evaluation de la capacité des organisations/acteurs

8.2.1 Contexte

L'évaluation de la capacité a été effectué en tant que partie de la consultation publique dans le cadre de l'EES menée en 2012, basée sur des entrevues ouvertes et/ou semi-structurées avec utilisation d'une liste de contrôle. Ces entrevues ont aidé à assurer une exploration minutieuse des questions essentielles sur l'assainissement. Le but de ces entrevues ouvertes était, parmi d'autres, de rassembler des avis, des préoccupations et des recommandations liés aux divers impacts défavorables occasionnés par le projet.

8.2.2 Résultats de l'évaluation de la capacité

Les résultats de l'évaluation de la capacité sont résumés comme suit :

- L'administration gouvernementale est le corps institutionnel de supervision du Comité de Pilotage et des structures de consultation. Aussi mérite-t-elle de profiter du renforcement des capacités dans la gestion environnementale;
- Les délégués régionaux des ministères/agences ont une forte expérience dans l'assainissement, mais les ressources humaines, financières et matérielles sont toujours limitées;
- Les collectivités locales ont leurs services d'élimination des déchets et comparativement assez d'employés, mais leurs capacités d'exécution sont toujours faibles et donc, il y un besoin de renforcement de capacité dans la logistique, la technique et l'organisation; et
- Les ONGs et OCBs ont développé une expérience et une expertise significative mais ont toujours une capacité d'exécution limitée parce que leurs budgets sont faibles.

8.3 Configuration organisationnelle pour la mise en œuvre du Projet

Selon le résultat de l'examen sur les organisations/acteurs liés au Projet ainsi que la consultation avec l'ONAS Kaolack et la Mairie de Kaolack, la structure organisationnelle pour la mise en œuvre du Projet peut être recommandée, composée essentiellement d'un Comité de Pilotage, d'un Comité Technique et d'une Unité de Mise en Œuvre pour chaque composante du Projet, à savoir le volet des eaux usées et le volet des eaux pluviales. La troisième Unité de Mise en Œuvre sera ajoutée à cette structure quand le volet de la gestion des déchets solides sera lancée. La formulation de la structure organisationnelle est montrée ci-dessous.

(1) Comité de Pilotage

Le Comité de Pilotage (C/P) est présidé par le Gouverneur de la Région de Kaolack pour assurer la coordination et l'appui aux politiques au niveau plus élevé. Il est composé de représentants des agences liées en charge du développement urbain, de l'assainissement, de l'environnement et du gouvernement local. Le C/P a la responsabilité d'assumer le contrôle du projet dans sa globalité, assurant le support politique, la planification stratégique et la coordination avec d'autres programmes de développement urbain. Pour faciliter le travail du C/P, l'ONAS Kaolack assumera le secrétariat.

(2) Comité Technique

Le Comité technique (C/T) supervise le projet du point de vue technique et aide le C/P en termes de problèmes techniques. Le C/T se réunira une fois par mois et les résultats de la réunion seront rapportés au C/P.

(3) Unité de Mise en Œuvre pour chaque composante du Projet

Une Unité de Mise en Œuvre sera établie pour chaque composante du Projet, à savoir le volet des eaux usées et le volet des eaux pluviales, lors de la phase de mise en œuvre. Chaque Unité de Mise en Œuvre se composera des agences de mise en œuvre, à savoir l'ONAS Kaolack et la Mairie de Kaolack. Les deux Unités de Mise en Œuvre seront sous la tutelle du Comité de Pilotage et du Comité Technique. Les tâches détaillées de l'Unité de Mise en Œuvre devraient être rédigées dans l'étape de pré-construction en considérant les conditions réelles de l'exécution. Leurs missions sont prévues comme suit :

- Superviser l'entrepreneur pour la construction des ouvrages avec l'aide de l'ingénieur conseil,
- Donner une approbation à la demande par l'ingénieur conseil,
- Tenir périodiquement des réunions des Unités de Mise en Œuvre (i.e. par semaine) afin de vérifier le progrès de la construction avec l'assistance de l'entrepreneur et de l'ingénieur conseil, et
- Rapporter au Comité Technique et au Comité de Pilotage et assister aux réunions du Comité Technique et du Comité de Pilotage.

Les Unités de Mise en Œuvre seront dissoutes et on s'attend à ce que des membres du personnel soient incorporés à une équipe d'exploitation et d'entretien des agences de mise en œuvre une fois la construction terminée.

CHAPITRE 9. PLAN D'AMELIORATION DE L'ASSAINISSEMENT

9.1 Général

9.1.1 Introduction

Comme expliqué au Plan Directeur, les ouvrages d'assainissement de la ville de Kaolack étaient mis en place depuis les années 80, mais aujourd'hui ils font face à un état de détérioration avancé du fait de la vétusté et/ou du mauvais fonctionnement. En outre, la projection de la population et de la production des eaux usées pour l'année cible montre une urbanisation rapide et par conséquent une augmentation de la production des eaux usées surtout en des zones de service. Compte tenu de ces faits cités, une Etude de Faisabilité portant principalement sur les projets prioritaires a été menée pour améliorer et étendre le système d'assainissement de la ville de Kaolack.

9.1.2 Composantes du projet prioritaire

Les composantes du projet prioritaire sont récapitulées dans les **Tableaux 9.1** à **9.3**, et leurs emplacements sont indiqués sur la **Figure 9.1**. La mise en place des conduites secondaires n'est pas inclue dans les composantes du projet, car l'Etude de Faisabilité se concentre sur les ouvrages majeures (collecteurs, stations de pompage et station de traitement), comme expliqué dans le Plan Directeur.

Tableau 9.1 Composantes du projet dans le cadre de l'Etude de Faisabilité (réseau de collecteurs)

Collecteur	Taille (diamètre en m)	Longueur totale (en m)	Remarques
Nouvelle construction	200 – 500	12 862,6	
Remplacement	250 – 1000	5 608,1	
Total		18 470,7	

Tableau 9.2 Composantes du projet dans le cadre de l'Etude de Faisabilité (Stations de Pompage)

	Débit entrant nominal[1)] (m^3/min)	Pompes installées		Capacité (m^3/min)	Hauteur de charge total (m)	Remarques
		m^3/min	unité			
Nouvelle construction						
SP N°1 Nord	15,9	4,0	2	16,0	12	Propriétaire foncier : Etat
	(15,9)	8,0	1			Surface requise : 100 m^2
		8,0	1	Pompe de secours		
SP Darou Salam	1,6	0,9	2	1,8	12	Propriétaire foncier : Etat
Ndangane	(1,8)	0,9	1	Pompe de secours		Surface requise : 150 m^2
SP Boustane	2,8	1,9	2	3,8	10	Propriétaire foncier : privé
	(3,8)	1,9	1	Pompe de secours		Surface requise : 200 m^2
Réhabilitation						
SP N°1 Sud	4,0	3,0	2	6,0	13	Propriétaire foncier : ONAS
	(12,0)	6,0	1	Pompe de secours		Surface requise : 100 m^2
Remplacement d'équipements de pompage						
SP N°2	5,7	3,2	2	6,4	15	Propriétaire foncier : ONAS
	(12,9)	6,5	1	Pompe de secours		Surface existante : 700 m^2
SP N°3	2,9	2,1	2	4,2	13	Propriétaire foncier : ONAS
	(4,2)	2,1	1	Pompe de secours		Surface existante : 500 m^2

Note 1) Les valeurs entre parenthèses sont les débits entrants nominals en 2030

Tableau 9.3 Composantes du projet dans le cadre de l'Etude de Faisabilité (station d'épuration des eaux usées et de traitement des boues de vidange)

Nom	Capacité/Quantité	Remarques
Nouvelle construction		
Lagune aérée	12 000 m^3/jour	
Intallations de traitement des boues de vidange	70 m^3/jour	Charge en DBO_5 : 250 kg/jour
Conduite de raccordement (diamètre 800 mm)	382 m	
Réhabilitation		
Lagune	3 000 m^3/jour	

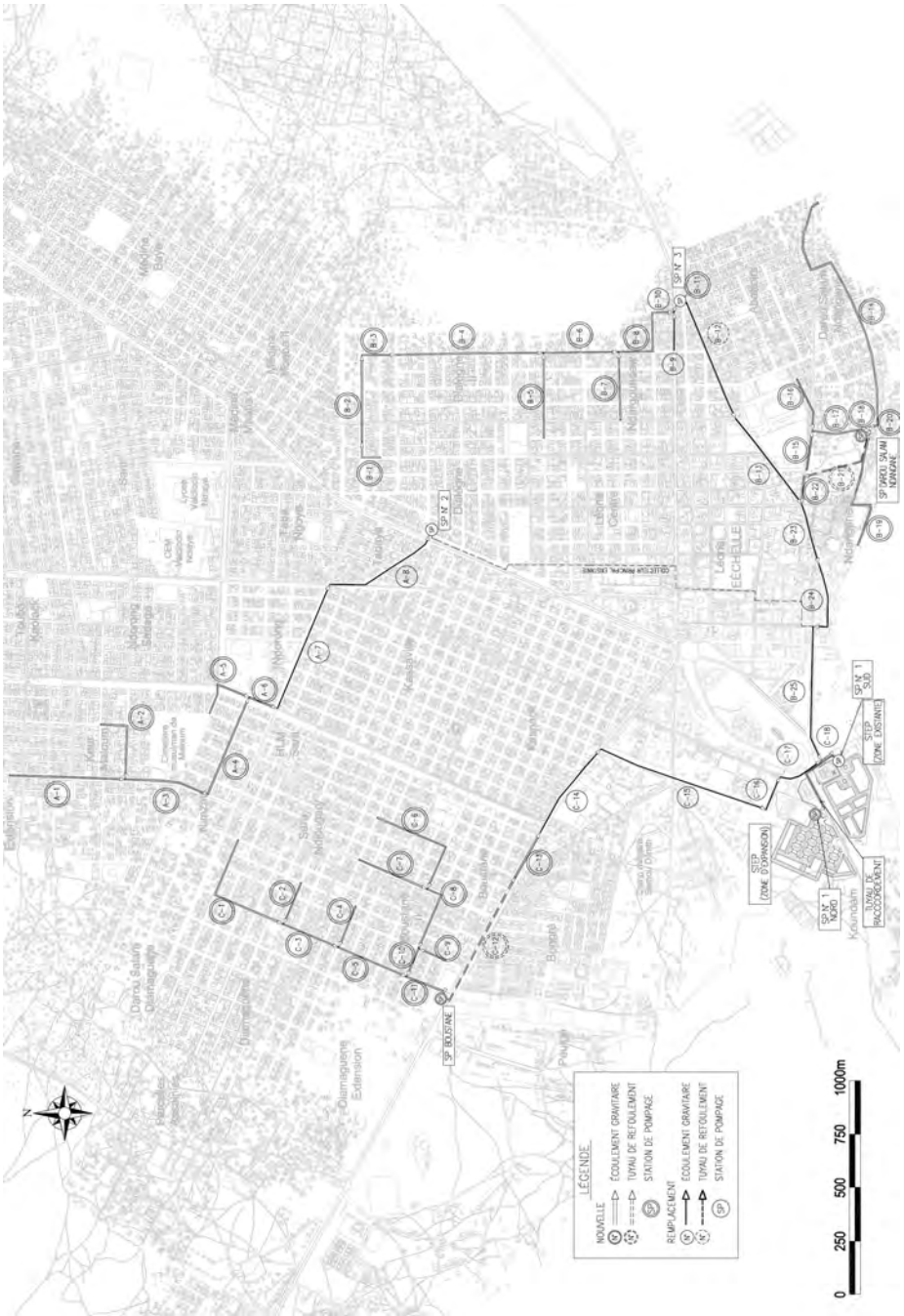


Figure 9.1 Localisations des ouvrages prévus

9.2 Conception préliminaire des ouvrages d'assainissement

9.2.1 Préconditions de la conception

(1) Année cible

L'année cible est fixée à l'an 2020, comme précédemment indiqué dans le Plan Directeur.

(2) Données de Base

Les données de base suivantes sont acquises et utilisées dans la conception préliminaire.

(a) Cartes topographiques

Des levés topographiques ont été menés au début de l'Etude de Faisabilité, et ses résultats tels que les profils en travers (niveau du sol) obtenus aux points principaux (à un intervalle de 50 m) ainsi que les profils en long (altitude) ont été utilisés pour la conception de réseau de conduites et d'ouvrages connexes.

(b) Conditions du sol

Une étude géotechnique constituée de sondages et d'analyse du sol a été effectuée au cours de l'Etude de Faisabilité.

(c) Références

En principe, les conditions de conception des ouvrages sont fixées selon des rapports ou des exemples de conception à Kaolack et à d'autres villes du Sénégal comme Dakar. Si la condition de conception n'est pas claire ou n'est pas disponible, les rapports et/ou guides suivants sont employés aux fins de la conception des ouvrages : (i) Etude sur le drainage urbain et le système d'assainissement de la ville de Dakar et de ses environs, JICA, 1994, (ii) Plan Directeur de l'Assainissement Urbain des Eaux Usées et des Eaux Pluviales de Kaolack, Direction de l'Assainissement, Ministère de l'Hydraulique, 1982, (iii) Guide de Planification et de Conception des Ouvrages d'Assainissement, Association Japonaise des Travaux d'Assainissement, 2009, (iv) *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries* (Traitement des Eaux Usées domestiques dans les pays en voie de Développement), Duncan Mara, (v) *Wastewater Stabilization Ponds, Principles of Planning and Practice* (Bassins de Stabilisation des Eaux Usées, Principes de Planification et de Pratique), WHO (OMS), et (vi) *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse* (Ingénierie des Eaux Usées, Traitement et Réutilisation), Metcalf & Eddy.

(3) Fixation de la capacité des ouvrages

La projection relative aux eaux usées effectuée dans le cadre du Plan Directeur est employée pour fixer la capacité des ouvrages.

9.2.2 Réseau de collecteurs

(1) Conditions de conception

Les conditions suivantes sont appliquées pour concevoir le réseau d'égouts.

- Une conduite circulaire est appliquée, dont ses matériaux sont en (i) béton armé (diamètre de 600 mm, et de plus de 600 mm), (ii) PVC (diamètre de moins de 600 mm) et (iii) fonte pour la conduite de refoulement.
- Une hauteur de recouvrement minimale de 1,0 m est appliquée conformément au "Guide de Planification et de Conception des Ouvrages d'Assainissement, Association Japonaise des Travaux d'Assainissement, 2009".
- Une vitesse minimale de 0,6 m/s est employée pour empêcher la sédimentation, et une vitesse maximale de 3,0 m/s est adoptée pour ne pas endommager les conduites.
- La marge de la capacité de conduites à l'égard du débit de projet est conçue à (i) plus de 100% pour les diamètres de conduites jusqu'à 600 mm et à (ii) 50% à 100% pour les diamètres de conduites supérieurs à 700 mm.

- La fondation directe est en principe appliquée pour supporter les conduites d'égouts.
- Des regards avec des couvercles en fonte sont installés dans des endroits comme des intersections majeures, sur les points où les conduites sont de taille et de direction différentes, à un intervalle maximum de 35 m pour maintenir les conduites et assurer le branchement des tuyaux d'admission.

(2) Conception préliminaire de réseau de collecteurs

Le tracé du réseau de collecteurs prévu est illustrée dans la **Figure 9.1**. Le linéaire total des conduites de collecteur à construire et à réhabiliter est respectivement de 12 863 m et 5 608 m.

9.2.3 Station de pompage des eaux usées

Comme le montre le **Tableau 9.2**, des nouvelles stations de pompage seront construites à quatre endroits. Cependant les deux autres stations de pompage seront renforcées et une station sera réhabilitée en station d'épuration des eaux usées. Toutes ces stations de pompage seront de type submersible comme celui utilisé dans les stations de pompage actuelles. Et toutes les nouvelles stations de pompage seront munies de groupes électrogènes au diesel en tant que source d'alimentation de secours. Au niveau de la SP N°2 et SP N°3, les équipements de pompes seront remplacés pour en augmenter la capacité.

9.2.4 Station d'Epuration des eaux usées

Comme mentionné dans le Plan Directeur, afin d'améliorer et d'étendre la station d'épuration existante, (i) une réhabilitation de la lagune existante de la zone existante, (ii) des lagunes aérées dans la zone d'extension et (iii) des installations de traitement des boues de vidange, sont envisagées et/ou conçues dans le cadre de l'Etude de Faisabilité.

(1) Etude alternative sur l'emplacement de la zone d'extension

La **Figure 9.2** présente l'emplacement de la station d'épuration existante et celui de sa zone d'extension dans les deux alternatives. L'Alternative 1, qui a été proposé dans le Plan Directeur, a une disposition avec laquelle la zone d'extension est adjacente à la station d'épuration existante comme indiqué sur la **Figure 9.2**. Dans cette alternative, les lagunes aérées comprenant des bassins de décantation sont construites dans la zone d'extension. La disposition proposée dans le Plan directeur est cependant modifiée. Les lagunes aérées sont déplacées au centre de la station entourées par des bassins de décantation, et cela pour éviter la diffusion de l'odeur offensive, comme le montre la **Figure 9.3**. Les installations de traitement des boues de vidange sont construites sur le site adjacent de la zone existante.

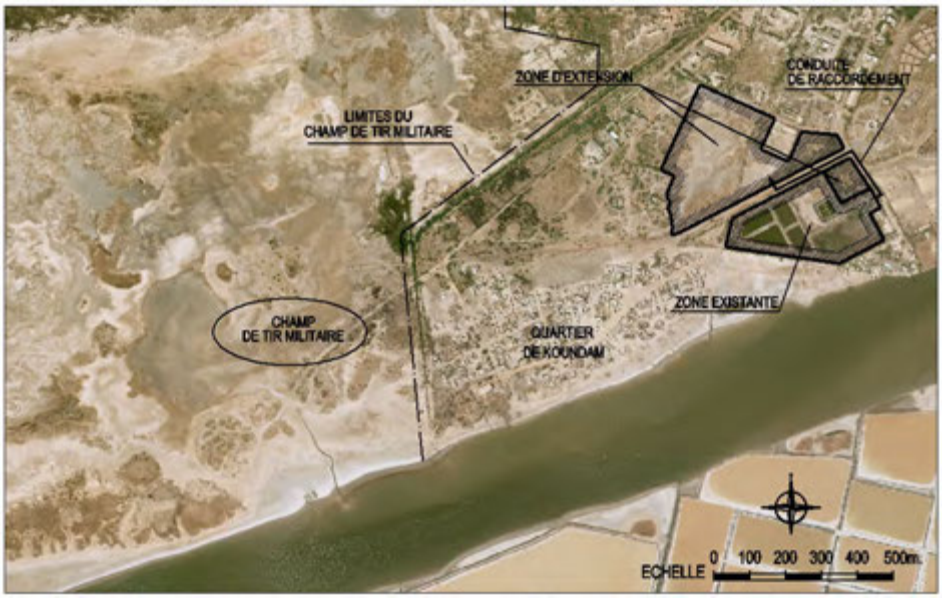
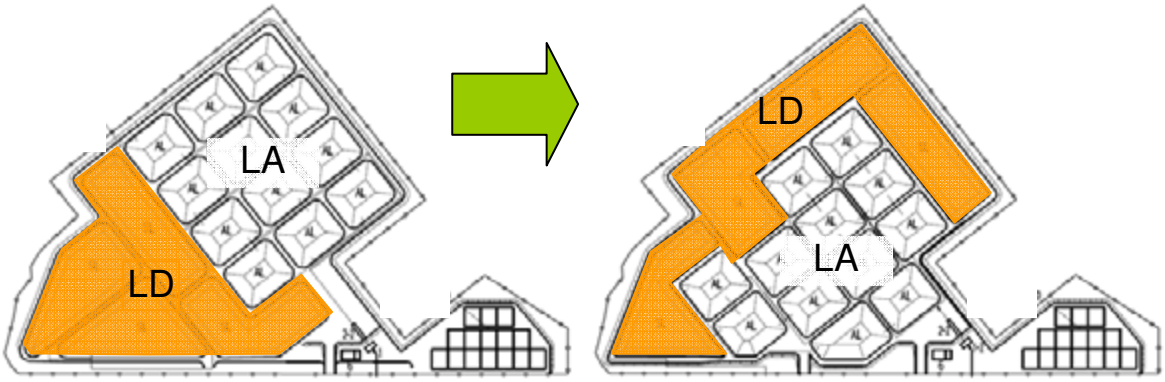


Figure 9.2 Disposition de la zone d'extension dans l'Alternative 1



Note : LA - Lagune Aérée, LD : Lagune de Décantation

Figure 9.3 Disposition rectifiée des lagunes aérées et de décantation dans la zone d'extension

Comme indiqué sur la **Figure 9.4**, la zone d'extension proposée pour l'Alternative 2 est située à plus de 500 m des habitations et des bâtiments environnants, ce qui est en conformité à la réglementation du Code de l'environnement du Sénégal. La zone d'extension proposée dans cette alternative est un champ de tir de l'armée, car d'autre espace conforme à la réglementation mentionnée ci-dessus dans la zone avoisinante de la STEP existante n'a pas été trouvé. Dans cette alternative, la lagune aérée et les installations de traitement des boues de vidange seront construites dans la zone d'extension.

