

ETUDE PRELIMINAIRE
POUR
LE PROJET D'AMELIORATION DE
L'ENVIRONNEMENT DES EAUX ET DES EAUX USEES
DE
LA REPUBLIQUE DE TUNISIE

Rapport Final

Février 2012

Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)

INGEROSEC Corporation
HIDROPROJECTO, Engenharia e Gestao, S.A

MEE
CR (10)
12-002

République de Tunisie
Office National de l'Assainissement (ONAS)

ETUDE PRELIMINAIRE
POUR
LE PROJET D'AMELIORATION DE
L'ENVIRONNEMENT DES EAUX ET DES EAUX USEES
DE
LA REPUBLIQUE DE TUNISIE

Rapport Final

Février 2012

Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)

INGEROSEC Corporation
HIDROPROJECTO, Engenharia e Gestao, S.A

Avertissement

1. Ce rapport, en totalité ou en partie, ne doit pas être montré, donné ou copié, par voie électronique ou autre, à toute personne ou entité sans autorisation préalable écrite de la JICA.
2. Aucune représentation, garantie ou engagement, n'est pris quant à l'exactitude ou l'exhaustivité des résultats ou des informations contenues dans le présent rapport.
3. La JICA décline toute responsabilité vis-à-vis de tout résultat obtenu à partir de l'utilisation de ce rapport par toute personne ou organisme.
4. La JICA ne prend ni décision ni engagement quant au financement éventuel du projet au moment de la remise du présent rapport.

Table des matières

Carte de localisation du projet

Photos

Abréviations

Résumé

CHAPITRE I : INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE PROJET

1.1	PRESENTATION GENERALE DU PROJET	1-1
1.1.1	Introduction	1-1
1.1.2	Contexte de l'Etude	1-1
1.1.3	Objectifs de l'Etude	1-2
1.1.4	Description du Projet	1-2
1.1.4.1	Site du projet	1-2
1.1.4.2	Contenu du projet	1-3
1.2	SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE ACTUELLE DE LA TUNISIE	1-3
1.2.1	Administration territoriale de la Tunisie	1-3
1.2.2	Démographie et population	1-4
1.2.3	Structure des familles	1-7
1.2.4	Pauvreté	1-7
1.2.5	Santé publique	1-8
1.2.6	Economie et industrie	1-9
1.2.7	Tourisme	1-10
1.3	SITUATION ACTUELLE DU SYSTÈME D'ASSAINISSEMENT EN TUNISIE	1-11
1.3.1	Situation actuelle du réseau de collecte des eaux résiduelles	1-11
1.3.1.1	Situation actuelle du réseau de collecte et d'épuration des eaux usées	1-11
1.3.1.2	Taux de branchement	1-13
1.3.1.3	Consommation d'eau	1-13
1.3.2	Redevance d'assainissement	1-13
1.3.2.1	Situation actuelle du système de redevance d'assainissement	1-13
1.3.2.2	Processus de révision de la redevance d'assainissement	1-17

1.3.2.3	Frais de raccordement des habitations	1-19
1.3.2.4	Abordabilité pour les populations défavorisées et redevance d'assainissement	1-19
1.3.2.4.1	Politiques nationales d'amélioration de l'assainissement	1-19
1.3.2.4.2	Evaluation de l'abordabilité en Tunisie	1-20
1.3.3	Système de gestion des eaux usées	1-22
1.3.3.1	Politiques et les plans de développement pour le secteur des eaux usées	1-22
1.3.3.2	Le cadre institutionnel	1-27
1.3.3.3	Le cadre juridique	1-27
1.3.3.3.1	Règlements et normes pour la gestion de la qualité des eaux usées	1-27
1.3.3.3.2	Gestion de la qualité de l'eau et système de surveillance	1-30
1.3.3.3.3	Cadre de la destination finale des boues	1-31
1.3.4	Evaluation des capacités des agences concernées	1-32
1.3.4.1	Situation financière de l'ONAS	1-32
1.3.4.2	Performances financières de l'ONAS	1-33
1.3.4.2.1	Subventions d'investissement	1-36
1.3.4.2.2	Autres produits d'exploitation	1-36
1.3.4.2.3	Recettes hors exploitation	1-37
1.3.4.2.4	Dépenses hors exploitation	1-37
1.3.4.3	Prévisions des performances financières (2009-2029)	1-37
1.3.4.3.1	Scenario 1	1-37
1.3.4.3.2	Scenario 2	1-38
1.3.4.4	Gestion des actifs par l'ONAS	1-39
1.4	AIDE DES BAILLEURS DE FONDS DANS LE SECTEUR DE L'EAU	1-42
1.4.1	Approvisionnement en eau	1-42
1.4.2	Assainissement	1-44