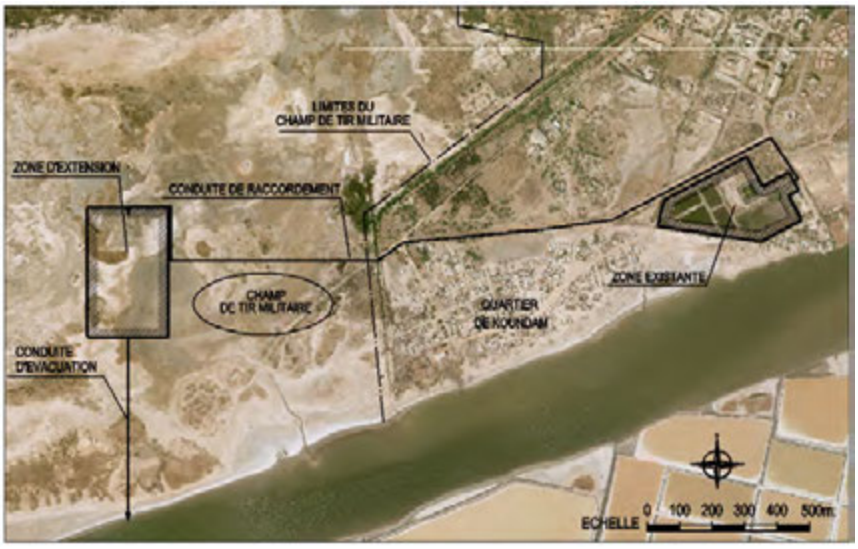
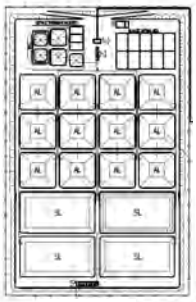
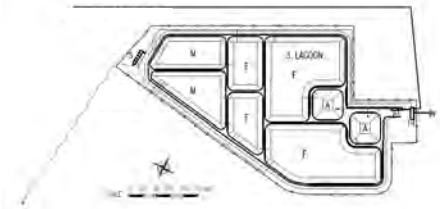


Figure 9.4 Disposition de la zone d'extension dans l'Alternative 2

Selon ces deux alternatives, un plan d'implantation détaillé de la zone existante et de celle d'extension de la STEP est montré au **Tableau 9.4** avec les informations relatives aux ouvrages à mettre en œuvre sur chaque zone, de même que le linéaire de la conduite de raccordement (une conduite reliant l'existant à la zone d'extension).

Tableau 9.4 Plans d'implantation détaillés de la zone d'extension des Alternatives 1 et 2

	Alternative 1	Alternative 2
Zone d'extension (disposition)		
Ouvrages	Lagune aérée (Capacité : 12 000 m^3/jour)	Lagune aérée (Capacité : 12 000 m^3/jour)
	-	Installations de traitement de boues de vidange
Zone existante (disposition)		
Ouvrages	Lagune (Capacité : 3 000 m^3/jour)	Lagune (Capacité : 3 000 m^3/jour)
	Installations de traitement de boues de vidange	-
Conduite de raccordement	382 m (Diamètre 800 mm)	2 500 m (Diamètre 800 mm)

Les deux Alternatives sont comparées entre eux sur la base du plan d'implantation détaillé, en matière de 1) coût de construction, 2) coût d'exploitation et de maintenance, 3) impact environnemental, 4) facilité d'exploitation et de maintenance (O&M) et 5) durée pour l'achèvement du projet. Comme le montre le **Tableau 9.5**, pour chaque élément de comparaison, un score de "+2" est attribué à la meilleure alternative tandis que la seconde marque un score de "+1" en matière de classement.

Comme le montre le résultat de l'évaluation dans le tableau de comparaison ci-dessous, l'Alternative 1 est meilleure que l'Alternative 2. Ainsi, les ouvrages de traitement des eaux usées et des boues de vidange sont conçues en se basant sur l'Alternative 1.

Tableau 9.5 Résultats de l'étude alternative sur l'emlacement de la zone d'extension

Eléments	Alternative 1		Alternative 2	
Coût de construction (million de FCFA)	9 120	+2	10 876	+1
Coût d'O&M par an (million de FCFA)	500	+2	547	+1
Impact environmental	L'impact environnemental est plus grand que celui de l'Alternative 2, dans une certaine mesure. Mais l'impact potentiel majeur relatif à la diffusion de l'odeur pourrait être minimisé avec la disposition proposée pour les lagunes aérées et les bassins de décantation, de même qu'avec la plantation d'arbres tels que l'eucalyptus au pourtour de la STEP. De plus, l'impact sur la population de la zone avoisinante (quartier de Koundam) est très limité car les données relatives à la direction du vent à Kaolack montrent que les vents dominants soufflent du nord, du sud et de l'ouest. L'EIE dans le cadre de l'Etude de Faisabilité montre que (i) la réglementation de la distance de 500 m dans le code de l'environnement du		L'impact environnemental sur la zone avoisinante du site prévu pour l'extension est moins grand que celui de l'Alternative 1.	

Eléments	Alternative 1	Alternative 2
	Sénégal n'est pas applicable à la zone industrielle, et (ii) la zone d'extension de cette alternative se trouve dans la zone industrielle. +1	+2
Facilité d'O&M	La zone d'extension est située sur le site adjacent à la STEP existante, ce qui facilite les travaux d'exploitation et de maintenance comparé à ceux de l'Alternative 2. +2	La distance entre l'existant et la zone d'extension est d'environ 2,5 km, ce qui nécessite beaucoup plus de travaux d'exploitation et de maintenance. +1
Durée nécessaire pour l'achèvement du projet	La durée est plus courte que celle de l'Alternative 2 en ce sens que la sécurisation du terrain dans la zone du champ de tir de l'armée n'est pas requise. +2	Pour la sécurisation du terrain dans le champ de tir, les négociations avec les agences concernées pour parvenir à un accord dureront longtemps. +1
Evaluation	Meilleure option Total : +9	Seconde option Total : +6

(2) Ouvrages de traitement des boues de vidange

Les installations de traitement des boues de vidange devront être construites sur le site adjacent de la lagune existante. L'eau traitée au niveau de la station de traitement des boues de vidange est réintroduite pour un second traitement dans le bassin réhabilité qui suit. Les installations de traitement des boues de vidange consistent en une station de réception accueillant les camions de vidange, à l'intérieur de laquelle sont installés des canaux et des grilles, un bassin de décantation, un bassin anaérobie et un bassin de régulation de débit, comme l'indique la **Figure 9.5**. Les boues accumulées dans le bassin de décantation sont pompées et amenées jusqu'aux lits de séchage.

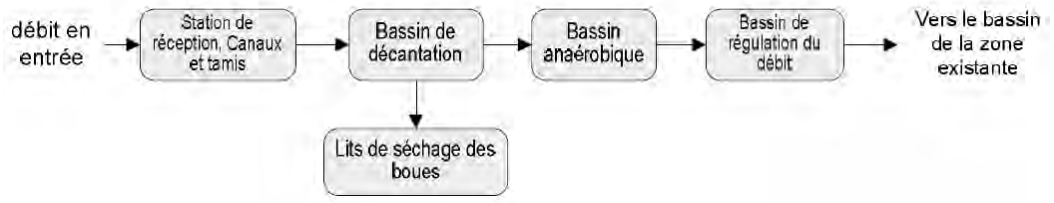


Figure 9.5 Disposition des ouvrages de traitement des boues de vidange

Les installations de traitement des boues de vidange sont conçues pour recevoir 250 kg/jour de charge en DBO, ce qui équivaut à la population projetée de 230 000. La population est déterminée en fonction de la population maximale planifiée pour l'horizon 2030. Les paramètres de conception et les spécifications sont décrient sur le **Tableau 9.6**. Le plan de masse et la coupe des ouvrages sont montrés sur la **Figure 9.6**.

Tableau 9.6 Paramètres de conception et spécifications des ouvrages de traitement des boues de vidange

Paramètres	Unité	Conditions de conception	Remarques
Caractéristiques du débit entrant			
Quantité de boues de vidange	m^3/jour	70	
Charge en DBO_5	kg/jour	250	
Concentration de DBO_5	mg/l	3 540	
Spécifications de conception			
Station de Réception Canal et grille		[Station de réception] 2,6 m (W) × 2,0 m (L) × 0,8 m (D) × 1 (unité) [Section convergente (à l'extrémité aval)] 0,5 m (W) × 1,5 m (L) × 2 (unités) [Canal et grille] 0,5 m (W) × 1,7 m (L) × 2 (unités)	Revanche 0,5 m Espacement de grille 25,0 mm
Bassin de décantation		8,0 m (W) × 8,0 m (L) × 2,0 m (D) × 2 (unités)	Revanche 0,5 m
Bassin anaérobie		10,0 m (W) × 11,0 m (L) × 3,0 m (D) × 2 (unités)	Revanche 0,5 m
Bassin de régulation de débit		7,5 m (W) × 7,5 m (L) × 2,0 m (D) × 1 (unité)	Revanche 0,8 m
Lits de séchage des boues		194 m^2 × 3 (unités)	

Note; W : Largeur, L : Longueur, D : Profondeur

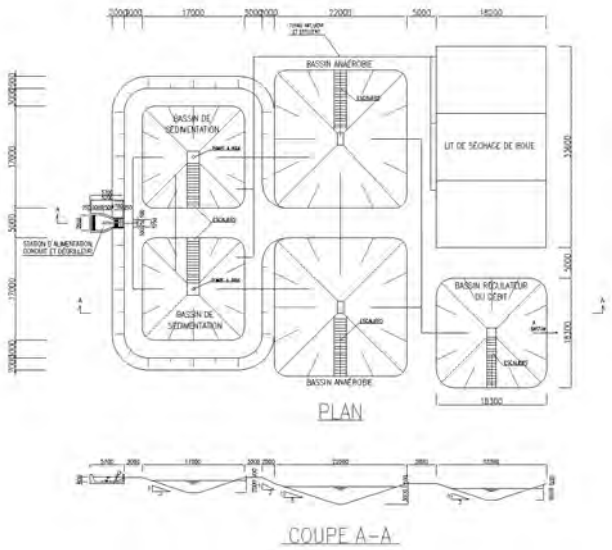


Figure 9.6 Plan de masse et coupe des ouvrages de traitement des boues de vidange

(3) Réhabilitation de la lagune existante

La réhabilitation de la lagune existante devra être effectuée, en se concentrant sur la lagune facultative et la lagune aérée existante qui n'a pas encore été réceptionné.

(a) Conditions de conception

Les conditions de conception sont listées au **Tableau 9.7**. Le débit en entrée et la qualité de l'eau sont calculés à partir du composé des eaux usées et de l'eau traitée préalablement au niveau de la station de traitement des boues de vidange. Les lagunes sont conçues pour répondre aux critères de rejet, à savoir : DBO=40 mg/l, TSS=50 mg/l, DCO=100 mg/l et Coliformes Fécaux =2000 UFC/100 ml.

Tableau 9.7 Paramètres de conception relatifs à la réhabilitation de la lagune existante

Eléments	Unité	Calcul		Remarque
Débit entrant				
Eaux usées	m^3/jour	3 000		
Boues de vidange	m^3/jour	70		
Total	m^3/jour	3 070		
Qualité de l'eau				
		Influent	Effluent (Critères)	
DBO_5	mg/l	489[1)]	40	
TSS	mg/l	611	50	611=489 × 1,25[2)]
DCO	mg/l	978	100	978=489 × 2,00[2)]
Coliformes Fécaux	UFC/100 ml	$1,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^3$	3)

Note : 1) DBO de 489 mg/l est celle de l'eau mêlée constituée (i) des eaux usées : 3 000 m^3/jour (DBO=485 mg/l) et (ii) des boues de vidange : 70 m^3/jour (DBO = 640 mg/l).
2) Influent DBO_5:TSS:DCO=1,00:1,25:2,00 comme décrit dans le Plan Directeur.
3) Les coliformes fécaux de l'influent sont fixés en tenant compte des données de suivi de la qualité de l'eau en 2011.

(b) Configuration

La lagune facultative existante (y compris la lagune aérée non opérationnelle) est réhabilité en introduisant la configuration de la **Figure 9.7**. Par conséquent, la lagune facultative existante et la lagune aérée non opérationnelle sont remplacées par une lagune anaérobie et une lagune facultative.

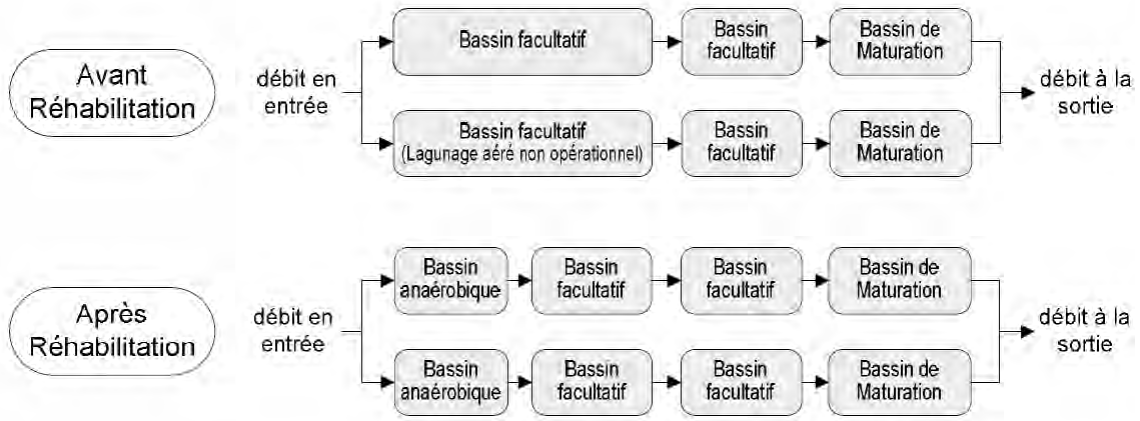


Figure 9.7 Changement de configuration du système de lagunage existant dans la STEP existante

(c) Spécifications

Les spécifications des lagunes sont récapitulées dans le **Tableau 9.8**.

Tableau 9.8 Spécifications de la réhabilitation de la lagune existante

Ouvrages	Spécifications	TRH (jours)
Lagune anaérobie réhabilitée	Surface 900 m^2 × 3,0 m (D) × 2 (unités)	1,8
Lagune facultative existante	Surface 9 685 m^2 × 2,0 m (D) × 2 (unités) Surface 2 795 m^2 × 2,0 m (D) × 2 (unités)	16,6
Lagune de maturation	Surface 3 810 m^2 × 1,5 m (D) × 2 (unités)	4,0

Note; D : Profondeur

(4) Lagunes aérées dans la zone d'extension

Des lagunes aérées devront être construites dans la zone d'extension avec les conditions suivantes.

(a) Conditions de conception

La lagune aérée de la partie Nord est conçu pour une capacité de 12 000 m^3/jour afin de répondre aux critères de rejet, à savoir DBO=40 mg/l, TSS=50 mg/l, DCO=100 mg/l et Coliformes Fécaux=2000 UFC/100 ml, comme le montre le **Tableau 9.9**.

Tableau 9.9 Paramètres de conception de la lagune aérée

Paramètres	Unité	Conditions de conception		Remarques
Débit entrant				
Eaux usées	m^3/jour	12 000		
Qualité de l'eau				
		Influent	Effluent (Critères)	
DBO_5	mg/l	485	40	
TSS	mg/l	606	50	606=485 × 1,25 1)
DCO	mg/l	970	100	970=485 × 2,00 1)
Coliformes Fécaux	UFC/100 ml	1,0 × 10^7	2,0 × 10^3	2)

Note : 1) Influent DBO_5:TSS:DCO=1,00:1,25:2,00 comme décrit dans le Plan Directeur.
2) Les coliformes fécaux de l'influent sont fixés en tenant compte des données de suivi de la qualité de l'eau en 2011.

(b) Configuration

Le lagunage aéré est conçu selon la configuration suivante (**Figure 9.8**), comportant des lagunes aérées, des lagunes de décantation et un bassin de chloration. Après la chloration, l'eau traitée est mélangée à celle traitée dans les lagunes de la zone existante avant d'être déversée dans le Fleuve Saloum à travers la nouvelle conduite d'évacuation.

Figure 9.8 Configuration du lagunage aéré dans la zone d'extension

(c) Spécifications

Les spécifications des lagunes aérées, du bassin de chloration et de la conduite d'évacuation sont récapitulées dans le **Tableau 9.10**.

Tableau 9.10 Spécifications du lagunage aéré dans la zone d'extension

Ouvrages	Spécifications	TRH	Remarques
Lagune aérée	Surface 972 m^2 × 4,0 m (D) × 12 (unités)	3,7 jours	Revanche 1,0 m
Aérateur	7,5 kw ×5 (unités) ×12 (lagune)	-	
Lagune de décantation	Surface 4 570 m^2 × 2,0 m (D) × 4 (unités) 1)	1,5 jours	Revanche 0,5 m
Bassin de chloration	5,0 m (W) × 25,6 m (L) × 2,0 m (D)	30 min	
Lits de séchage des boues	Surface 270 m^2 × 0,3 m (D)×15 (unités)	-	Revanche 0,2 m
Conduite d'évacuation	Diamètre : 1 000 mm × 250 m	-	

Note : 1) La profondeur de 2,0 mètres inclut une marge de 1,0 mètre pour les boues.
W : Largeur, L : Longueur, D : Profondeur

Un plan de masse type et la coupe transversale de la lagune aérée sont montrés à la **Figure 9.9**.

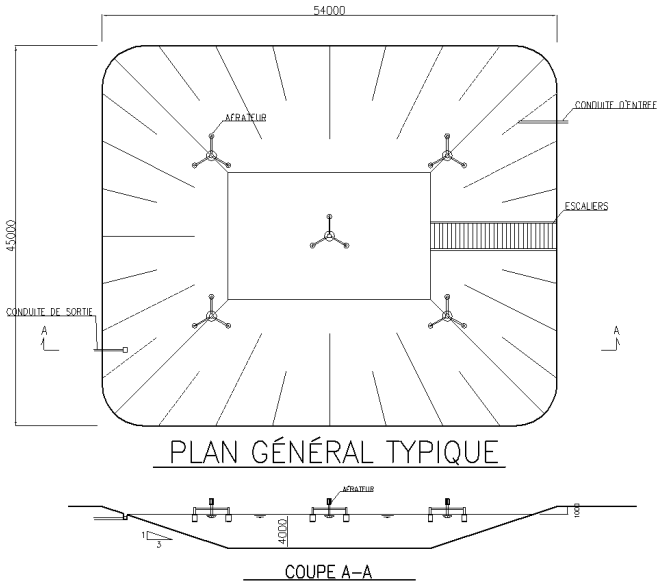


Figure 9.9 Plan de masse type et coupe transversale de la lagune aérée

Sur la base des analyses susmentionnées, le plan de masse général de la STEP est présenté sur la **Figure 9.10**.

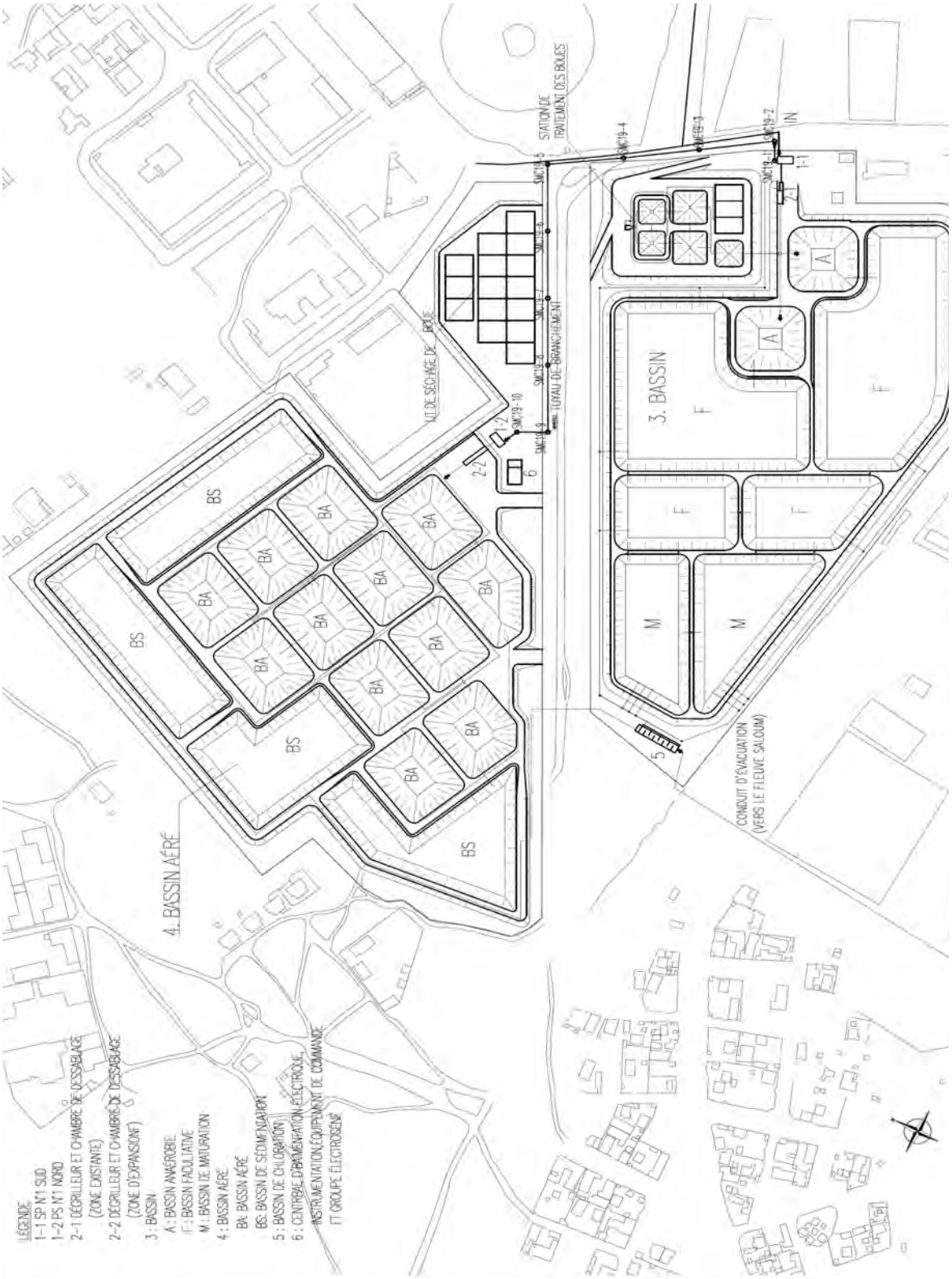


Figure 9.10 Plan de masse général de la STEP

9.3 Plan de construction

(1) Considération de base

Compte tenu des restrictions diverses au Sénégal en matière des matériaux et méthodes de construction ainsi que des dispositifs mécaniques/électriques, les conditions suivantes ont été considérées pour la construction du réseau d'égouts, des stations de pompage des eaux usées et de la station d'épuration.

- En général, l'excavation à ciel ouvert devra être appliquée.
- Durant l'excavation en dessous de l'eau de la nappe, il est nécessaire de réduire le niveau de la nappe d'eau souterraine avec des pompes submersibles.
- Une centrale à béton sur site devra être aménagée pour le béton et le bitume.
- Au niveau des zones où la route est rétrécie par l'excavation à ciel ouvert, la route existante devra être utilisée comme une déviation temporaire afin de maintenir la circulation.
- L'utilisation temporaire d'étais en acier n'est pris en compte que pour la construction de puits de rabattement et de conduite de raccordement (béton armé; diamètre 800 mm) qui sera à une longueur de 90 m sur 380 m, du fait de la contrainte d'espace.
- L'utilisation de sable devra être tenue compte jusqu'à 300 mm au dessus de conduites d'égouts. Le remblayage restant jusqu'au niveau de finissage de la couche de forme des voies devra être effectué avec des déblais sélectionnés. Les matériaux adéquats pour la couche de forme devront être surtout choisi soigneusement.
- L'emplacement de décharge prévue pour à la fois l'excès de déblais et les débris de béton est à environ 15 km de distance du centre de Kaolack.
- L'emplacement du gîte d'emprunt de terres utilisables est distant du centre de Kaolack d'environ 20 km.

(2) Engins de construction majeurs

Les engins de construction majeurs à utiliser pour le projet sont les suivants.

Tableau 9.11 Engins de construction majeurs

Travaux	Engins de construction
Terrassement	(1) Excavateurs de 0,7 à 1,2 m^3, (2) Camions bennes de 10 tonnes, (3) Bulldozers de 3 à 16 tonnes, (4) Rouleaux compresseur de 1 tonne, et (5) Pilon compacteur
Travaux de pieux	(1) Engins de battage de pieux et (2) Grues sur camion (ou tout-terrain) de 20 à 50 tonnes
Travaux en béton	(1) Grues sur camion (ou tout-terrain) de 20 à 25 tonnes, (2) Camions pompe à béton, et (3) Trémies à béton de 1 m^3 (Engin de base : grue de 20 à 25 tonnes)
Travaux routiers	(1) Broyeurs à béton, (2) Bulldozers de 12 à 16 tonnes, (3) Chargeuse sur pneus de 1 m^3, (4) Niveleuses, (5) Rouleaux de macadam de 10 tonnes, (6) Rouleaux à pneu de 20 tonnes, (7) Asphalteuses, et (8) Finisseurs à béton
Travaux mécaniques	(1) Grues sur camion (ou tout-terrain) de 20 à 25 tonnes et (2) Grues sur chenille de 100 tonnes

9.4 Estimation de coût

9.4.1 Coût de construction et coût d'ingénierie

(1) Coût de construction

Le coût de construction est calculé à partir des différentes informations obtenues de l'ONAS Dakar, l'ONAS Kaolack et des entreprises locales et japonaises. Les conditions générales de l'estimation du coût de construction sont les suivantes. Le coût de la mise en place des conduites secondaires n'est pas inclu dans le coût de construction car l'installation des conduites secondaires n'est pas prévue dans les composantes du projet.

- Le coût de construction est estimé avec le niveau de prix de l'année 2013.
- La hausse des prix annuelle de 3% est appliqué lors de l'utilisation des données sur le coût des projets antérieurs.
- Le coût est établi en portions de monnaie étrangère et de monnaie locale sur la base des informations obtenues de passations des marchés au Sénégal.

(2) Coût d'ingénierie

Le coût d'ingénierie est calculé sur la base des informations de coût obtenues à partir des entreprises locales comme suit.

- Le coût d'ingénierie est estimé au niveau des prix de l'année 2013.
- Les durées suivantes sont prévues pour les services de conseil.
  - Conception détaillée, services pour la phase pré-construction : 18 mois
  - Supervision de la construction : 30 mois
- La hausse des prix (monnaie étrangère 2,0%, monnaie locale 3,0%) est prise en compte.
- Les imprévus physiques (10%) sont inclus.

9.4.2 Coût du projet

Les conditions estimées du coût de projet sont comme suit.

- Hausse des prix : taux annuel de 2% en monnaie locale et 3% en monnaie étrangère pour le coût de construction
- Imprévus physiques : 10 % du coût de construction
- Coût d'acquisition de terrain : 25 000 FCFA/m^2 pour la STEP, et de 10 000 à 12 500 FCFA pour les stations de pompage, compte tenu de la hausse des prix et des imprévus physiques auxquels sont employés les mêmes pourcentages que ceux dans les coûts de construction et d'ingénierie
- Coût d'administration de projet : 2% du montant total des coûts de construction, d'ingénierie et de l'acquisition de terrain
- TVA : 18%
- Taxe à l'importation : 9%
- Le taux d'intérêt pendant la mise en œuvre du projet : taux annuel de 1,4 % pour le coût de construction et 0,01 % pour le coût d'ingénierie
- Commission d'ouverture : 0,2 % du montant total des coûts de construction, d'ingénierie et d'intérêt durant la construction

Le coût du projet est estimé sur la base des éléments susmentionnés. Le coût total du projet s'élève à environ 31 713 millions de FCFA au niveau des prix de 2013, dont 25 162 millions de FCFA en monnaie locale et 6 551 millions de FCFA en monnaie étrangère.

Tableau 9.12 Coût du projet

Coûts	Travaux	Monnaie Locale (million FCFA)	Monnaie Etrangère (million FCFA)	Total (million FCFA)
Construction	Réseau de collecteurs	5 774	0	5 774
	Stations de pompage[1)]	213	386	599
	Station d'Epuration			
	Lagune aérée[2)]	3 964	3 413	7 377
	Ouvrages de traitement des boues de vidange	385	52	437
	Réhabilitation de lagune[3)]	1 217	89	1 306
	Sous-total (STEP)	5 566	3 554	9 120
	Total	11 553	3 940	15 493
Hausse des prix		1 824	395	2 219
Imprévus physiques		1 338	434	1 772
Service d'Ingénierie		2 127	1 164	3 291
Acquisition de terrain		3 270	0	3 270
Administration gouvernementale		521	0	521
TVA		4 100	0	4 100
Taxe à l'importation		429	0	429
Intérêt durant la construction		0	571	571
Commission d'ouverture		0	47	47
Total (millions FCFA)		25 162	6 551	31 713

Note : 1) Incluent SP Boustane, SP Darou Salam Ndangane, SP N°2 et SP N°3. Le coût de la SP N°1 Nord et de la SP N°1 Sud est inclu dans le coût de la station d'épuration.
2) Inclut la SP N°1 Nord
3) Inclut la SP N°1 Sud

9.4.3 Coût d'exploitation et de maintenance

Le coût annuel d'exploitation et de maintenance des ouvrages d'assainissement est estimé comme suit. Le coût inclut celui des travaux de curage, d'évacuation des boues, d'électricité et les dépenses de personnel.

Tableau 9.13 Coût annuel d'exploitation et de maintenance

Ouvrage	Coût (million de FCFA)
Réseau d'égouts et stations de pompage	289
STEP[1)]	500
Total	789

Note 1) Coût comprenant le coût d'exploitation et de maintenance de la SP N°1 Nord et Sud

9.5 Analyse économique et financière

9.5.1 Analyse économique sur le projet prioritaire

Le coût du projet est présenté dans le **Tableau 9.12**. Ce projet a des effets positifs sur l'amélioration du cadre de vie des populations de la zone cible dont le bénéfice peut être calculé à partir de leur volonté de payer (VDP). Les résultats de l'enquête socio-économique menée par l'Etude d'Expert de la JICA sont présentés dans le **Tableau 4.19** de la partie 'Plan Directeur' du présent rapport.

Le TREI est calculé à 5,2% pour la VDP 500 FCFA, à 13,3% pour la VDP 1 000 FCFA et à -4,2% pour la VDP 202 FCFA (moyenne pondérée) étant donné que son bénéfice est très faible. La VDP 1 000 FCFA est à peu près au même niveau de prix que la taxe d'enlèvement des déchets solides, qui est présentement payée par les usagers. Ainsi ce montant peut être mis en application à travers des campagnes d'éducation et de dissémination destinées aux populations.

9.5.2 Analyse financière sur le projet prioritaire

Les bénéfices du projet sont les revenus provenant de 1) la redevance d'assainissement qui est égale à 8% de la taxe d'adduction d'eau potable, facturée aux populations vivant dans la zone desservie par le réseau d'égouts, et de 2) la taxe de traitement des boues de vidange au niveau de la zone non-desservie par le réseau d'égouts. Cependant, étant donné que la taxe à l'égout est facturée même aux populations non branchées au réseau d'égouts, le calcul de bénéfice est effectué à condition que toutes les populations paient la redevance d'assainissement.

Actuellement, la taxe à l'égout de chaque concession est de 10 FCFA par mètre cube pour une consommation jusqu'à 20 m^3, et de 45,65 FCFA par mètre cube d'eau consommé pour la consommation comprise entre 20 et 40 m^3. La taxe moyenne par mètre cube est calculée par la moyenne du nombre d'habitants par concession qui, selon la Mairie de Kaolack était de 9,45 en 2012. Ceci est considéré comme la base de l'estimation du coefficient que la taxe devra être multipliée par pour calculer le TRFI.

Tableau 9.14 Revenu total provenant de la redevance d'assainissement

	2012	2015	2020	2025	2030
Population cible (mille)	–	169	259	339	403
Consommation d'eau (l/pers/j)	74,0	76,0	80,0	84,0	88,0
Taxe moyenne (FCFA/m^3)	11,98	12,87	14,51	15,99	17,34
Consommation d'eau totale (mille m^3/an)	–	4 682	7 566	10 406	12 944
Revenu total (million FCFA)	–	0	103	126	148

Le TRFI ne peut être calculé par le scénario de base car le bénéfice est trop faible, ce qui veut dire que la taxe à l'égout est fixée à un niveau très bas. Le TRFI sera de 0,0% si la taxe à l'égout est augmentée de 10,5 fois, et de 12,0% (égal au taux d'actualisation public) si elle est augmentée de 35,5 fois.

9.5.3 Analyse financière sur l'ONAS

L'ONAS Dakar, l'agence responsable de la mise en œuvre du volet Eaux Usées du présent Projet, soumet ses états financiers (états relatifs au Bilan et aux Pertes et Profits) et ses rapports au gouvernement chaque année.

Selon l'état relatif aux Pertes et Profits, l'ONAS effectue des opérations déficitaires de plus de 4 000 millions de FCFA au cours des ces trois dernières années. Ces déficits correspondent à plus de la moitié du revenu d'exploitation. Ces déficits sont réduits grâce à des subventions d'exploitation annuelles de plus de 1 000 millions de FCFA. L'état des Pertes et Profits justifie le très faible revenu, i.e. la très faible redevance d'assainissement visible sur l'analyse financière du projet. Le chef comptable de l'ONAS explique que les subventions du gouvernement sont autorisées en cas de déficit, pourtant elles ne sont pas suffisantes de sorte que le montant de déficits ordinaires est prévu et porté aux Reprises des Activités Non-Ordinaires dans le cadre du Profit Non-Ordinaire.

La très faible taxe à l'égout peut être justifiée par la "Rotation de l'Actif Total" (= [Ventes] ÷ [Total des Actifs]), qui montre l'efficacité avec laquelle les actifs ont été utilisés pour réaliser des ventes. Cela signifit que si le chiffre est inférieur à 1, une partie des actifs ne contribue pas aux ventes en raison de très faibles revenus. Le Rotation de l'Actif Total de l'ONAS est de 0,04 à 0,05 ce qui signifit que l'ensemble des actifs contribuera à la réalisation des ventes en une période de 20 à 25 ans.

Etant donné que la redevance d'assainissement est prélevée sur la taxe d'eau potable de la SDE, le revenu provenant de la redevance d'assainissement augmenterait si le revenu de la taxe d'eau potable augmente. Il y a deux manières d'augmenter le revenu de la taxe d'eau, à savoir l'augmentation du tarif d'eau potable et la diminution de la quantité d'eau non génératrice de revenu. L'augmentation du tarif serait très difficile du fait de raison politique. La réduction de la quantité d'eau non génératrice de revenu est également difficile en ce sens que le taux d'eau non génératrice de revenu est actuellement d'environ 20%, ce qui est déjà très bas par rapport aux pays en voie de développement comme le Pakistan qui a un taux de 40% et le même niveau du PIB par habitant.

9.6 Evaluation d'impact sur l'environnement

9.6.1 Composante du Projet

Le projet est composé principalement de :

1) Amélioration du système d'assainissement, comprenant la mise en place de collecteur principal et la nouvelle construction de stations de pompage, et
2) Extension et réhabilitation de la station d'épuration des eaux usées.

9.6.2 Activités exigeant des considérations environnementales

Les activités principales qui requièrent des considérations environnementales sont comme suit :

- Démolition des conduites en amiante-ciment,
- Excavation,
- Installation des nouvelles conduites, et
- Réhabilitation (extension) et construction des stations de pompage ainsi que des stations de traitement des eaux usées et des boues.

9.6.3 Apeçu de la zone du projet et étendue de l'évaluation

(1) Station d'Epuration des eaux usées (STEP) à Koundam

Le site de la STEP existante ainsi que le site du projet de son extension sont situés dans le quartier de Koundam, où 279 ménages comptant 2 322 personnes résident. Cette zone est une partie de la zone d'urbanisation de la ville de Kaolack qui comprend des zones administratives et commerciales. L'extension de la STEP est prévue dans la zone industrielle du quartier de Koundam. Une usine de recyclage de plastiques existe dans la zone industrielle, mais une grande partie de cette zone est non viabilisée. La Mairie prévoit de mettre en place une plage protégée dans le quartier de Koundam, laquelle est située à côté du plus grand hôtel de tourisme à Kaolack (Hôtel Relais) et du site de la

STEP existante. Aucune préoccupation particulière, telle que les groupes ethniques, les parcs nationaux ou naturels, la faune et flore précieuse ainsi que les monuments historiques, n'a été observée sur la zone.

(2) Station de pompage à Darou Salam Ndangane

La station de pompage prévue sera situé au Garage Nioro dans le quartier de Darou Salam Ndangane, où se trouve également un centre commercial et industriel, au sud-est de la ville de Kaolack. L'emplacement du site est environ à 200 m d'un marché et à 100 m de la route principale qui mène à Nioro. L'endroit en question est une zone boueuse avec beaucoup de déchets solides. Un atelier de tombereaux est à côté du site.

(3) Station de pompage à Boustane

Une station de pompage est prévue à Boustane, dans la périphérie ouest de la ville de Kaolack et au côté droite de la route nationale (R1) qui mène à Dakar. Cette zone est l'une des centres de transport de la ville de Kaolack, et une gare routière se situe au sud de la R1. Le site prévu appartient à la zone d'une école islamique, peu loin de la R1.

9.6.4 Considérations sur le milieu naturel et social

Les impacts négatifs possibles sur le milieu naturel et social dus à l'aménagment du système d'assainissement durant la phase de construction et d'exploitation sont résumés dans le **Tableau 9.15**.