CHAPITRE II. SOLUTIONS PROPOSEES POUR LES RESEAUX D'EAUX USEES ET LES STATIONS DE POMPAGE

2.1	SITUATION ACTUELLE DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DE CHAQUE GOUVERNORAT	2-1
2.1.1	Objectifs généraux du projet pour les réseaux d'assainissement et les stations de pompage	2-1
2.1.2	Zone d'intervention	2-1
2.1.3	Gouvernorat de Beja	2-4
2.1.3.1	Contexte géographique et démographique	2-4
2.1.3.2	Contexte physique	2-5
2.1.3.3	Climat	2-8
2.1.3.4	Activités économiques	2-9
2.1.3.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-10

2.1.4	Gouvernorat de Bizerte	2-12
2.1.4.1	Contexte géographique et démographique	2-12
2.1.4.2	Contexte physique	2-14
2.1.4.3	Climat	2-16
2.1.4.4	Activités économiques	2-18
2.1.4.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-18
2.1.5	Gouvernorat de Jendouba	2-21
2.1.5.1	Contexte géographique et démographique	2-21
2.1.5.2	Contexte physique	2-22
2.1.5.3	Climat	2-24
2.1.5.4	Activités économiques	2-26
2.1.5.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-27
2.1.6	Gouvernorat de Kasserine	2-29
2.1.6.1	Contexte géographique et démographique	2-29
2.1.6.2	Contexte physique	2-30
2.1.6.3	Climat	2-32
2.1.6.4	Activités économiques	2-33
2.1.6.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-34
2.1.7	Gouvernorat de Kébili	2-36
2.1.7.1	Contexte géographique et démographique	2-36
2.1.7.2	Contexte physique	2-37
2.1.7.3	Climat	2-40
2.1.7.4	Activités économiques	2-41
2.1.7.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-41
2.1.8	Gouvernorat du Kef	2-44
2.1.8.1	Contexte géographique et démographique	2-44
2.1.8.2	Contexte physique	2-45
2.1.8.3	Climat	2-47
2.1.8.4	Activités économiques	2-48
2.1.8.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-49
2.1.9	Gouvernorat de Sfax	2-51
2.1.9.1	Contexte géographique et démographique	2-51
2.1.9.2	Contexte physique	2-52
2.1.9.3	Climat	2-55
2.1.9.4	Activités économiques	2-56
2.1.9.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-57
2.1.10	Gouvernorat de Sidi Bouzid	2-59
2.1.10.1	Contexte géographique et démographique	2-59
2.1.10.2	Contexte physique	2-60
2.1.10.3	Climat	2-61
2.1.10.4	Activités économiques	2-62
2.1.10.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-62

2.1.11	Gouvernorat de Siliana	2-65
2.1.11.1	Contexte géographique et démographique	2-65
2.1.11.2	Contexte physique	2-66
2.1.11.3	Climat	2-68
2.1.11.4	Activités économiques	2-69
2.1.11.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-69
2.1.12	Gouvernorat de Zaghouan	2-72
2.1.12.1	Contexte géographique et démographique	2-72
2.1.12.2	Contexte physique	2-73
2.1.12.3	Climat	2-74
2.1.12.4	Activités économiques	2-74
2.1.12.5	Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées	2-75
2.2	MÉTHODOLOGIE DE HIÉRARCHISATION DES INTERVENTIONS	2-77
2.3	CRITÈRES DE DIMENSIONNEMENT	2-80
2.3.1	Horizon de projet	2-80
2.3.2	Détermination des bassins versants	2-80
2.3.3	Population desservie pour chaque intervention	2-81
2.3.4	Débit de dimensionnement	2-82
2.3.4.1	Considérations générales	2-82
2.3.4.2	Débits domestiques	2-82
2.3.4.3	Débits industriels	2-83
2.3.4.4	Débits touristiques	2-83
2.3.4.5	Débit d'Eaux Claires Parasites	2-84
2.3.4.6	Débit total à évacuer	2-84
2.3.5	Conception des réseaux d'assainissement des eaux usées	2-85
2.3.6	Conception des stations de pompage	2-86
2.3.7	Conception des conduites de refoulement	2-88
2.4	CRITÈRES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS D'INVESTISSEMENT	2-89
2.4.1	Considérations générales	2-89
2.4.2	Réseaux d'assainissement des eaux usées	2-89
2.4.3	Stations de pompage	2-91
2.4.4	Conduites de refoulement	2-92
2.5	CRITÈRES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN	2-93
2.5.1	Considérations générales	2-93

2.5.2 Réseaux d'assainissement et conduites de refoulement	2-93
2.5.3 Stations de pompage	2-94
2.6 DESCRIPTIONS DES INTERVENTIONS	2-95
2.6.1 Considérations générales	2-95
2.6.2 Système de codage des interventions	2-95
2.6.3 Gouvernorat de Beja	2-98
2.6.4 Gouvernorat de Bizerte	2-105
2.6.5 Gouvernorat de Jendouba	2-112
2.6.6 Gouvernorat de Kasserine	2-118
2.6.7 Gouvernorat de Kébili	2-123
2.6.8 Gouvernorat d'El Kef	2-130
2.6.9 Gouvernorat de Sfax	2-134
2.6.10 Gouvernorat de Sidi Bouzid	2-145
2.6.11 Gouvernorat de Siliana	2-148
2.6.12 Gouvernorat de Zaghouan	2-152
2.6.13 Résumés	2-157
2.7 HIÉRARCHISATION DES INTERVENTIONS	2-159

CHAPITRE III. SOLUTIONS PROPOSEES POUR LES STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES

3.1 PRELIMINAIRE	3-1
3.2 DONNEES DE BASE	3-1
3.2.1 Prévision de la population branchée dans chaque ville	3-1
3.2.1.1 Usagers Domestiques	3-1
3.2.1.2 Usagers Touristiques	3-1
3.2.1.3 Usagers Industriels	3-2
3.2.2 Consommations spécifiques en eau potable	3-2
3.2.2.1 Usagers Domestiques	3-2
3.2.2.2 Usagers Touristiques	3-3
3.2.2.3 Usagers Industriels	3-3
3.2.3 Taux de rejet	3-3
3.2.4 Coefficient de pointe journalière	3-4