Tableau 9.15 Impacts négatifs possibles d'aménagement du système d'assainissement

Phase	Impact	Intensité	Etendue	Importance
Milieu naturel				
Construction	Eparpillement des déchets sur le site	Faible	Locale	Mineure
	Contamination du sol due au déversement d'eaux usées ou aux huiles usées			
	Contamination d'eau par les eaux usées infiltrées			
	Nuisance olfactive (H_2S)			
	Déplacement temporaire d'espèces sauvages			
	Dégradation de la qualité de l'air			
Exploitation	Contamination du sol et des eaux superficielles/souterraines due aux eaux usées déversées du site	Forte		Majeure
	Nuisance olfactive			
	Pertes et déversements éventuels d'eaux usées sur le fleuve lors de dysfonctionnement			
	Fuite d'eaux usées provenant des bassins portant des parois d'étanchéité défectueuses			
Milieu social				
Construction	Inhalation d'amiante (forte exposition)	Faible	Locale	Mineure
	Interruption momentanée du service d'évacuation des eaux usées sur le réseau existant			
	Apparition de maladies infectieuses (due principalement aux eaux souillées)			
	Entraînement des embouteillages et des accidents	Forte		Majeure
	Destruction d'infrastructure public			
Exploitation	Odeur durant l'hivernage			
	Contamination des eaux du fleuve par jets sporadiques durant le dysfonctionnement de la STEP (par panne mécanique ou d'électricité)			

9.6.5 Alternatives "Avec Projet"

(1) Sélection du site pour l'extension de la STEP

Deux variantes de zone d'extension prévue de la STEP sont comparées entre eux, et le "Site N°1" (zone avoisinante de la STEP existante) est sélectionné comme zone convenable pour l'extension de la STEP, tel qu'indiqué dans le **Tableau 9.16**.

Tableau 9.16 Comparaison des zones d'extension de la STEP

Site	Evaluation
Site N°1 (Zone industrielle à Koundam)	Comme le site est à proximité de la STEP existante, les conduites de raccordement n'ont pas besoin d'être longues. Actuellement, la plupart des terrains appartiennent à l'Etat. En cas de dysfonctionnement de la STEP existante, le risque de pollution pourrait être réduite par rapport au "Site N°2". Etant donné que ce site est situé dans le centre de la ville de Kaolack, l'émission d'odeur agressive au voisinage est inquiétée. En outre, certaines parcelles appartiennent à des populations locales.
Site N°2 (Champ de tir militaire à Koundam)	Ce site est situé dans un espace ouvert à Koundam. En outre, ce site a la possibilité de branchement au réseau derrière Ngade, près du quartier de Koundam. Cependant, le coût d'investissement est plus élevé en raison d'une distance d'1 km par rapport à la STEP existante. Comme le terrain appartient à l'armée, la possibilité de l'acquérir est peu probable. Il existe un risque de contamination en cas de défaillance des conduites de raccordement.

(2) Méthode d'épuration des eaux usées dans la zone d'extension de la STEP

Les méthodes d'épuration des eaux usées sont comparées, en se concentrant sur 1) le lagunage aéré, 2) le lagunage naturel et 3) le procédé à boues activées. Comme indiqué dans le **Tableau 9.17**, le lagunage aéré est recommandé pour les raisons que : 1) la surface du terrain disponible est insuffisante dans la zone d'extension pour appliquer un système de lagunage naturel et 2) le procédé à boues activées nécessite une consommation d'énergie élevée.

Tableau 9.17 Comparaison de méthodes d'épuration des eaux usées applicables

Méthode	Evaluation
Lagunage aéré (Méthode proposée dans l'Etude de Faisabilité)	La consommation d'énergie est plus élevée que celle du système de lagunage naturel. Cependant, ceci peut être compensé par une surface requise moins importante et une plus grande possibilité de la réutilisation des eaux usées épurées.
Alternative 1 (Lagunage naturel)	Le système du lagunage naturel ne consomme pas d'énergie et le coût d'investissement est faible. Cependant, cette méthode nécessite une vaste surface.
Alternative 2 (Procédé à boues activées)	Cette alternative nécessite la moindre superficie par rapport aux autres variantes. Toutefois, les coûts d'énergie, de construction et d'entretien sont très élevés.

(3) Traitement des boues dans la zone d'extension de la STEP

Le rapport de l'EIE évalue la méthode la plus favorable parmi les traitements de boues de vidange. Comme le montre le **Tableau 9.18**, le bassin de décantation et les lits de séchage sont recommandés pour le traitement des boues, tenant compte des besoins fonciers et de la charge de travail d'exploitation et de maintenance.

Tableau 9.18 Comparaison de méthodes de traitement de boues applicables

Méthode	Evaluation
Bassin de décantation et lits de séchage (Méthode proposée dans l'Etude de Faisabilité)	Le taux d'enlèvement de la DBO, DCO et TSS est élevé. Le volume des boues est faible après le traitement. Toutefois, les travaux d'entretien des pompes et des conduites sont nécessaires.
Alternative 1. (Lits de séchage non plantés)	L'exploitation et la maintenance sont faciles. Le taux d'enlèvement de la DBO, DCO et TSS est élevé. Toutefois, le volume des boues est grande avec la partie liquide, et ces boues nécessitent beaucoup de temps pour être sèches.
Alternative 2 (Marais artificiels : lits de séchage plantés)	Il pourrait être favorable pour le paysage, et l'odeur est réduite. Toutefois, le taux d'enlèvement dépend des variétés de plantes, et des activités supplémentaires sont nécessaires pour garder les plantes en bonne condition.

9.6.6 Gestion et suivi environnemental

Compte tenu des effets négatifs possibles par l'aménagement du système d'assainissement, des mesures d'atténuation et de minimisation de ces effets ainsi que des plans de suivi sont proposés. Le tableau suivant résume les mesures d'atténuation et de minimisation des effets négatifs ainsi que les plans de suivi, en se concentrant sur les éléments de "l'Intensité est Forte et l'Importance est Majeure".

Tableau 9.19 Mesures d'atténuation/minimisation des effets négatifs ainsi que plan de suivi d'aménagement du système d'assainissement

Phase	Impact	Mesures d'atténuation/minimisation	Plan de suivi
Milieu naturel			
Exploitation	Contamination du sol et des eaux superficielles/souterraines due aux eaux usées déversées du site	• Installer les équipements de secours tels que la pompe et la conduite de dérivation pour détourner les eaux usées à un autre canal ou unité de traitement afin de ne pas contaminer le sol et l'eau de surface autour du site de la STEP. • Former un revêtement sur la surface des lagunes. • Maintenir l'étanchéité de la conduite d'évacuation.	Analyse de la qualité de l'eau (paramètres tels que la DBO_5, la DCO, le TSS, les coliformes fécaux) [Fréquence : au moins 4 fois par an]
	Nuisances olfactives (prévues en particulier à l'endroit de la STEP)	• Placer les lagunes aérées, lesquelles sont les sources majeures des nuisances d'odeur, à l'intérieur de la zone de lagune de décantation du site d'extension de la STEP. • Planter des arbres tels que l'eucalyptus au pourtour de la STEP.	Entrevue avec les habitants autour du site de la STEP [Fréquence : au besoin]
	Pertes et déversements éventuels d'eaux usées sur le fleuve lors de dysfonctionnement des ouvrages	• Installer les équipements de secours tels que la pompe et la conduite de dérivation pour détourner les eaux usées à un autre canal ou unité de traitement • Installer des groupes électrogènes pour utilisation d'urgence.	Observation des ouvrages [Fréquence : quotidienne]
	Fuite d'eaux usées provenant des bassins portant des parois d'étanchéité défectueuses	• Former un revêtement sur la surface des lagunes.	Vérification de la surface des lagunes [Fréquence : annuelle]
Milieu social			
Construction	Entraînement des embouteillages et des accidents	• Enlever et transporter les déblais aussi rapidement que possible. • Etablir un chemin de déviation, des signalisations verticales, des panneaux et des voyants d'avertissement au site de construction.	Observation de volume de trafic et d'embouteillage [Fréquence : tous les 3 mois]
	Destruction d'infrastructure public	• Minimiser l'espace à excaver au niveau des routes publiques particulièrement pendant la pose des conduites d'égouts. • Utiliser du matériel temporaire tel qu'une palplanche pour autant qu'il soit praticable.	Observation [Fréquence : tous les 3 mois]
Exploitation	Odeur durant l'hivernage	• Placer les lagunes aérées, lesquelles sont les sources majeures des nuisances d'odeur, à l'intérieur de la zone de lagune de décantation du site d'extension de la STEP. • Planter des arbres tels que l'eucalyptus au pourtour de la STEP.	Entrevue avec les habitants autour du site de la STEP [Fréquence : au besoin]
	Contamination des eaux du fleuve par jets sporadiques durant le dysfonctionnement de la STEP (par panne mécanique ou d'électricité)	• Installer les équipements de secours tels que la pompe et la conduite de dérivation pour détourner les eaux usées à un autre canal ou unité de traitement afin de ne pas contaminer le sol et l'eau de surface autour du site de la STEP. • Installer des groupes électrogènes pour utilisation d'urgence.	Observation [Fréquence : lors de la défaillance des ouvrages]

9.6.7 Rôle des agences chargées de la mise en œuvre

(1) ONAS

L'ONAS est en charge du traitement des eaux usées de sorte que son délégué régional, l'ONAS

Kaolack, est la partie prenante principale pour la mise en œuvre et le suivi du Projet. Toutes les décisions prises par l'ONAS Kaolack dépendent entièrement du siège de l'ONAS à Dakar.

L'ONAS Kaolack ne dispose pas de compte bancaire, ni d'argent liquide, ce qui fait que toutes les dépenses d'exploitation et de maintenance sont gérées par le siège de l'ONAS. En cas de réparation des installations de la STEP, l'ONAS Dakar passe un contrat directement avec des agences mécaniques à Dakar, qui envoient l'ingénieur à Kaolack. L'argent est directement versé à partir de l'ONAS Dakar à une société d'ingénierie. Toutes les nominations de personnel sont également sous le contrôle de l'ONAS Dakar.

Dans ce contexte, il est essentiel de communiquer et de conclure des accords détaillés sur la gestion financière et des ressources humaines avec le siège de l'ONAS à Dakar pour la mise en œuvre et le suivi efficace du projet, et également pour éviter les risques similaires du projet inachevé de la BID en 2006.

(2) ONGs

Les composantes 'soft' telles que la sensibilisation et la participation de la population sont essentielles afin d'accroître l'efficacité du Projet. Il existe plusieurs ONGs à Kaolack qui travaillent pour l'amélioration de l'environnement avec la DEEC/DREEC et d'autres bailleurs de fonds comme l'Union Européenne. Par exemple, ASDES met en œuvre des projets de nettoyage des écoles et de gestion des déchets. CARITAS recycle les plastiques durs pour fabriquer des toilettes, et distribue et apprend à les utiliser aux personnes pauvres. La coordination avec ces ONGs est inévitable à travers le projet, y compris le suivi.

9.7 Programme de mise en œuvre

9.7.1 Conditions de base

Le programme de mise en œuvre est élaboré en tenant compte de la faisabilité de la procédure de construction pour achever tous les travaux de construction à l'année cible 2020, et de l'estimation du coût postérieur. Le programme de mise en œuvre des projets proposés est basé sur les éléments suivants.

- Le démarrage du projet est prévue pour Novembre 2014.
- Le projet doit être achevé à l'horizon 2020.

Dans la supposition d'un projet de prêt, le programme de mise en œuvre est formulé avec des données/informations disponibles recueillies auprès de la Banque Mondiale, la Banque Africaine de Développement (BAD), la BID etc. La phase préparatoire avant la réalisation du projet pourrait se définir comme suit.

- Arrangement de fonds (Echange de note, Accord de prêt) et passation de marché de services d'expert-conseil : 12 mois
- Conception détaillée, appel d'offres et contrat avec l'entrepreneur : 18 mois

9.7.2 Plan de mise en œuvre

Pour élaborer le plan de mise en œuvre des ouvrages d'assainissement, les points suivants devront être pris en compte.

- Les précipitations annuelles à Kaolack, se produisant principalement entre le mois de juillet et de septembre, sont d'environ 560 mm. Pendant la saison des pluies, les précipitations mensuelles varient entre 120 et 220 mm. Comparée à la quantité de pluie du Japon ou des pays d'Asie de Sud-Est, celle de Kaolack est beaucoup moins importante. Ainsi, il n'existe pas de conditions spéciales qui affecteraient profondément la productivité. En conclusion, le coefficient d'arrêt de travail de 1,35, appliqué dans une condition normale, est utilisé, sur la base du manuel de la JICA relatif à l'estimation du coût. En outre, les coefficients régionals de la main-d'œuvre et des équipements dans une région d'Afrique, i.e. 2,0 pour les travaux à main-d'œuvre simple, 3,5 pour les travaux à main-d'œuvre qualifié et 70% pour les travaux à la machine, sont appliqués.
- En principe, les travaux du réseau d'égouts devront être effectués de l'aval à l'amont.

- Les travaux relatifs au réseau d'égouts, aux stations de pompage et à la station d'épuration devront être commencés simultanément afin de pouvoir achever la totalité des travaux sur une durée de 30 mois. En outre, les travaux relatifs aux conduites secondaires, qui ne sont pas inclus dans l'étendue de ce Projet, seront également possibles d'être exécutés parallèlement sur une durée de 30 mois. Toutefois, dans un tel cas, la coordination entre les deux projets est requise en termes du calendrier de travaux pour minimiser l'effet néfaste à la circulation existante et éviter le risque d'accident dû au chevauchement ou à l'étroitesse de la zone de travaux.
- A en juger par le volume et la séquence de travail, les travaux de construction du réseau d'égouts d'un linéaire total de 18 km semblent être le chemin critique. Ci-dessous sont la séquence de travail pour la construction de réseaux d'égouts; (i) démolition de la route bitumée existante, (ii) excavation, (iii) remblayage du dessous de la canalisation d'égouts par du sable apporté, (iv) pose de conduites, (v) remblayage autour des conduites, (vi) remblayage utilisant des déblais sélectionnés, (vii) couche de fondation inférieur granulaire, (viii) couche de base en agrégat, et (ix) couche de roulement.

9.7.3 Services de conseils

(1) Etendue des services

L'étendue des services de conseils est résumée ci-dessous.

- Phase de conception détaillée
- Phase de pré-construction
- Phase de construction

(2) Rapports

Le consultant devra préparer et soumettre divers rapports et documents à l'ONAS selon l'étape et le progrès du projet, comme suit : (i) rapport de commencement, (ii) rapport d'avancement bimestriel, (iii) rapport de plan définitif, (iv) rapport de conception détaillée, (v) rapport d'évaluation de préqualification, (vi) rapport d'évaluation d'appels d'offres, (vii) manuel d'exploitation et de maintenance, (viii) rapport de suivi et de gestion de l'environnement, (ix) rapport de l'achèvement de prestations.

(3) Calendrier des travaux

Chaque composante des services de génie-conseil devra être achevée dans le délai spécifié ci-dessous.

(i)	Conception détaillée	:	12 mois
(ii)	Pré-construction	:	6 mois
(iii)	Construction	:	30 mois
(iv)	Transfert de connaissances	:	1 mois

Le projet requiert donc un total de 48 mois de prestations de génie-conseil.

(4) Experts requis

Au total, 32 experts et 290,4 hommes-mois sont nécessaires pour les services de génie-conseil, dont 15 experts et 113,8 hommes-mois sont des consultants étrangers et 17 experts et 176,6 hommes-mois sont ceux locaux.

9.7.4 Calendrier de mise en œuvre

Le calendrier détaillé de la mise en œuvre est élaboré comme indiqué sur la **Figure 9.11**.

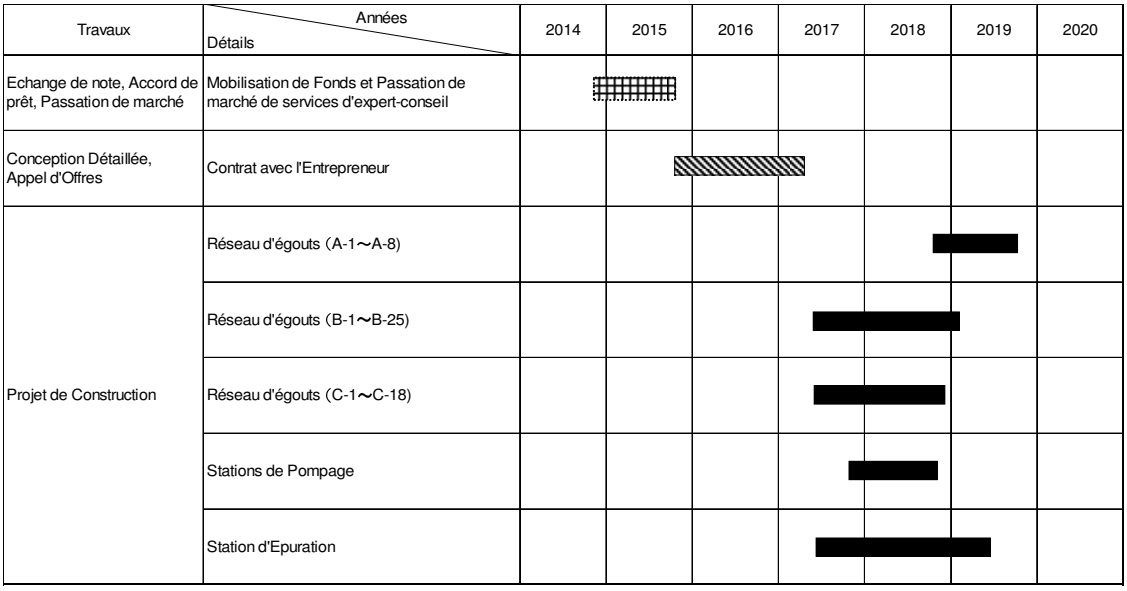


Figure 9.11 Calendrier de mise en œuvre d'aménagement des ouvrages d'assainissement

9.7.5 Calendrier de décaissement

Sur la base du calendrier de mise en œuvre, le calendrier de décaissement du coût, duquel le total s'élève à 31 713 millions de FCFA dont 6 551 millions de FCFA en monnaie étrangère et 25 162 millions de FCFA en monnaie locale, est proposé à l'égard du projet pour une période de 2014 à 2019.

9.8 Indicateurs d'exploitation et d'effet

Pour évaluer l'impact de la mise en œuvre des projets prioritaires relatifs à l'amélioration de l'assainissement, des indicateurs sont fixés pour l'année cible 2022 (deux ans après l'achèvement des projets), comme indiqué sur le tableau suivant.

Tableau 9.20 Indicateurs d'exploitation et d'effet

Indicateurs	Unité	Année		Remarques
		2012 (Présent)	2022 (Année cible)	
(1) Indicateurs d'exploitation				
Population desservie par les ouvrages d'assainissement	personne	17 330	91 600	
Population desservie par les ouvrages de traitement des boues de vidange	personne	-	118 800[1)]	
Taux d'utilisation des ouvrages (STEP)	%	Surchargée	47	
Concentration de DBO_5 dans l'influent	mg/l	377	454	
Concentration de DBO_5 dans l'effluent	mg/l	88	40	
Efficacité du traitement de la DBO_5	%	77	91	
(2)-1 Indicateurs d'effet (de la zone du Projet)				
Pourcentage de population desservie	%	30	75	
Pourcentage de population branchée	%	15	68	
Linéaire total de collecteur principal	km	7,96	20,61	
(2)-2 Indicateurs d'effet (du tout le centre-ville)				
Pourcentage de population desservie	%	13	36	
Pourcentage de population branchée	%	6	28	
Linéaire total de collecteur principal	km	13,61	26,26	

Note : Toutes les valeurs de l'année 2022 sont obtenues par méthode d'interpolation avec l'utilisation des valeurs du plan d'implantation de 2020 et 2025 du Plan Directeur. La population de la zone du projet comporte celle de la zone de desserte existante.

1) Cette valeur est équivalente à 50% de la population de la zone d'assainissement autonome. Ce 50% est le pourcentage actuel de personnes qui utilisent le système d'assainissement autonome, un chiffre obtenu par l'entrevue avec les organismes connexes et les ONGs.

9.9 Evaluation du projet

Sur la base des analyses qui précèdent, les projets prioritaires de l'amélioration de l'assainissement sont évalués comme suit.