3.2.5	Débit d'Infiltration (eaux claires parasites)	3-4
3.2.6	Débit moyen journalier	3-4
3.2.7	Débit de pointe	3-4
3.2.8	Débit maximum	3-4
3.2.9	Production spécifique de flux polluants	3-5
3.2.9.1	Usagers domestiques et touristiques	3-5
3.2.9.2	Usagers industriels	3-5
3.3	STEP DE BEJA	3-6
3.3.1	Situation actuelle de la STEP	3-6
3.3.1.1	Informations générales	3-6
3.3.1.1.1	Localisation générale et accessibilité	3-6
3.3.1.1.2	Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage	3-6
3.3.1.1.3	Description des infrastructures existantes	3-6
3.3.1.2	Caractéristiques des quantités et qualités actuelles des eaux usées et Epurées	3-10
3.3.1.2.1	Rapports d'exploitation de l'ONAS	3-10
3.3.1.2.2	Programme de prélèvement réalisé et discussion des principaux résultats	3-11
3.3.1.3	Évaluation du fonctionnement de la station existante	3-13
3.3.1.4	Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires	3-16
3.3.2	Données de conception	3-19
3.3.2.1	Année horizon du projet	3-19
3.3.2.2	Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus	3-19
3.3.2.3	Cadre législatif sur la qualité du milieu récepteur et qualité nécessaire des eaux épurées	3-21
3.3.2.4	Cadre législatif sur la destination finale des boues	3-21
3.3.3	Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables	3-21
3.3.3.1	Considérations générales	3-21
3.3.3.2	Solution 1	3-23
3.3.3.2.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-23
3.3.3.2.2	Bilan énergétique	3-26
3.3.3.2.3	Consommation de réactifs chimiques	3-26
3.3.3.2.4	Gestion des sous-produits	3-26
3.3.3.2.5	Equipement	3-26
3.3.3.3	Solution 2	3-35
3.3.3.3.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-35
3.3.3.3.2	Bilan énergétique	3-38
3.3.3.3.3	Consommation de réactifs chimiques	3-38
3.3.3.3.4	Gestion des sous-produits	3-38
3.3.3.3.5	Equipement	3-38

3.3.3.4	Solution 3	3-47
3.3.3.4.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-47
3.3.3.4.2	Bilan énergétique	3-48
3.3.3.4.3	Consommation de réactifs chimiques	3-48
3.3.3.4.4	Gestion des sous-produits	3-49
3.3.3.4.5	Equipement	3-49
3.3.4	Evaluation économique	3-56
3.3.4.1	Coûts d'investissement	3-56
3.3.4.2	Coûts d'exploitation et d'entretien	3-56
3.3.4.3	Coûts totaux actualisés	3-57
3.3.5	Comparaison technique et économique des solutions	3-57
3.3.6	Conclusion et recommandations	3-58
3.3.6.1	Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée	3-58
3.3.6.2	Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux	3-59
3.3.6.3	Remarques sur les études ultérieures	3-59
3.4	STEP DE MEDJEZ EL-BAB	3-60
3.4.1	Situation actuelle de la STEP	3-60
3.4.1.1	Informations générales	3-60
3.4.1.1.1	Localisation générale et accessibilité	3-60
3.4.1.1.2	Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage	3-60
3.4.1.1.3	Description des infrastructures existantes	3-60
3.4.1.2	Caractéristiques des quantités et qualités actuelles des eaux usées et Epurées	3-64
3.4.1.2.1	Rapports d'exploitation de l'ONAS	3-64
3.4.1.2.2	Programme de prélèvement réalisé dans le cadre du projet	3-65
3.4.1.3	Évaluation du fonctionnement de la station existante	3-67
3.4.1.4	Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires	3-70
3.4.2	Données de conception	3-72
3.4.2.1	Année horizon du projet	3-72
3.4.2.2	Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus	3-72
3.4.2.3	Cadre législatif sur la qualité du milieu récepteur et qualité nécessaire des eaux épurées	3-73
3.4.2.4	Cadre législatif sur la destination finale des boues	3-74
3.4.3	Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables	3-74
3.4.3.1	Considérations générales	3-74
3.4.3.2	Solution 1	3-75
3.4.3.2.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-75
3.4.3.2.2	Bilan énergétique	3-77
3.4.3.2.3	Consommation de réactifs chimiques	3-77
3.4.3.2.4	Gestion des sous-produits	3-77