- Une capacité de traitement des eaux usées de 15 000 m^3/jour et une zone de 848 ha embrassée de collecteurs seront obtenues par la mise en œuvre des ouvrages d'assainissement tels que les collecteurs, les stations de pompage et la station d'épuration. Par conséquent, l'état sanitaire de la zone pourrait être amélioré progressivement et sensiblement, en combinaison avec l'installation d'égouts secondaires. L'ONAS est responsable de l'installation d'égouts secondaires. L'assistance financière aux fins de la mise en place des conduites secondaires serait envisagée par les bailleurs de fonds tels que la Banque Mondiale et/ou le Gouvernement du Sénégal par le biais de l'ADM, qui sont impliqués dans les projets concernés d'assainissement de Kaolack. La construction d'ouvrages de traitement des boues de vidange serait également bénéfiques aux habitants de la zone d'assainissement autonome.
- Les technologies appliquées à la station de pompage et à la station d'épuration des eaux usées sont de point de vue technique sensées pour l'exploitation et la maintenance, car toutes les stations de pompage prévues utilisent des pompes de type submersible lesquelles sont déjà appliquées aux stations de pompage existantes. En outre, la station d'épuration est conçue sur la base de lagunage naturel et de lagunage aéré, lesquels sont les méthodes de traitement les plus simplifiées.
- Aucune réinstallation n'est nécessaire car tous les ouvrages prévus sont construits et/ou installés au-dessous des voies publiques ou dans une zone vide.
- Durant la phase de construction, les impacts négatifs tels que l'interruption de circulation routière, en particulier durant la mise en place de conduites d'égouts, ainsi que le bruit, la poussière et les vibrations, seraient inévitables. Mais les impacts pourraient être minimisés par l'introduction des contre-mesures telles que la mise en place d'une voie de déviation, d'un asperseur et des équipements de construction sélectionnés à faible niveau de bruit et/ou de vibration, autant que faire se peut.
- Pour mettre en œuvre les projets prioritaires, une assistance financière par le gouvernement du Sénégal est fortement exigée.
- Tenant compte du faible taux de couverture du réseau d'égouts dans la ville de Kaolack, le branchement des maisons au réseau d'égouts devrait être accéléré par l'aide financière du gouvernement sénégalais afin d'optimiser le système du réseau d'égouts. Le coût typique de la conduite à partir de la boîte de branchement à l'intérieur de maison (50 000 à 100 000 FCFA), ce qui équivaut à environ 42 à 83% du revenu mensuel moyen de 120 000 FCFA/ménage, crée un fardeau financier pour chaque ménage. Dans de telles circonstances, l'aide financière du Gouvernement du Sénégal est nécessaire pour améliorer le faible taux de branchement au réseau d'égouts de la ville de Kaolack.
- Des conseils administratifs effectués aussi bien par l'ONAS que par la Mairie de Kaolack aux pourvoyeurs de services de vidange des boues sont fortement recommandés pour convaincre ces derniers à utiliser les installations de traitement des boues de vidange et réduire par la même occasion les frais de vidange fixés par demeure.

CHAPITRE 10. PLAN DE GESTION DU DRAINAGE DES EAUX PLUVIALES

10.1 Général

10.1.1 Composantes du projet prioritaire

Les composantes du projet sont comme suit :

Tableau 10.1 Composantes du projet de l'Etude de Faisabilité

Ouvrages		Spécifications (Largeur × Hauteur, Longueur)	Remarques
Dalot	N-0	1,7m × 1,7m, L = 761,5 m	Nouvelle construction
	N-1	2,0m × 1,8m, L = 568,2 m	
	N-2	1,2m × 1,2m, L = 970,5 m	
	N-3	2,2m × 2,0m, L = 711,1 m	
	N-4	1,6m × 1,6m, L = 1151,5 m	
	N-5	2,5m × 2,4m, L = 859,6 m	
	N-6	2,7m × 2,6m, L = 1265,5 m	
	N-9	2,9m × 2,9m, L = 374,3 m	
	N-PE	(2,1m × 1,6m) × 3, L = 1619,5 m	
Station de pompage (P_N)		Nombre de pompes : 5 unités × 3,2 m^3/s Surface requise : 4 300 m^2 Hauteur de charge totale : 3,2 m	Nouvelle construction
Bassin de rétention		Capacité brute de stockage : 39 000 m^3 Surface du fond : 14 250 m^2 Profondeur du bassin : 2,5 m	Nouvelle construction

Les emplacements des ouvrages hydrauliques prévus sont montrés sur la **Figure 10.1**.

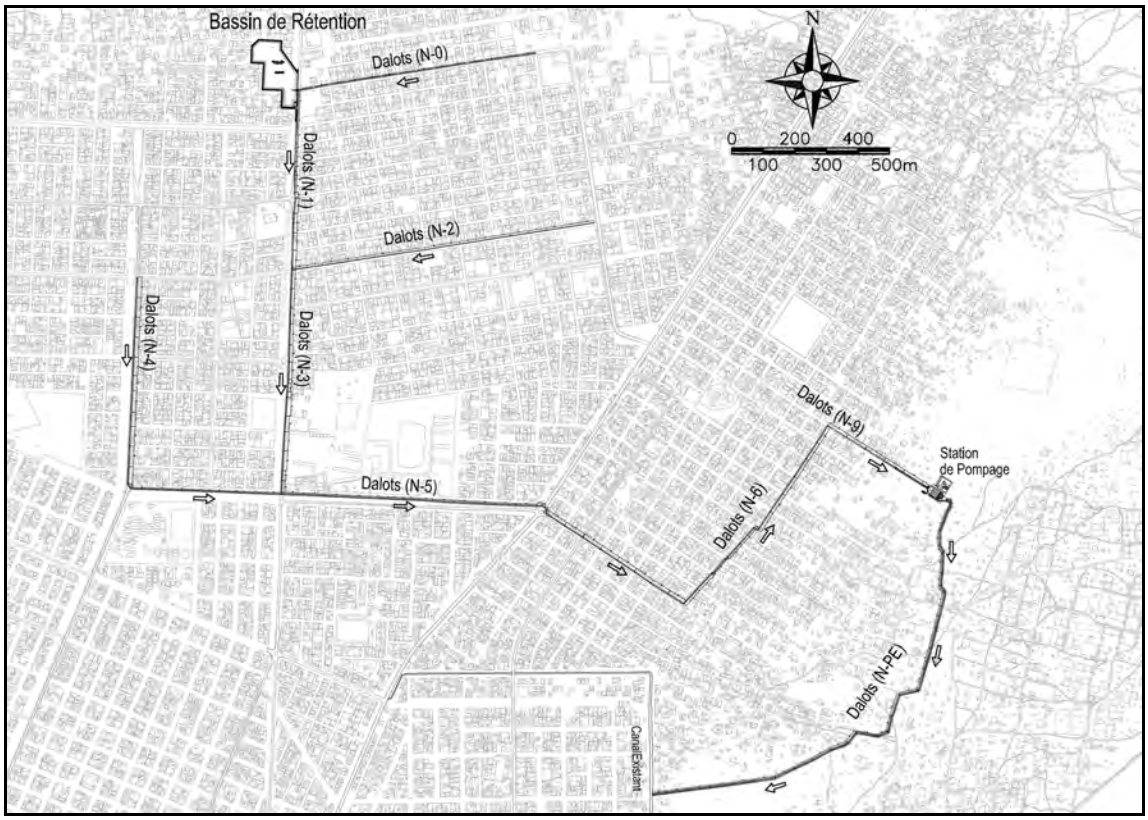


Figure 10.1 Localisation des ouvrages hydrauliques prévus

10.2 Conception préliminaire des ouvrages hydrauliques

10.2.1 Conditions de conception

(1) Echelle de conception

Une période de retour de 10 ans est adoptée pour la planification du drainage de la ville de Kaolack.

(2) Données de base utilisées

Ci-dessous sont les données de base utilisées lors de la conception préliminaire.

(a) Cartes topographiques

Une étude topographique a été menée à l'étape de l'Etude de Faisabilité. Les coupes transversales (niveau du sol) aux points majeurs (50 m d'intervalle) et les profils en long (niveau d'altitude) obtenus par les levés sont utilisés comme base de la conception des dalots.

(b) Conditions du sol

Une étude géotechnique par sondage et analyse du sol a été menée à l'étape de l'Etude de Faisabilité. Les données principales du sol obtenues par cette étude sont utilisées dans la conception des ouvrages hydrauliques tels que les dalots de drainage, la station de pompage et le bassin de rétention, ainsi que dans la détermination de méthode de construction.

(c) Références

Les rapports et/ou guides suivants sont employés lors de la conception des ouvrages; (i) Etude sur le drainage urbain et le système d'assainissement de la ville de Dakar et de ses environs, JICA, 1994, (ii) Plan Directeur de l'Assainissement Urbain des Eaux Usées et des Eaux Pluviales de Kaolack, Direction de l'Assainissement, Ministère de l'Hydraulique, 1982, (iii) Guide de Planification et de Conception des Ouvrages d'Assainissement, Association Japonaise des Travaux d'Assainissement, 2009, (iv) Plans Types en Génie Civil, Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme, Japon.

(3) Analyse hydraulique

Le débit nominal des ouvrages hydrauliques estimé dans le cadre du Plan Directeur est appliqué.

10.2.2 Dalot de drainage

(1) Principes de base de la mise en œuvre de nouveaux dalots de drainage

Ci-dessous sont les principes de base pour la mise en œuvre de nouveaux dalots de drainage.

- Les dalots seront fabriqués en principe par bétonnage sur place.
- Dans l'ensemble, une profondeur minimale de recouvrement de 0,5 m est adoptée conformément aux Plans Types en Génie Civil pour les dalots. Au cas où la profondeur de recouvrement serait inférieure à 0,5 m, le dalot devra être analysé/conçu s'il est capable de supporter les charges et forces prévues.
- La pente longitudinale du fond varie d'une pente douce à une pente raide vers l'amont. Une vitesse minimale d'une valeur de 0,8 m/s est maintenue pour éviter le dépôt de sédiments. Et une vitesse maximale de 3,0 m/s devra être adoptée pour réduire la dissipation d'énergie.
- La fondation de dalot est reposé directement, compte tenu des conditions géotechniques et géologiques.
- Des regards sont normalement installés sur les intersections majeures, aux points où la taille et la jonction des conduites changent à l'exception de branchements aux demeures ou bâtiments.

(2) Tracé proposé et débit nominal

Le tracé prévu des nouveaux dalots de drainage est indiqué dans la **Figure 10.2**, dont la plupart sont installés en dessous des voies. La longueur totale de ce réseau de dalot est d'environ 8 280 m. Le débit estimé du réseau de dalot conçu pour une période de retour de 10 ans est également présenté sur la figure.

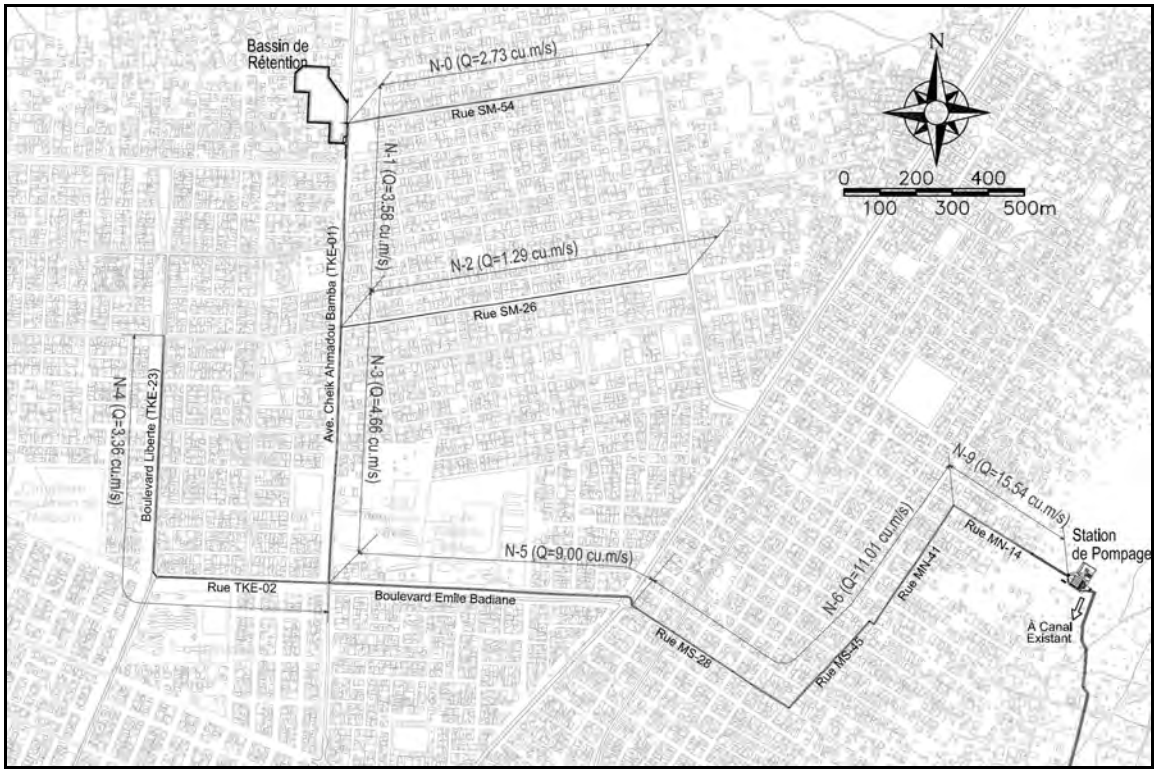


Figure 10.2 Tracé prévu et débit nominal de nouveaux dalots de drainage

(3) Conception préliminaire

Conformément aux critères de conception susmentionnés des ouvrages hydrauliques, de nouveaux dalots de drainage sont conçus. Le tracé prévu du réseau des nouveaux dalots de draiange est présenté dans le **Tableau 10.2**. La longueur totale est de 8 280 m environ. Les caractéristiques majeures des dalots de drainage sont récapitulées dans le **Tableau 10.3**.

Tableau 10.2 Tracé prévu des nouveaux dalots de drainage

Dalot prévu	Numéro/nom des rues	Type de revêtement
N-0	Rue SM-54	Asphalt
N-1	Ave. Cheik Ahmadou Bamba (TKE-01)	Asphalt
N-2	Rue SM-26	Aucun revêtement (route en terre)
N-3	Ave. Cheik Ahmadou Bamba (TKE-01)	Asphalt
N-4	Boulevard Liberte (TKE-23), Rue TKE-02	Béton
N-5	Boulevard Emile Badiane	Asphalt
N-6	Rue MS-28, Rue MS-45, Rue MN-41	Aucun revêtement (route en terre)
N-9	Rue MN-14	Aucun revêtement (route en terre)
N-PE	Aucun numéro de rue	Aucun revêtement (route en terre)

Tableau 10.3 Caractéristiques majeures des dalots de drainage

Dalot	Dimensions (Largeur×Hauteur)	Longueur (m)	Nombre de regard
N-0	1,7m × 1,7m	761,5	14
N-1	2,0m × 1,8m	568,2	13
N-2	1,2m × 1,2m	970,5	18
N-3	2,2m × 2,0m	711,1	15
N-4	1,6m × 1,6m	1 151,5	20
N-5	2,5m × 2,4m	859,6	17
N-6	2,7m × 2,6m	1 265,5	22
N-9	2,9m × 2,9m	374,3	6
N-PE	(2,1m × 1,6m) × 3	1 619,5	28
TOTAL		8 281,7	153

Afin d'évacuer les eaux de la chaussée au dalot sans difficultés et de manière efficace, un avaloir et des conduites d'admission seront nouvellement mis en place aux intersections. Les images d'avaloir et de conduite d'admission sont montrées dans la **Figure 10.3**.

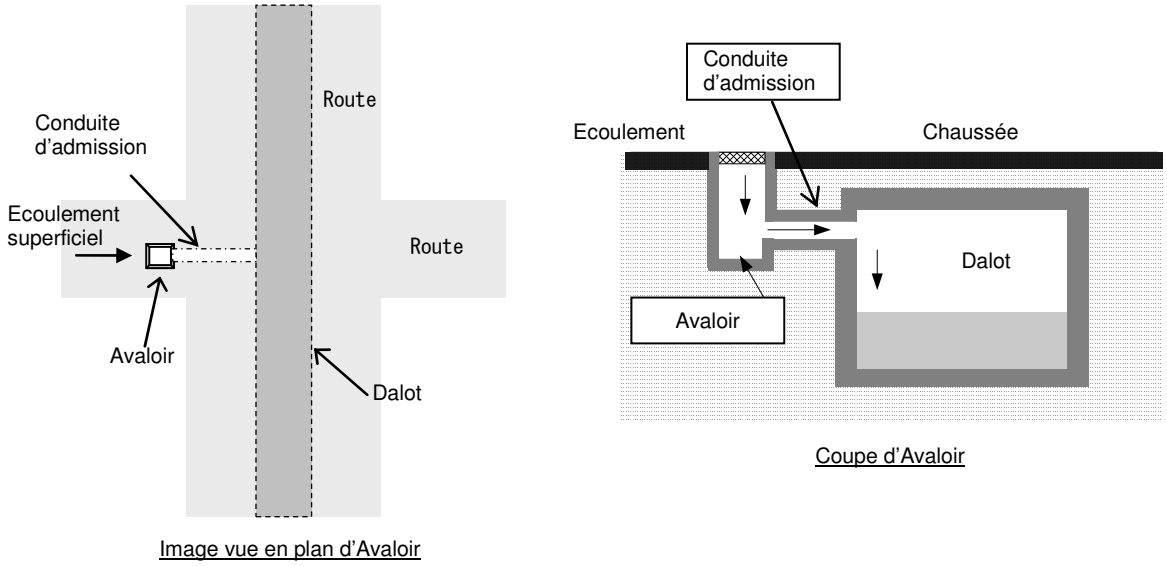


Figure 10.3 Image d'avaloir et de conduite d'admission

10.2.3 Station de pompage

(1) Principes de base de la construction de nouvelle station de pompage

La station de pompage est conçues conformément au "Guide de Planification et de Conception des Ouvrages d'Assainissement, Association Japonaise des Travaux d'Assainissement, 2009". Compte tenu des aspects économiques et de conception, la station de pompage devra être située dans une zone de faible altitude.

(2) Emplacement proposé

Le drainage des eaux pluviales de la partie nord de la ville de Kaolack requiert l'installation de cette nouvelle station de pompage qui sera construite en aval de l'emplacement proposé du réseau de dalots de drainage. A l'issue de la discussion avec la Mairie de Kaolack à propos de la mise à disponibilité du terrain pour la nouvelle station de pompage, le lieu figurant dans la **Figure 10.1** a été finalement déterminé. La superficie totale requise est d'environ 4 300 m^2. Ce site prévu appartient à l'Etat.

(3) Conception préliminaire

Le débit nominal de la nouvelle station de pompage estimé dans le Plan Directeur est appliqué. Ainsi, la capacité totale requise de la pompe est de 16,0 m^3/s. Le nombre de pompes prévues est de 5 unités, chaque unité ayant une capacité de 3,2 m^3/s (hauteur de charge totale : 3,2 m), compte tenu d'exploitation et de maintenance ainsi que de la surface de terrain alloué à cette station. La pompe de type submersible est choisie pour cette nouvelle station de pompage, compte tenu d'espace de pompe requis, des travaux d'installation ainsi que d'exploitation et de maintenance. Le plan de la station de pompage est montré dans la **Figure 10.4**.

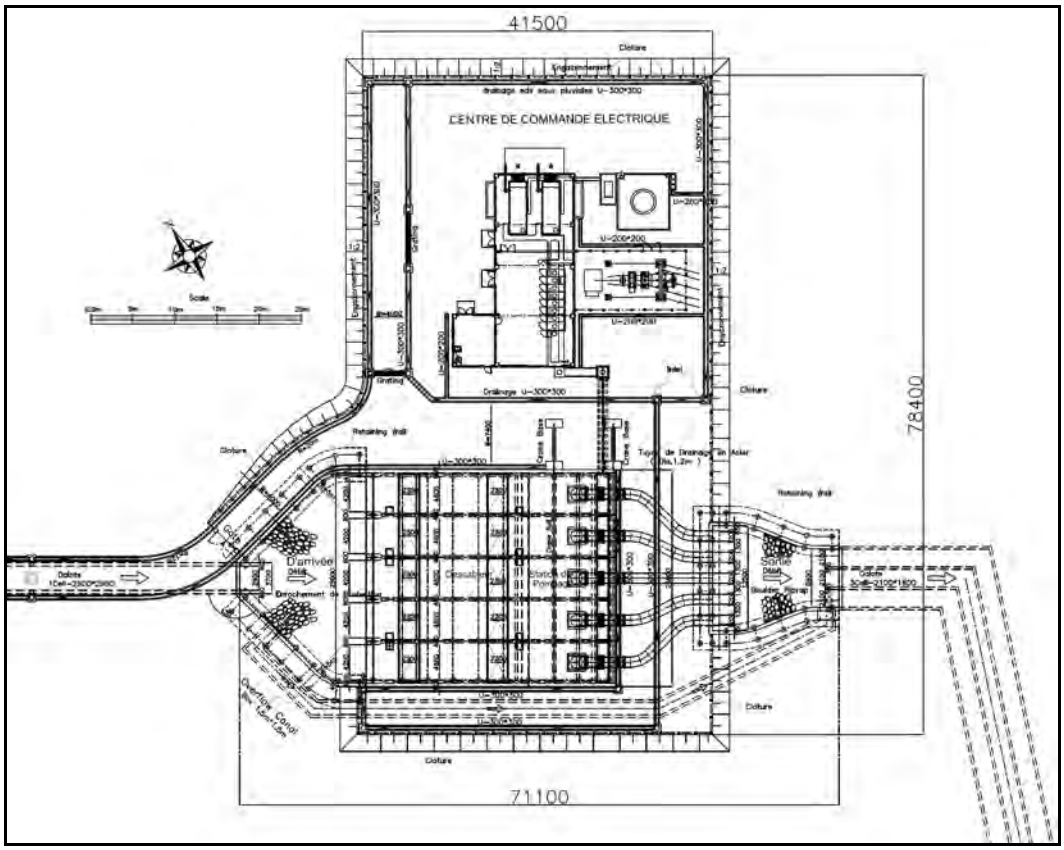


Figure 10.4 Plan de nouvelle station de pompage

10.2.4 Bassin de rétention

Le bassin de rétention est proposé aux fins d'atténuation des inondations, car il a pour fonction de stocker temporairement l'écoulement des eaux et d'atténuer le débit de pointe de l'écoulement des eaux.

(1) Principes de base de la conception du bassin de rétention

Le bassin de rétention est conçu dans le respect des caractéristiques hydrauliques pour assurer ses fonctions de régulation des inondations, conformément aux "Normes Techniques portant sur la Planification et la Conception de Bassin de Rétention des Eaux Pluviales (Avant-projet), Association Japonaise des Travaux d'Assainissement". Compte tenu des caractéristiques topographiques et de la condition actuelle du site, un bassin de rétention de type excavé sera appliqué.

(2) Emplacement prévu

L'emplacement prévu pour le bassin de rétention est indiqué dans la **Figure 10.1**. Le lieu choisi est situé dans une zone de faible altitude, en sorte que durant la période des pluies les eaux pluviales seront drainées jusqu'à ce lieu proposé à travers la chaussée suivant la topographie locale. Ce site prévu appartient une partie à l'Etat et une partie à des propriétaires privés.

(3) Conception préliminaire

Le bassin de rétention est conçu conformément aux critères de conception susmentionnés. Le plan général du bassin de rétention est montré sur la **Figure 10.5**. Les caractéristiques majeures du bassin de rétention sont récapitulées dans le **Tableau 10.4**.

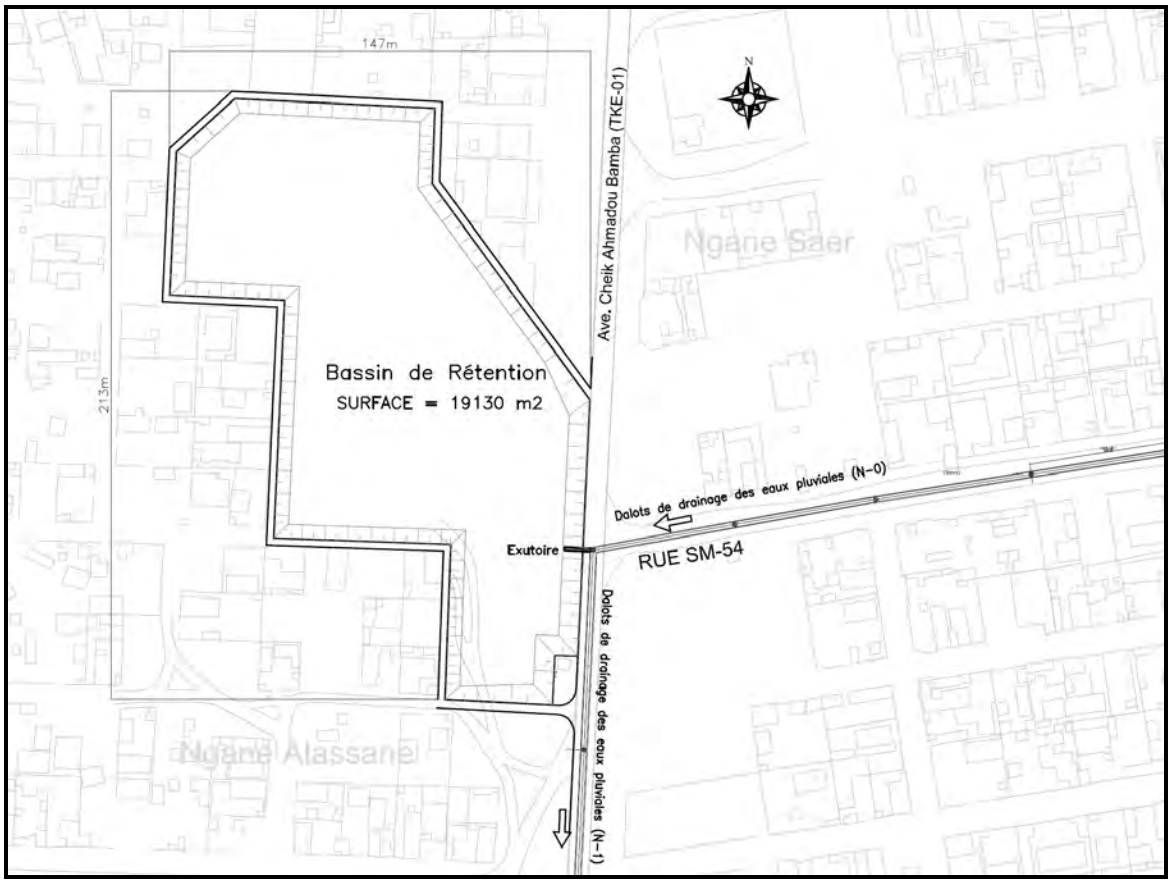


Figure 10.5 Plan général du bassin de rétention

Tableau 10.4 Caractéristiques majeures du bassin de rétention

Superficie (m^2)	Superficie du fond du bassin (m^2)	Altitude du fond du bassin (m)	Capacité brute de stockage (m^3)	Altitude de chemin d'entretien (m)
17 437 [7]	14 250	0,85	39 000	3,35

- La revanche minimale du bassin de rétention au-dessus du niveau haut de l'eau nominal de l'ouvrage est fixé à 0,6 m.
- 2,5m de largeur de berme est adoptée, tenant compte de la procédure adéquate de construction. La berme sera revêtue en béton.
- Le dimensionnement du creusement approprié pour sécuriser la pente est de plus de 1,0 en vertical sur 2,0 en horizontal.
- Une clôture en grille sera mise en place au pourtour du bassin de rétention aux fins de sécurité.
- La végétalisation aide à prévenir l'érosion et à renforcer la stabilité du site. Au niveau de la pente du talus, des herbes indigènes seront aménagées.
- La coupe transversale type du bassin de rétention est montrée dans la **Figure 10.6**.

[7] Au niveau du Plan Directeur, la superficie du bassin de rétention est estimée à 15 000 m^2 par un calcul approximatif.

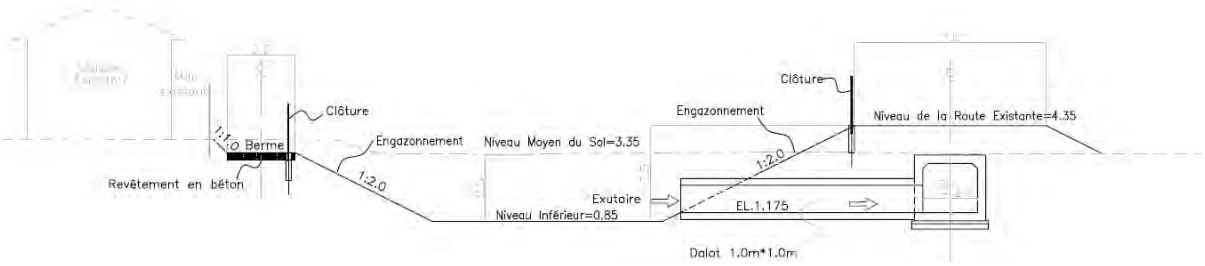


Figure 10.6 Coupe transversale type du bassin de rétention

- Le bassin de rétention est muni d'un orifice d'évacuation d'une dimension de 1,0 m × 1,0 m en aval. Le volume de rejet est calculé selon la formule suivante :

$H \leq 1{,}2D \quad Q = 1{,}75 \times B \times H^{3/2}$

$H \geq 1{,}8D \quad Q = C \times B \times D \times \sqrt{2g(H - D/2)}$

Si 1,2D < H <1,8D, le débit de rejet Q est l'approximation par interpolation linéaire utilisant le Q des deux équations ci-dessus.

Où,

Q = débit d'évacuation, m^3/sec
C = coefficient de débit (=0,6)
B, D = B : largeur, D : profondeur, m
H = hauteur de chute nette, du centre de l'orifice au niveau de la surface d'eau, m
g = accélération de la pesanteur, m^2/sec

Les plans et coupes détaillés du bassin de rétention figurent dans "Dessins et Note de Conception".

10.3 Plan de construction

(1) Circonstances générales

Pour considérer un plan de mise en œuvre des ouvrages hydrauliques, il est nécessaire d'étudier les circonstances générales relatives à la disponibilité des matériels et des matériaux de construction. Les points saillants de la passation de marché des matériels et des matériaux de construction sont les suivants.

- Les matériaux en acier disponibles sont très limités, ce qui fait que l'utilisation temporaire de matériaux en acier pour le terrassement et/ou les travaux d'ouvrage d'art n'est pas une méthode répandue au Sénégal.
- Les éléments mécaniques tels que les équipements de pompage doivent être importés de l'étranger.
- Il n'existe pas de centrale de dosage commercialisée aussi bien pour le béton prêt à l'emploi que pour le bitume. Seuls les grands entrepreneurs à Dakar disposent de leurs propres centrales.

(2) Plan de construction

Sur la base des circonstances générales au Sénégal, les éléments suivants sont pris en compte pour la condition de mise en œuvre des ouvrages hydrauliques, à savoir le dalot de drainage, la station de pompage et le bassin de rétention.

- L'excavation à ciel ouvert devra être appliquée.
- Pendant l'excavation en dessous du niveau d'eau souterraine, il est nécessaire de diminuer le niveau de la nappe phréatique avec des pompes submersibles.
- Comme indiqué sur la coupe transversale type ci-dessous de l'excavation relative à la mise en place du dalot, une largeur de 1,0 m à côté du dalot est conçue pour un vide de travail. Aux fins de la stabilité de la pente, une berme temporaire d'un mètre (1 m) de large et une pente d'un rapport de 1:1 au-dessus de la berme sont prévues.

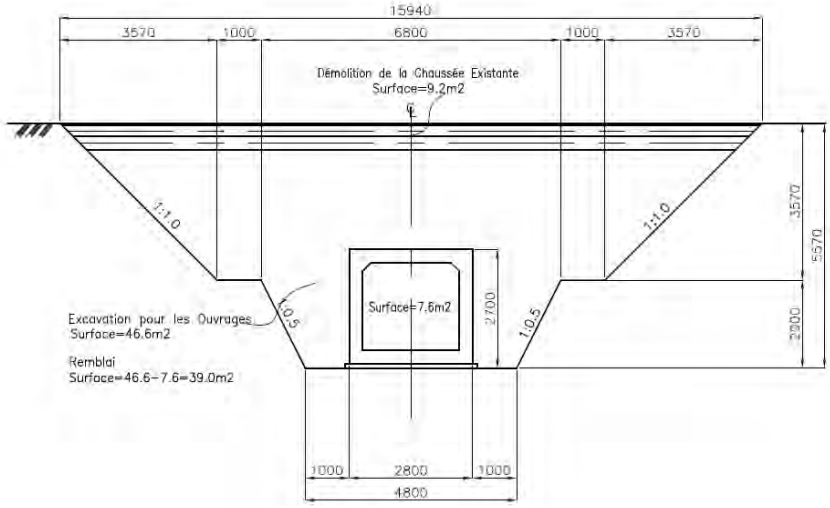


Figure 10.7 Coupe transversale type d'excavation relative à la mise en place de dalot

- Une centrale de dosage sur site pour le béton et le bitume doit être mise en place.
- Au niveau des zones où la route est rétrécie par l'excavation à ciel ouvert, la route existante devra être utilisée comme une déviation temporaire afin de maintenir la circulation.
- A en juger par la largeur d'excavation à ciel ouvert pour le dalot et par la quantité importante des déblais, l'espace à coté du site d'excavation reste insuffisant pour l'empilage des matériaux excavés. Ainsi, il est nécessaire d'acheminer les terres au site de décharge (situé à 15 km du site). Par conséquent, l'utilisation du sable stocké au gîte d'emprunt est prévue pour le remblayage.
- L'emplacement de décharge prévue pour à la fois l'excès de déblais et les débris de béton est à environ 15 km de distance du centre de Kaolack.
- L'emplacement du gîte d'emprunt de terres utilisables est distant du centre de Kaolack d'environ 20 km.
- A en juger par les données de sondage, il est supposé que le sol de la zone située en aval des stations de pompage proposées est mou. Ainsi, les travaux d'amélioration du sol en dessous des dalots proposés, N-PE (L=1619,5 m), avec l'utilisation de la méthode de remplacement du sol (utilisation du sable apporté) sont considérés.

(3) Engins de construction majeurs

Les engins de construction majeurs à utiliser dans le cadre du projet sont les suivants.

Tableau 10.5 Engins de construction majeurs

Travaux	Engins de construction
Terrassement	(1) Excavateurs de 0,7 à 1,2 m^3, (2) Camions bennes de 10 tonnes, (3) Bulldozers de 3 à 16 tonnes, (4) Rouleaux compresseur de 1 tonne, et (5) Pilon compacteur
Travaux de pieux	(1) Engins de battage de pieux et (2) Grues sur camion (ou tout-terrain) de 20 à 50 tonnes
Travaux en béton	(1) Grues sur camion (ou tout-terrain) de 20 à 25 tonnes, (2) Camions pompe à béton, et (3) Trémies à béton de 1 m^3 (Engin de base : grue de 20 à 25 tonnes)
Travaux routiers	(1) Broyeurs à béton, (2) Bulldozers de 12 à 16 tonnes, (3) Chargeuse sur pneus de 1 m^3, (4) Niveleuses, (5) Rouleaux de macadam de 10 tonnes, (6) Rouleaux à pneu de 20 tonnes, (7) Asphalteuses, et (8) Finisseurs à béton
Travaux mécaniques	(1) Grues sur camion (ou tout-terrain) de 20 à 25 tonnes et (2) Grues sur chenille de 100 tonnes

10.4 Estimation de coût

10.4.1 Coût de construction et coût d'ingénierie

(1) Coût de construction

Le coût de construction est calculé à partir des différentes informations obtenues de l'ONAS Dakar, l'ONAS Kaolack et des entreprises locales et japonaises. Les conditions générales de l'estimation du coût de construction sont les suivantes.

- Le coût de construction est estimé au niveau des prix de l'année 2013.
- La hausse des prix annuelle de 3% est appliqué lors de l'utilisation des données sur le coût des projets antérieurs.
- Le coût est établi en portions de monnaie étrangère et de monnaie locale sur la base des informations obtenues de passations des marchés au Sénégal.

(2) Coût d'ingénierie

Le coût d'ingénierie est calculé sur la base des informations de coût obtenues à partir des entreprises locales comme suit.

- Le coût d'ingénierie est estimé au niveau des prix de l'année 2013.
- Les durées suivantes sont prévues pour les services de conseil.
  - Conception détaillée, services pour la phase pré-construction : 18 mois
  - Supervision de la construction : 36 mois
- La hausse des prix (monnaie étrangère 2,0%, monnaie locale 3,0%) est prise en compte.
- Les imprévus physiques (10%) sont inclus.

10.4.2 Coût du projet

Les conditions estimées du coût de projet sont comme suit.

- Hausse des prix : taux annuel de 2% en monnaie locale et 3% en monnaie étrangère pour le coût de construction
- Imprévus physiques : 10 % du coût de construction
- Coût d'acquisition de terrain : 15 000 FCFA/m^2 pour la station de pompage, et 12 500 FCFA pour le bassin de rétention, compte tenu de la hausse des prix et des imprévus physiques auxquels sont employés les mêmes pourcentages que ceux dans les coûts de construction et d'ingénierie
- Coût d'administration de projet : 2% du montant total des coûts de construction, d'ingénierie et de l'acquisition de terrain
- TVA : 18%
- Taxe à l'importation : 9%
- Le taux d'intérêt pendant la mise en œuvre du projet : taux annuel de 1,4 % pour le coût de construction et 0,01 % pour le coût d'ingénierie
- Commission d'ouverture : 0,2 % du montant total des coûts de construction, d'ingénierie et d'intérêt durant la construction

Le coût du projet est estimé sur la base des éléments susmentionnés. Le coût total du projet s'élève à environ 37 640 millions de FCFA au niveau des prix de 2013, dont 31 480 millions de FCFA en monnaie locale et 6 160 millions de FCFA en monnaie étrangère.

Tableau 10.6 Coût du projet

Eléments du coût	Eléments de travaux	Monnaie Locale (million FCFA)	Monnaie Etrangère (million FCFA)	Total (million FCFA)
Coût de construction	Dalot	15 295	0	15 295
	Station de pompage	1 621	3 120	4 741
	Bassin de rétention	426	0	426
	Total	17 342	3 120	20 462
Hausse des prix		2 937	298	3 235

Imprévus physiques	2 028	342	2 370
Service d'ingénierie	2 479	1 301	3 780
Acquisition de terrain	379	0	379
Administration gouvernementale	604	0	604
TVA	5 372	0	5 372
Taxe à l'importation	339	0	339
Intérêt durant la construction	0	1 037	1 037
Commission d'ouverture	0	62	62
Total (million FCFA)	31 480	6 160	37 640

10.4.3 Coût d'exploitation et de maintenance

Le coût annuel d'exploitation et de maintenance des ouvrages hydrauliques est estimé comme suit. Le coût annuel des activités d'exploitation et de maintenance est de 19,1 millions de FCFA.

Tableau 10.7 Coût annuel d'exploitation et de maintenance

Ouvrages	Coût (million de FCFA)	Remarque
Dalot	2,9	Curage : linéaire de 4 km par an
Station de pompage	10,5	Le coût inclut les frais d'électricité, les dépenses de personnel et d'autres dépenses diverses
Bassin de rétention	5,7	Curage : une fois par an
TOTAL	19,1	

10.5 Analyse économique et financière

10.5.1 Analyse économique sur le projet prioritaire

Le coût du projet est présenté dans le **Tableau 10.6**. Ce projet a des effets positifs sur la réduction du temps d'arrêt des activités économiques causé par les inondations. Les détails de la hauteur et de la durée d'inondation estimées sont indiqués dans le **Tableau 5.10** de la partie 'Plan Directeur' du présent rapport.