3.4.3.2.5	Equipement	3-77
3.4.3.3	Solution 2	3-84
3.4.3.3.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-84
3.4.3.3.2	Bilan énergétique	3-86
3.4.3.3.3	Consommation de réactifs chimiques	3-86
3.4.3.3.4	Gestion des sous-produits	3-86
3.4.3.3.5	Equipement	3-86
3.4.3.4	Solution 3	3-94
3.4.3.4.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-94
3.4.3.4.2	Bilan énergétique	3-95
3.4.3.4.3	Consommation de réactifs chimiques	3-95
3.4.3.4.4	Gestion des sous-produits	3-96
3.4.3.4.5	Equipement	3-96
3.4.4	Evaluation économique	3-104
3.4.4.1	Coûts d'investissement	3-104
3.4.4.2	Coûts d'exploitation et d'entretien	3-104
3.4.4.3	Coûts totaux actualisés	3-105
3.4.5	Comparaison technique et économique des solutions	3-105
3.4.6	Conclusion et recommandations	3-106
3.4.6.1	Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée	3-106
3.4.6.2	Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux	3-107
3.4.6.3	Remarques sur les études ultérieures	3-107
3.5	STEP DE TABARKA	3-108
3.5.1	Situation actuelle de la STEP	3-108
3.5.1.1	Informations générales	3-108
3.5.1.1.1	Localisation générale et accessibilité	3-108
3.5.1.1.2	Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage	3-108
3.5.1.1.3	Description des infrastructures existantes	3-109
3.5.1.2	Caractéristiques des quantités et qualités actuelles des eaux usées et Epurées	3-112
3.5.1.2.1	Rapports d'exploitation de l'ONAS	3-112
3.5.1.2.2	Programme de prélèvement réalisé et Discussion des principaux résultats	3-113
3.5.1.3	Évaluation du fonctionnement de la station existante	3-115
3.5.1.4	Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires	3-120
3.5.2	Données de conception	3-122
3.5.2.1	Année horizon du projet	3-122
3.5.2.2	Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus	3-122
3.5.2.3	Cadre législatif sur la qualité du milieu récepteur et qualité nécessaire des eaux épurées	3-124
3.5.2.4	Cadre législatif sur la destination finale des boues	3-124

3.5.3	Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables	3-125
3.5.3.1	Considérations générales	3-125
3.5.3.2	Solution 1	3-125
3.5.3.2.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-125
3.5.3.2.2	Bilan énergétique	3-128
3.5.3.2.3	Consommation de réactifs chimiques	3-128
3.5.3.2.4	Gestion des sous-produits	3-128
3.5.3.2.5	Equipement	3-128
3.5.3.3	Solution 2	3-136
3.5.3.3.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-136
3.5.3.3.2	Bilan énergétique	3-138
3.5.3.3.3	Consommation de réactifs chimiques	3-139
3.5.3.3.4	Gestion des sous-produits	3-139
3.5.3.3.5	Equipement	3-139
3.5.3.4	Solution 3	3-149
3.5.3.4.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-149
3.5.3.4.2	Bilan énergétique	3-151
3.5.3.4.3	Consommation de réactifs chimiques	3-151
3.5.3.4.4	Gestion des sous-produits	3-151
3.5.3.4.5	Equipement	3-151
3.5.4	Evaluation économique	3-161
3.5.4.1	Coûts d'investissement	3-161
3.5.4.2	Coûts d'exploitation et d'entretien	3-161
3.5.4.3	Coûts totaux actualisés	3-162
3.5.5	Comparaison technique et économique des solutions	3-162
3.5.6	Conclusion et recommandations	3-163
3.5.6.1	Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée	3-163
3.5.6.2	Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux	3-164
3.5.6.3	Remarques sur les études ultérieures	3-164
3.6	STEP DE JENDOUBA	3-165
3.6.1	Situation actuelle de la STEP	3-165
3.6.1.1	Informations générales	3-165
3.6.1.1.1	Localisation générale et accessibilité	3-165
3.6.1.1.2	Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage	3-165
3.6.1.1.3	Description des installations existantes	3-165
3.6.1.2	Caractéristiques des quantités et qualités actuelles des eaux usées et Epurées	3-169
3.6.1.2.1	Rapports d'exploitation de l'ONAS	3-169
3.6.1.2.2	Programme de prélèvement réalisé et discussion des principaux résultats	3-170
3.6.1.3	Évaluation du fonctionnement de la station existante	3-172