Le TREI est calculé à 3,1%. Bien que ce chiffre soit inférieur à 12,0%, qui est le taux d'actualisation public, le projet semble être raisonnable, étant donné que c'est un projet de développement des infrastructures. La raison pour laquelle le TREI des projets prioritaires est plus faible que celui du Plan Directeur (6,7%) est que le premier a pour cible des zones à forte densité de populations en 2012 mais il a été supposé que l'augmentation de la densité s'arrête dans les années qui suivent, et supposé d'exclure les zones à faible densité de population en 2012. Cependant, la population ne cesse d'accroître au fil des années. Ces zones sont couvertes par la phase ultérieure du projet dans le cadre du Plan Directeur.

10.5.2 Analyse financière sur le projet prioritaire

La solution ou l'atténuation relative au drainage des eaux pluviales est l'une des tâches du gouvernement municipal ou national, qui doit être mise en place en tant que développement d'infrastructures. Ainsi, la totalité du coût doit être pris en compte par le budget de l'Etat car la perception des taxes chez les résidents est inappropriée. Cela signifie que le calcul du bénéfice aux fins de l'analyse financière est inapproprié.

(1) Revue du budget de la ville de Kaolack

Le budget de la Ville est finalement contrôlé par le gouvernement central, ou le Ministère de l'Economie et des Finances (MEF). Tout le budget alloué n'est pas utilisé. Ainsi, il y a toujours une somme restante à la fin de l'exercice comptable, qui est reportée sur le budget de l'année fiscale suivante. La raison pour laquelle cette somme est réservée est que généralement comme le budget est alloué par le MEF au compte de la Mairie après quelques mois depuis le début de l'année fiscale, la somme restante est utilisée pour les fonds de fonctionnement, y compris les salaires et autres paiements nécessaires en début d'année fiscale.

Le budget alloué au curage des canaux de drainage des eaux pluviales est montré ci-dessous.

Tableau 10.8 Budget du curage des canaux de drainage de la ville de Kaolack

Année	Prévision finale	Réalisation	%
2005	19 122 950	19 080 000	99,78%
2006	14 659 280	14 640 000	99,87%
2007	10 000 000	0	0,00%
2008	19 999 976	19 998 564	99,99%
2009	10 000 000	9 917 699	99,18%
2010	10 000 000	5 031 048	50,31%
2011	15 000 000	4 548 192	30,32%
2012	23 000 000	7 085 000	30,80%

Source : Ministère de l'Economie et des Finances, et la Mairie de Kaolack

Le pourcentage de réalisation a été faible depuis 2010 parce que les recettes fiscales ont été faibles du fait de la récession économique. Cependant, même en 2012 le taux de réalisation avait été faible, équivalant à moins d'un tiers. Ainsi, l'appui ou les subventions du gouvernement national sont vivement requis pour le développement du système de drainage des eaux pluviales.

10.6 Evaluation d'impact sur l'environnement

10.6.1 Composante du projet

Cette composante est composée principalement de :

- Développement du réseau des canaux de drainage (8,3 km en longueur)
- Développement d'un bassin de rétention (15 000 m^2 en superficie)
- Construction d'une station de pompage

10.6.2 Activités exigeant des considérations environnementales et sociales

Les activités principales qui requièrent des considérations environnementales et sociales sont comme suit :

- Approvisionnement en matériaux de construction (sable, ciment, fer/acier etc.),
- Dragage, excavation et construction de canaux, de bassin de rétention et de station de pompage,
- Transport et élimination des déchets solides provenant du curage du bassin, et
- Fermeture des rues concernées par les travaux

10.6.3 Apeçus de la zone du projet et étendue de l'évaluation

(1) Bassin de rétention à Touba Kaolack

Le bassin de rétention prévu est situé à Khakhoune dans le quartier de Touba Kaolack, au côté droite de la route nationale (R4) menant à Gossas. Etant donné que la terre est déprimée et inutilisée, elle devient un bassin naturel pendant la saison des pluies. Le quartier de Touba Kaolack est situé dans la périphérie nord de la ville de Kaolack, qui se caractérise par une faible population et un manque d'infrastructures socio-économiques et culturelles. Dans cette zone prévu, la réinstallation ne serait pas requise car il n'y a aucune résidence, installation commerciale et population installée sans autorisation jusqu'à présent.

(2) Station de pompage à Médina Baye

Le site de station de pompage à Médina Fass 2 dans le quartier de Médina Baye est situé également dans la périphérie nord de la ville. Il y a une mosquée, étant un patrimoine culturel, au centre du quartier. Le site est situé à environ 350 m à l'est de la mosquée et à 300 m de la route principale derrière la mosquée. La zone est vaste, dénudée et marécageuse (tannes), et il est difficile d'accéder au site en voiture pendant la saison des pluies. Dans cette zone prévu, la réinstallation ne serait pas requise car il n'y a aucune résidence, installation commerciale et population installée sans autorisation jusqu'à présent.

10.6.4 Considérations sur le milieu naturel et social

Les impacts négatifs possibles sur le milieu naturel et social dus à l'aménagment du système de drainage des eaux pluviales durant la phase de construction et d'exploitation sont résumés dans le **Tableau 10.9**.

Tableau 10.9 Impacts négatifs possibles dus à la gestion de drainage des eaux pluviales

Phase	Impact	Intensité	Etendue	Importance
Milieu naturel				
Construction	Contamination du sol par des hydrocarbures et des huiles évacuées	Faible	Locale	Mineure
	Erosion du sol dans les sites de prélèvement de sable			
	Remontée de déchets enfouis lors d'excavation et de construction			
	Dégradation de la qualité de l'air			
	Dégradation ou destruction d'infrastructures publics	Forte		Majeure
Exploitation	Curage des canaux en pré-hivernage	Faible	Locale	Mineure
	Rétention des eaux de pluie (à Touba Kaolack et à la zone Est de Kaolack)	Forte		Majeure
Exploitation	Pression de refoulement par la station de pompage (au niveau de l'exutoire de Médina Nord)	Faible	Locale	Mineure
Milieu social				
Construction	Inhalation de poussières	Faible	Locale	Mineure
	Apparition de maladies infectieuses (surtout par les eaux souillées)			
	Entraînement des embouteillages et des accidents	Forte		Majeure
	Destruction d'infrastructures publics			
Exploitation	Blessure ou accidents (par ex. chute dans des canaux à ciel ouvert)			

10.6.5 Alternatives "Avec Projet"

(1) Système de drainage

Trois alternatives sont comparées entre eux, et le système de drainage proposé dans l'Etude de Faisabilité (des canaux de drainage, un bassin de rétention et une station de pompage) est sélectionné comme le plus favorable, tenant compte de coût-efficacité comme indiqué dans le **Tableau 10.10**.

Tableau 10.10 Comparaison du système de drainage des eaux pluviales

Méthode	Canal de drainage (km)	Bassin de rétention (nombre de site)	Station de pompage (nombre de site)	Coût
Système proposé dans l'Etude de Faisabilité	8,3	1	1	le moins élevé
Alternative 1	8,3	0	1	le 2ème coût le plus élevé
Alternative 2	8,3	0	2	le plus élevé

(2) Canaux de drainage

Les canaux de type fermé et à ciel ouvert sont évalués, et le canal fermé (dalot) est sélectionné comme canal de drainage le plus approprié, tel qu'indiqué dans le **Tableau 10.11**.

Tableau 10.11 Comparaison de type de canaux de drainage des eaux pluviales

Type de canal	Evaluation
Canal de drainage proposé dans l'Etude de Faisabilité (Canal fermé)	Les canaux fermés sont moins visibles après la construction, et il n'y a aucun impact sur le paysage. Il n'y a aucun risque de rejet des déchets solides dans le canal pour les habitants.
Alternative 1 (Canal à ciel ouvert)	Le coût de construction n'est pas très élevé et l'entretien est facile. Cependant, il existe des risques que les canaux à ciel ouvert sont utilisés pour rejeter des déchets solides, ce qui entraîne une détérioration de la situation sanitaire dans le site du Projet. Une bonne IEC (Information-Education-Communication) sur le curage des canaux est requise.

10.6.6 Gestion et suivi environnemental

Compte tenu des effets négatifs possibles par la gestion de drainage des eaux pluviales, des mesures d'atténuation et de minimisation de ces effets ainsi que des plans de suivi sont proposés. Le tableau suivant résume les mesures d'atténuation et de minimisation des effets négatifs ainsi que les plans de suivi, en se concentrant sur les éléments de "l'Intensité est Forte et l'Importance est Majeure".

Tableau 10.12 Mesures d'atténuation/minimisation des effets négatifs et plan de suivi de la gestion des eaux pluviales

Phase	Impact	Mesures d'atténuation/minimisation	Plan de suivi
Milieu naturel			
Construction	Dégradation ou destruction d'infrastructures publics	• Minimiser l'espace à excaver au niveau des routes publiques particulièrement pendant la pose des conduites d'égouts. • Utiliser du matériel temporaire tel qu'une palplanche pour autant qu'il soit praticable.	Observation [Fréquence : tous les 3 mois]
Exploitation	Rétention des eaux de pluie (à Touba Kaolack et à l'est de Kaolack)	• Enlever périodiquement les sédiments à l'intérieur du dalot. • Enlever les boues et ordures dans les canaux à ciel ouvert existants (au point de rejet de la station de pompage).	Observation [Fréquence : tous les 3 mois]
Milieu social			
Construction	Entraînement des embouteillages et des accidents	• Enlever et transporter les déblais aussi rapidement que possible. • Etablir un chemin de déviation, des signalisations verticales, des panneaux et des voyants d'avertissement au site de construction.	Observation de volume de trafic et d'embouteillage [Fréquence : tous les 3 mois]
	Destruction d'infrastructures publics	• Minimiser l'espace à excaver au niveau des routes publiques particulièrement pendant la pose des conduites d'égouts. • Utiliser du matériel temporaire tel qu'une palplanche pour autant qu'il soit praticable.	Observation [Fréquence : tous les 3 mois]
Exploitation	Blessure ou accidents	• Maintenir la clôture construite au pourtour du bassin de rétention	Observation [Fréquence : au besoin]

10.6.7 Rôles de l'agence chargée de la mise en œuvre : la Mairie de Kaolack

La gestion des eaux pluviales rentre dans la responsabilité de la Mairie de Kaolack, qui est soutenue techniquement par l'ONAS Kaolack et les Sapeurs-Pompiers de Kaolack.

La Mairie alloue un budget annuel d'opération environnementale de 200 à 300 millions de FCFA, telle que le nettoiement des routes et les travaux d'assainissement, comprenant les frais de matériels et de mains-d'œuvres. Le Comité Régional de l'Environnement appuie également la Mairie pour les activités d'amélioration de l'environnement.

10.7 Programme de mise en œuvre

10.7.1 Conditions de base

Le programme de mise en œuvre est élaboré en tenant compte de la faisabilité de la procédure de construction pour achever tous les travaux de construction à l'année cible 2020, et de l'estimation du coût postérieur. Le programme de mise en œuvre du projet proposé est basé sur les éléments suivants.

- Le démarrage du projet est prévue pour Novembre 2014.
- Le projet doit être achevé à l'horizon 2020.

Dans la supposition d'un projet de prêt, le programme de mise en œuvre est formulé avec des données/informations disponibles recueillies auprès de la Banque Mondiale, la BAD, la BID etc. La phase préparatoire avant la réalisation du projet pourrait se définir comme suit.

- Arrangement de fonds (Echange de note, Accord de prêt) et passation de marché de services d'expert-conseil : 12 mois
- Conception détaillée, appel d'offres et contrat avec l'entrepreneur : 18 mois

10.7.2 Plan de mise en œuvre

Pour élaborer le plan de mise en œuvre des ouvrages hydrauliques, les points suivants devront être pris en compte.

- Les précipitations annuelles à Kaolack, se produisant principalement entre le mois de juillet et de septembre, sont d'environ 560 mm. Pendant la saison des pluies, les précipitations mensuelles varient entre 120 et 220 mm. Comparée à la quantité de pluie du Japon ou des pays d'Asie de Sud-Est, celle de Kaolack est beaucoup moins importante. Ainsi, il n'existe pas de conditions spéciales qui affecteraient profondément la productivité. En conclusion, le coefficient d'arrêt de travail de 1,35, appliqué dans une condition normale, est utilisé, sur la base du manuel de la JICA relatif à l'estimation du coût. En outre, les coefficients régionals de la main-d'œuvre et des équipements dans une région d'Afrique, i.e. 2,0 pour les travaux à main-d'œuvre simple, 3,5 pour les travaux à main-d'œuvre qualifié et 70% pour les travaux à la machine, sont appliqués.
- En principe, les travaux relatifs aux dalots devront être effectués de l'aval à l'amont.
- Les travaux relatifs aux dalots, aux stations de pompage et au bassin de rétention devront être commencés simultanément afin de pouvoir achever la totalité des travaux sur une durée de 36 mois.
- A en juger par le volume et la séquence de travail, les travaux de construction de dalots de drainage d'un linéaire d'environ 8,3 km semblent être le chemin critique. Ci-dessous sont la séquence de travail pour la construction des dalots; (i) démolition de la route bitumée existante, (ii) excavation, (iii) béton de propreté, (iv) ferraillage, coffrage pour l'assise, (v) coulage du béton pour assise, (vi) ferraillage, coulage, échafaudage pour le mur, (vii) coulage du béton pour le mur, (viii) ferraillage, coffrage, appui pour la dalle supérieure, (ix) coulage du béton pour la dalle supérieure, (x) remblayage en utilisant des terres apportées, (xi) couche de fondation inférieur granulaire, (xii) couche de base en agrégat, et (xiii) couche de roulement.

10.7.3 Services de conseils

(1) Etendue des services

L'étendue des services de conseils est résumée ci-dessous.

- Phase de conception détaillée
- Phase de pré-construction
- Phase de construction

(2) Rapports

Le consultant devra préparer et soumettre divers rapports et documents à la Mairie de Kaolack selon l'étape et le progrès du projet, comme suit : (i) rapport de commencement, (ii) rapport d'avancement bimestriel, (iii) rapport de plan définitif, (iv) rapport de conception détaillée, (v) rapport d'évaluation de préqualification, (vi) rapport d'évaluation d'appels d'offres, (vii) manuel d'exploitation et de maintenance, (viii) rapport de suivi et de gestion de l'environnement, (ix) rapport de l'achèvement de prestations.

(3) Calendrier des travaux

Chaque composante des services de génie-conseil devra être achevée dans le délai spécifié ci-dessous.

(i)	Conception détaillée	:	12 mois
(ii)	Pré-construction	:	6 mois
(iii)	Construction	:	36 mois
(iv)	Transfert de connaissances	:	1 mois

Le projet requiert donc un total de 54 mois de prestations de génie-conseil.

(4) Experts requis

Au total, 31 experts et 322,8 hommes-mois sont nécessaires pour les services de génie-conseil, dont 15 experts et 125,8 hommes-mois sont des consultants étrangers et 16 experts et 197,0 hommes-mois sont ceux locaux.

10.7.4 Calendrier de mise en œuvre

Le calendrier détaillé de la mise en œuvre est élaboré comme indiqué sur la **Figure 10.8**.

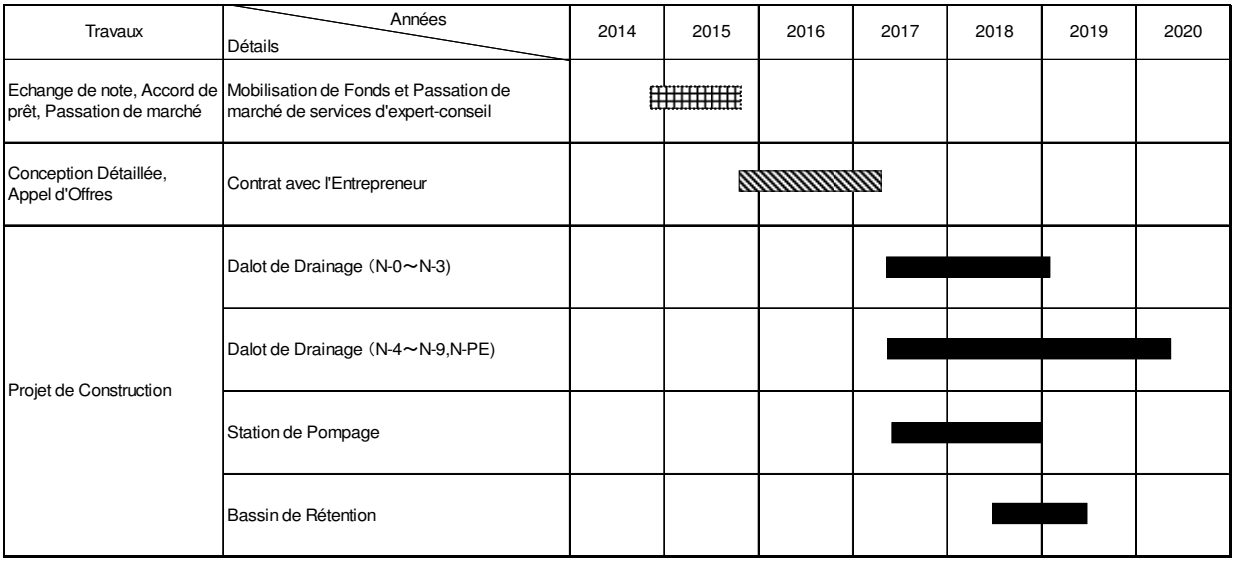


Figure 10.8 Calendrier de mise en œuvre des ouvrages hydrauliques

10.7.5 Calendrier de décaissement

Sur la base du calendrier de mise en œuvre, le calendrier de décaissement du coût, duquel le total s'élève à 37 640 millions de FCFA dont 6 160 millions de FCFA en monnaie étrangère et 31 480 millions de FCFA en monnaie locale, est proposé à l'égard du projet pour une période de 2014 à 2019.

10.8 Indicateurs d'exploitation et d'effet

Pour évaluer l'impact de la mise en œuvre des projets prioritaires relatifs à la gestion de drainage des eaux pluviales, des indicateurs sont fixés pour l'année cible 2022 (deux ans après l'achèvement des projets), comme indiqué dans le tableau suivant.

Tableau 10.13 Indicateurs d'exploitation et d'effet

Indicateurs d'exploitation et d'effet		Unité	Année		Remarques
			2012 (Présent)	2022 (Année cible)	
(1) Indicateurs d'exploitation					
	Capacité de pompe de la Station de Pompage Nord	m^3/s	-	11,1	
	Capacité brute de stockage du Bassin de Rétention	m^3	-	39 000	
(2)-1 Indicateurs d'effet (de la zone du projet)					
	Surface totale inondée lors de précipitations maximales	ha	20	2 [8]	
	Linéaire total du réseau de drainage	km	0	8,3	
(2)-2 Indicateurs d'effet (du tout le centre-ville)					
	Surface totale inondée lors de précipitations maximales	ha	35	74	
	Linéaire total du réseau de drainage	km	20,0	28,3	

10.9 Evaluation du projet

Sur la base des analyses qui précèdent, les projets prioritaires de la gestion des eaux pluviales sont évalués comme suit.

[8] La période de retour de 10 ans est adoptée pour la planification de drainage. Toutefois, en cas de pluie, il est impossible d'éviter le risque de la survenance d'inondation due aux incertitudes telles que les précipitations qui excèdent la pluie de projet, les différences de régime des précipitations et les changements d'utilisation des terres. La surface de la zone d'inondation en 2022 est estimée à 10% de celle de la zone d'inondation actuelle.