3.6.1.4	Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires . . .	3-175
3.6.2	Données de conception	3-177
3.6.2.1	Année horizon du projet	3-177
3.6.2.2	Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus	3-177
3.6.2.3	Cadre législatif sur la qualité du milieu récepteur et qualité nécessaire des eaux épurées	3-179
3.6.2.4	Cadre législatif sur la destination finale des boues	3-179
3.6.3	Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables	3-180
3.6.3.1	Considérations générales	3-180
3.6.3.2	Solution 1	3-180
3.6.3.2.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-180
3.6.3.2.2	Bilan énergétique	3-183
3.6.3.2.3	Consommation de réactifs chimiques	3-183
3.6.3.2.4	Gestion des sous-produits	3-183
3.6.3.2.5	Equipement	3-183
3.6.3.3	Solution 2	3-190
3.6.3.3.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-190
3.6.3.3.2	Bilan énergétique	3-192
3.6.3.3.3	Consommation de réactifs chimiques	3-192
3.6.3.3.4	Gestion des sous-produits	3-192
3.6.3.3.5	Equipement	3-192
3.6.3.4	Solution 3	3-200
3.6.3.4.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-200
3.6.3.4.2	Bilan énergétique	3-201
3.6.3.4.3	Consommation de réactifs chimiques	3-202
3.6.3.4.4	Gestion des sous-produits	3-202
3.6.3.4.5	Equipement	3-202
3.6.4	Evaluation économique	3-210
3.6.4.1	Coûts d'investissement	3-210
3.6.4.2	Coûts d'exploitation et d'entretien	3-210
3.6.4.3	Coûts totaux actualisés	3-211
3.6.5	Comparaison technique et économique des solutions	3-211
3.6.6	Conclusion et recommandations	3-212
3.6.6.1	Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée	3-212
3.6.6.2	Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux	3-213
3.6.6.3	Remarques sur les études ultérieures	3-213
3.7	STEP DE SILIANA	3-214
3.7.1	Situation actuelle de la STEP	3-214
3.7.1.1	Informations générales	3-214
3.7.1.1.1	Localisation générale et accessibilité	3-214

3.7.1.1.2	Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage	3-214
3.7.1.1.3	Description des ouvrages existants	3-214
3.7.1.2	Caractéristiques des quantités et qualités actuelles des eaux usées et Epurées	3-218
3.7.1.2.1	Rapports d'exploitation de l'ONAS	3-218
3.7.1.2.2	Programme de prélèvement réalisé et discussion des principaux résultats	3-219
3.7.1.3	Évaluation du fonctionnement de la station existante	3-221
3.7.1.4	Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires	3-225
3.7.2	Données de conception	3-227
3.7.2.1	Année horizon du projet	3-227
3.7.2.2	Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus	3-227
3.7.2.3	Cadre législatif sur la qualité du milieu récepteur et qualité nécessaire des eaux épurées	3-229
3.7.2.4	Cadre législatif sur la destination finale des boues	3-229
3.7.3	Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables	3-229
3.7.3.1	Considérations générales	3-229
3.7.3.2	Solution 1	3-230
3.7.3.2.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-230
3.7.3.2.2	Bilan énergétique	3-232
3.7.3.2.3	Consommation de réactifs chimiques	3-233
3.7.3.2.4	Gestion des sous-produits	3-233
3.7.3.2.5	Équipement	3-233
3.7.3.3	Solution 2	3-239
3.7.3.3.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-239
3.7.3.3.2	Bilan énergétique	3-241
3.7.3.3.3	Consommation de réactifs chimiques	3-241
3.7.3.3.4	Gestion des sous-produits	3-241
3.7.3.3.5	Équipement	3-241
3.7.3.4	Solution 3	3-248
3.7.3.4.1	Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères	3-248
3.7.3.4.2	Bilan énergétique	3-249
3.7.3.4.3	Consommation de réactifs chimiques	3-250
3.7.3.4.4	Gestion des sous-produits	3-250
3.7.3.4.5	Équipement	3-250
3.7.4	Évaluation économique	3-257
3.7.4.1	Coûts d'investissement	3-257
3.7.4.2	Coûts d'exploitation et d'entretien	3-257
3.7.4.3	Coûts totaux actualisés	3-258
3.7.5	Comparaison technique et économique des solutions	3-258
3.7.6	Conclusion et recommandations	3-259
3.7.6.1	Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée	3-259