- La zone d'inondation dans la zone nord de Kaolack est réduite à un dixième par l'installation du système de drainage proposé.
- Le système de transport des eaux pluviales proposé, qui est composé de dalots, est meilleur que celui du canal à ciel ouvert pour empêcher les gens de déverser les ordures dans les canaux de drainage. En conséquence, l'état sanitaire dans la zone du projet est amélioré.
- Le dalot, la station de pompage et le bassin de rétention proposés conviennent du point de vue technique, tant en exploitation qu'en entretien, car aucune technologie complexe n'est appliquée.
- Aucune réinstallation de personnes n'est nécessaire, car touts les équipements proposés sont construits et/ou installés sous les voies publiques ou dans une zone inoccupée.
- Durant la phase de construction, comme dans les travaux de construction des installations d'égouts, les impacts négatifs tels que l'interruption de circulation routière, en particulier lors de la mise en œuvre de dalots, ainsi que le bruit, la poussière et les vibrations, seraient inévitables. Mais les impacts pourraient être minimisés par l'introduction des contre-mesures telles que la mise en place d'une voie de déviation, d'un asperseur et des équipements sélectionnés de construction à faible niveau de bruit et/ou de vibration, autant que faire se peut.
- Pour mettre en œuvre les projets prioritaires, une assistance financière par le gouvernement du Sénégal est fortement exigée.

CHAPITRE 11. CONCLUSION ET RECOMMANDATION

11.1 Conclusion

Dans la ville de Kaolack, le système d'assainissement, constitué de réseau d'égouts, de stations de pompage et de station d'épuration des eaux usées, est en opération depuis les années 1980. Les installations d'assainissement, en particulier les conduites d'égout, sont cependant progressivement détériorées en raison de la vétusté, et la station d'épuration est surchargée par un mauvais entretien et un manque d'augmentation de la capacité de traitement. En outre, le taux de branchement des maisons dans la zone desservie reste toujours faible en raison de frais de branchement élevés.

Afin d'améliorer les conditions d'assainissement de la ville de Kaolack, trois alternatives ont été choisies et comparées dans le Plan Directeur selon les critères d'évaluation tels que : la population desservie; la facilité d'exploitation et de maintenance ou la fiabilité; le coût d'exploitation et de maintenance; l'impact environnemental. La ville de Kaolack est, en conséquence, divisée en deux zones : (i) zone desservie par le réseau d'égouts et (ii) zone d'assainissement autonome, couvrant respectivement 66% et 34% de la population pour l'année cible 2030, compte tenu du niveau technique, institutionnel et financier de l'ONAS Kaolack, qui est la principale organe en charge de la mise en œuvre.

Sur la base de la planification effectuée, le Plan Directeur propose des installations de traitement d'eaux usées ayant une capacité totale de 21 000 m^3/jour avec comme méthode de traitement le lagunage aéré pour traiter les effluents produits dans la zone de desserte, ainsi que des installations de traitement des boues de vidange au profit des usagers du système d'assainissement autonome. Ainsi, une Etude de Faisabilité a été menée, ciblant principalement les collecteurs principaux, les stations de pompage et la station d'épuration, notamment pour la réhabilitation des lagunes existants ainsi que pour la nouvelle construction de lagune aérée et d'ouvrages de traitement des boues de vidange dans la zone d'extension pour l'année cible 2020.

La ville de Kaolack est vulnérable face aux inondations et aux eaux de pluies en raison de sa topographie de faible altitude, de ses conditions hydrologiques et de la manque de systèmes appropriés de drainage des eaux pluviales. Ainsi, il existe des zones d'inondations habituelles dans la ville. Les crues et inondations ont affecté les résidents, causé des problèmes de mobilité et entravé les activités commerciales de la ville de Kaolack. Les inondations habituelles se produisent dans les zones de basse topographie, ce qui fait que la zone ayant la plus faible altitude dépourvue du système de drainage des eaux pluviales cause des difficultés supplémentaires pour être drainée. La Mairie de Kaolack avait déjà installé un système de drainage comportant des tuyaux de drainage, des canaux à ciel ouvert et des regards, mais dans le centre-ville uniquement. Cependant, les canaux de drainage à ciel ouvert nécessitent d'être améliorés car la plupart de ces canaux ont perdu leur capacité de drainage initiale du fait des fréquents déversements illégaux des déchets solides et d'accumulation de la vase dans ceux-ci.

Le Plan Directeur propose, comme mesures d'amélioration du drainage les plus efficaces, la construction de nouveaux ouvrages hydrauliques pour les zones d'inondation les plus touchées, ainsi que le rétablissement et l'amélioration des capacités originelles de drainage par le dragage et la reconstruction des canaux à ciel ouvert.

Le Plan Directeur et les projets prioritaires proposés pour la ville de Kaolack sont efficaces sur le plan technique, économique, social et environnemental en vue de l'amélioration du drainage des eaux pluviales dans la ville de Kaolack. Avec la mise en œuvre de ce plan d'amélioration du drainage, les zones d'inondations sévères seront réduites et améliorées de façon significative. Il est recommandé au Gouvernement du Sénégal de mener des actions immédiates pour la mise en œuvre des mesures proposées, car Kaolack est une ville économiquement et socialement importante pour le pays.

Quant à la gestion des déchets solides de la ville de Kaolack, des recommandations sur les problèmes de poursuite de la mise en œuvre de gestion des déchets solides ont été formulées sur la base d'une revue du plan directeur d'APROSEN et du projet de la BID.

11.2 Recommandations

Divers problèmes ont été rencontrés au cours de la formulation du Plan Directeur et de l'Etude de Faisabilité. Pour réaliser un environnement urbain sain, qui est tracé par le Plan Directeur et l'Etude de Faisabilité à travers les projets prioritaires retenus, ces problèmes doivent être résolus d'une manière intégrée impliquant les différents parties prenantes. Ainsi, les recommandations suivantes sont données pour accélérer la réalisation du projet.

Attente des Effets de Synergie

- Le Plan Directeur est le premier défi pour améliorer l'ensemble des problèmes d'environnement urbain au Sénégal, en intégrant les éléments environnementaux tels que les eaux usées, les eaux pluviales et les déchets solides. Trois (3) composantes de la planification sont proposées dans le Plan Directeur selon les éléments environnementaux urbains, à savoir l'amélioration du système d'égouts/assainissement, la gestion du drainage des eaux pluviales et la gestion des déchets solides. Puisque ces plans sont étroitement liés et s'influencent mutuellement, ils devront être mis en œuvre en parallèle afin de produire des effets synergique et de réaliser un environnement urbain sain attendu pour la ville de Kaolack.
- Selon les informations de la Mairie de Kaolack (en novembre 2013), le projet de gestion des déchets solides financé par la BID ne tarderait pas à débuter. Même si le projet se concentre sur l'amélioration à court terme des problèmes de déchets solides rencontrés dans la ville de Kaolack, les situations actuelles de dispersion des ordures et de nombreux emplacements de décharges illégales à l'intérieur de la ville seront améliorées grâce à la mise en œuvre du projet. En outre, les ordures accumulées dans le système de canaux de drainage seront extraites périodiquement et transportées à la décharge finale en utilisant des équipements lourds et des camions de transport procurés, ce qui contribue à la restauration et au rétablissement du système de drainage existant.
- Suite à cette amélioration de l'environnement urbain, le système d'assainissement proposé, comprenant la station d'épuration des eaux usées, la station de traitement des boues de vidange et le réseau d'égouts, sera construit séquentiellement. Les problèmes de traitement des eaux usées ainsi que l'élimination des déchets humains non anatomiques qui affectent négativement les conditions de vie des résidents pourraient être résolus par un système d'assainissement amélioré et performant. Si le système de drainage des eaux pluviales proposé est finalement construit, l'environnement urbain pourrait être complètement amélioré.
- Le mécanisme d'amélioration susmentionné utilisant des mesures structurelles peut parvenir à renforcer à la fois les conditions de vie et l'environnement urbain par des effets synergiques. En conséquence, la présente spirale descendante vers la détérioration de l'environnement urbain pourrait changer en spirale ascendante vers un environnement urbain assaini de la ville de Kaolack.

Amélioration de l'Assainissement

- En raison de l'afflux des eaux usées, la STEP est déjà surchargée à sa capacité de traitement, ce qui fait qu'il est plus urgent de réhabiliter le système de lagunage en dysfonctionnement, d'agrandir la station en introduisant une méthode améliorée de traitement (lagunage aéré) et d'installer une station de traitement des boues de vidange. Après achèvement de ce système de traitement, l'amélioration et l'extension du réseau d'égouts pourraient être beaucoup plus faciles.
- L'installation des conduites secondaires n'est pas inclue dans les projets prioritaires. Toutefois, l'installation des conduites secondaires est indispensable pour optimiser les ouvrages majeurs tels que le collecteur principal, les stations de pompage et la station d'épuration des eaux usées. L'ONAS est responsable de l'installation des conduites secondaires et il devrait trouver une source financière pour la mise en œuvre. Jusqu'à présent, un soutien financier est prévu par des bailleurs de fonds tels que la Banque Mondiale et/ou le Gouvernement du Sénégal par le biais de l'ADM, qui sont impliqués dans les projets concernés d'assainissement de Kaolack. Le calendrier pour l'installation des conduites secondaires est un défi pour l'ONAS, si on compare le volume de la construction de chaque année (environ 100 ha) et les dernières réalisations de l'installation des conduites secondaires, par exemple, environ 90 ha par la Banque Mondiale et 92 ha dans la zone faisant l'objet du PRECOL par l'ADM, qui ont été mises en œuvre de 2003 jusqu'à présent. Dans

de telles circonstances, l'ONAS nécessite plus que jamais un effort et un engagement extraordinaire pour se procurer des fonds auprès des bailleurs de fonds et/ou du Gouvernement du Sénégal pour une installation sans difficultés de réseau des conduites secondaires.

- Vu le faible taux de branchement au réseau d'égouts dans la ville de Kaolack, une assistance financière du Gouvernement du Sénégal devrait être apportée afin d'accélérer la procédure de branchement pour optimiser le système d'assainissement.
- Les vidanges des fosses septiques des ménages non connectés au réseau d'égouts sont illégalement déversées sur le lit sec de la rivière même pendant la saison sèche en raison de la mauvaise accessibilité du bassin de décharge. L'environnement entourant la décharge du quartier de Sing Sing se dégrade d'année en année. De plus, la fréquence de vidange de la fosse septique pourrait être plus élevée par rapport à la fosse septique commune dans d'autres zones, en raison de la capacité d'infiltration très pauvre de la terre de la ville de Kaolack. Ainsi, la mise en place de la station de traitement de boues de vidange est également indispensable à la ville de Kaolack.
- Des conseils administratifs par l'ONAS et la Mairie de Kaolack aux prestataires de services de vidange sont fortement recommandés pour les inciter à utiliser les installations de traitement des boues de vidange afin de réduire les frais de vidange supportés par les ménages.
- La sensibilisation du public sur le système et les installations d'assainissement est essentielle au même titre que les conseils administratifs et l'assistance financière pour le branchement des ménages. Il est d'ailleurs recommandé d'informer les populations sur les avantages du branchement au réseau d'égouts ou de la mise en place des fosses septiques, les avantages du vidange et la réduction des frais de vidange par l'installation des ouvrages de traitement des boues de vidange dans la station d'épuration des eaux usées.
- Actuellement, l'ONAS Kaolack enregistre dans son rapport mensuel ses activités d'exploitation et de maintenance des installations d'assainissement telles que les conduites d'égouts, les stations de pompage et la station d'épuration. Par ailleurs, l'ONAS ne dispose pas de registre bien organisé contenant des informations sur les emplacements exacts des conduites d'égouts, des regards et des boîtes de branchement, sur les niveaux du radier des conduites, les hauteurs de recouvrement, etc. Parallèlement à la mise en œuvre du Projet, un registre bien organisé devra être formulé en utilisant la carte de base et les dessins de conception établis dans le cadre du Projet.

Gestion du Drainage des Eaux pluviales

- Les travaux de construction des nouvelles installations de drainage telles que les dallots, les stations de pompage et le bassin de rétention devront être effectués conformément au calendrier proposé afin d'éviter/atténuer les dégâts causés par les inondations dans la ville de Kaolack. Les projets prioritaires identifiés dans le Plan Directeur nécessite forcément des actions immédiates et une mise en œuvre conforme au calendrier proposé.
- Les installations de drainage des eaux pluviales existantes sont composées de canaux à ciel ouvert, de canaux fermés et de regards. La plupart des canaux n'atteignent pas leur capacité d'évacuation originelle du fait d'importants dépôts dus aux déversements illégaux de déchets solides. Par conséquent, il est fortement recommandé d'éffectuer des travaux de maintenance appropriés tels que le curage et le dragage des canaux de drainage existants.
- A présent, le plan des travaux de maintenance annuel du STC (Service Technique Communal) ne comporte que le linéaire des canaux de drainage à curer. Le STC ne dispose pas de carte du drainage, ni de données spécifiques sur les lignes de drainage. Pour une exploitation et maintenance appropriées, il faudrait nécessairement un plan de curage ainsi qu'une carte de base et une base de données pour sa planification. A cet effet, il est recommandé d'établir une carte de base et une base de données des ouvrages hydrauliques.
- La majeure partie des canaux à ciel ouvert existants sont des canaux en terre excavés simplement dont la structure est non-durable. C'est la raison pour laquelle ils s'endommagent et s'éboulent facilement. Ces canaux à ciel ouvert ont une large capacité de débit en sorte qu'ils sont considérés comme des installations clés du système de drainage des eaux pluviales, et ils devraiet être maintenus par une réhabilitation appropriée car ils jouent un rôle prépondérant dans l'amélioration du drainage des eaux pluviales.

- La participation du public devrait être promue par le renforcement de la sensibilisation en matière de gestion du drainage des eaux pluviales, y compris les diverses activités faisant intervenir les communautés, afin d'améliorer et maintenir les ouvrages hydrauliques.
- L'agence en charge de la mise en œuvre devra être décidée et organiser un comité de coordination pour la mise en œuvre du Plan Directeur et des projets prioritaires, car la mise en œuvre de ces derniers requiert la participation de diverses agences et parties prenantes au niveau central et local.
- Comme le montre la conception du réseau de drainage des eaux pluviales au niveau du Plan Directeur, un gros investissement est nécessaire pour installer un système de drainage complet en raison de la topographie plane. Cependant, des pompes mobiles sont utilisées pour le drainage des eaux pluviales dans les zones d'inondations habituelles pendant la saison des pluies. Deux pompes parmi elles, qui ont été procurées par l'intermédiaire de l'Aide Non-remboursable du Japon pour l'Environnement et le Changement Climatique, ont également bien fonctionné à cet effet lors de la saison des pluies 2013. Ces solutions, en tant que mesures immédiates d'urgence, pourraient réduire l'écart entre les situations gênantes causées par les inondations habituelles et le gros investissement nécessaire.

Gestion des Déchets Solides

- La BID supportera le système structurel de gestion des déchets solides de la ville de Kaolack. En outre, l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), en utilisant le financement du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), aiderait à la gestion des déchets solides dans la ville de Kaolack y compris les déchets domestiques, industriels et médicaux, selon les dernières informations. Les problèmes des ordures sont au centre de ce cercle vicieux, aggravant l'environnement urbain, en raison des canaux bouchés avec des ordures jetées, produisant des odeurs désagréables et dévalorisant le paysage. Ainsi, la gestion des déchets solides pourrait être un moteur pour des effets de synergie de l'amélioration de l'environnement urbain, si son système de gestion fonctionne bien grâce à une collaboration fructueuse des deux projets.
- Le système ROC fonctionne comme procédé de pré-collecte des ordures ménagères. En attendant que les conditions de la route, en particulier les conditions des ruelles, soient mises à niveau avec un revêtement en asphalte, parallèlement avec l'activation de l'économie régionale, le système de gestion des déchets solides doit s'appuyer sur le système ROC pour la pré-collecte des déchets. D'ici là, l'intégration pratique des propriétaires de ROC, la couverture raisonnable du service ROC et le développement des capacités des conducteurs de ROC sont nécessaires.
- Il est prévu de construire des stations de transfert pour mettre à niveau les décharges illégales existantes. Dans un premier temps, le problème de la propriété foncière doit être résolu pour l'utilisation des terres aux fins de stations de transfert. Ensuite, un système de gestion efficace et durable des stations devra être établi.
- Un système de transport des déchets solides, à partir des stations de transfert jusqu'au site d'élimination définitive, est également nécessaire, géré de manière durable avec le soutien d'un budget suffisant.
- Après la construction du site d'élimination définitive, avec l'aide d'équipements lourds il sera nécessaire d'utiliser ce site comme un lieu d'enfouissement sanitaire pour gérer de manière durable avec le soutien d'un budget suffisant.
- Les équipements lourds utilisés lors des travaux de gestion des déchets solides risquent d'être endommagés en raison des différents types de déchets traités, de sorte que les ateliers doivent être mis à niveau ou des nouveaux ateliers créés pour la réparation des équipements lourds et des camions de transport endommagés. En outre, les travailleurs devront être formés pour renforcer leurs connaissances en gestion pertinente des ateliers.

Nécessité de la Sensibilisation des Populations à l'Environnement et de leur Participation

- L'attitude des populations à jeter les ordures sans discernement dans les canaux ou au bord des routes est l'un des obstacles à l'amélioration de l'environnement urbain. Bien que les campagnes d'IEC (Information, Education et Communication) aient déjà été effectuées par les ONGs, les associations communautaires et la Mairie, des effets visibles n'apparaissent pas dans

l'environnement. Ce genre d'efforts doit être mené de manière ininterrompue afin d'éradiquer leur attitude indésirable de façon permanente.

- Les activités participatives dans une communauté sont également efficaces pour améliorer l'environnement. Les résidents peuvent aider à nettoyer le bord de la route et les espaces verts ainsi que combler les creux de terrain à petite échelle en amenant de la terre à partir des endroits plus élevés à proximité du terrain, ayant pour résultat la résolution du problème de l'inondation à petite échelle pendant la saison des pluies. Parallèlement à ces activités, les activités éducatives pour changer leur conscience sont cruciales pour amener les intérêts de la population à l'amélioration de l'environnement par leurs propres efforts.

Renforcement des Principaux Acteurs dans l'Amélioration de l'Environnement Urbain

- Les principaux acteurs dans l'amélioration de l'environnement urbain sont la Mairie de Kaolack et l'ONAS Kaolack. Les deux organisations ont la même faiblesse de capacité de mise en œuvre, i.e. les contraintes budgétaires et le manque de ressources humaines. Contre les contraintes budgétaires, il ne pourrait y avoir des solutions rapidement efficaces autres que l'augmentation par le gouvernement central des subventions aux collectivités locales et aux organisations affiliées au gouvernement.
- La réforme structurelle a besoin d'une longue période, telle que la réforme du système fiscal et le système de tarification pour la perception de la redevance d'assainissement. En ce qui concerne le manque de ressources humaines, certains projets et activités de développement des capacités devront être demandés par les bailleurs de fonds pour renforcer les faibles capacités des acteurs, en augmentant particulièrement le nombre de techniciens et d'ingénieurs qualifiés dans le domaine de la gestion de l'environnement urbain.

Tâches immédiates des organismes d'exécution/responsables

- Les organismes d'exécution/responsables de l'amélioration de l'environnement urbain ciblés dans le Projet sont l'ONAS et la Mairie de Kaolack. Afin de réaliser l'environnement urbain sain que le Plan Directeur et l'Etude de Faisabilité déterminent, les tâches immédiates des deux organismes sont récapitulées ci-dessous.

Organismes	Domaines	Tâches immédiates
ONAS	Amélioration d'assainissement (Station d'Epuration des eaux usées et réseau d'égouts)	Année 2014 à 2015 Pour mettre en œuvre les projets des deux domaines, l'ONAS trouvera des bailleurs de fonds appropriés et mobilisera les fonds.
	Gestion des eaux pluviales	
Mairie de Kaolack	Gestion des déchets solides	Après l'année 2014 Durant le projet de la BID pour environ quatre ans, la Mairie de Kaolack établira le système de gestion des déchets solides, et fera un effort de développement des capacités et prendra des dispositions budgétaires nécessaires pour maintenir la viabilité du système après l'achèvement du projet.