- 3.7.6.2 Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux 3-260
- 3.7.6.3 Remarques sur les études ultérieures 3-260

CHAPITRE IV: ÉVALUATION DU PROJET DU MÉCANISME DE DÉVELOPPEMENT PROPRE (MDP)

4.1	PROJET MDP	4-1
4.1.1	Description et configuration du projet	4-1
4.1.2	Identification et analyse des solutions alternatives	4-1
4.1.3	Sélection d'une méthodologie pour le scénario de référence et pour le suivi	4-2
4.2	CADRE JURIDIQUE	4-3
4.2.1	Législation et normes environnementales significatives en Tunisie	4-3
4.2.2	Cadre institutionnel - Autorité Nationale Désignée	4-3
4.2.3	Situation actuelle de développement du MDP en Tunisie	4-5
4.3	ANALYSE MDP DE FAISABILITÉ DU PROJET	4-6
4.3.1	Introduction	4-6
4.3.2	Estimation des émissions annuelles du scénario de base (STEP de Medjez El-Bab et Béja)	4-8
4.3.2.1	Estimation provenant de la consommation d'électricité	4-9
4.3.2.2	Estimation de méthane provenant des systèmes de traitement de base des eaux usées	4-9
4.3.2.3	Estimation de méthane provenant des systèmes de traitement de base des boues	4-10
4.3.2.4	Emissions de méthane à cause des inefficacités dans les systèmes de base du traitement des eaux usées et de la présence de carbone organique dégradable dans les eaux traitées rejetées dans les rivières/lacs	4-11
4.3.2.5	Emissions de méthane provenant de la décomposition des boues finales générées par les systèmes de traitement de base	4-12
4.3.2.6	Tableau récapitulatif des émissions totales	4-13
4.3.3	Estimation des émissions annuelles pour le scénario de projet (Medjez El-Bab et Béja)	4-14
4.3.3.1	Estimation provenant de la consommation d'électricité	4-15
4.3.3.2	Émissions de méthane provenant des systèmes de traitement des eaux usées concernés par l'activité du projet et non équipés de récupération du biogaz	4-16

4.3.3.3	Émissions de méthane provenant des systèmes de traitement des boues concernés par l'activité du projet et non équipés de valorisation du biogaz dans la situation du projet	4-17
4.3.3.4	Émissions de méthane causées par l'inefficacité des systèmes de traitement des eaux usées de l'activité projet et par la présence de carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées	4-18
4.3.3.5	Émissions de méthane provenant de la décomposition des boues générées par les systèmes de traitement du projet	4-18
4.3.3.6	Émissions fugitives de méthane dues aux inefficacités dans les systèmes de capture	4-19
4.3.3.7	Emissions de méthane dues à la torchée incomplète	4-20
4.3.3.8	Emissions de méthane provenant de la biomasse stockée dans des conditions anaérobies qui n'auraient pas eu lieu dans la situation de départ	4-20
4.3.3.9	Tableau récapitulatif des émissions totales	4-20
4.3.4	Évaluation de la réduction annuelle des émissions	4-22
4.3.4.1	STEP de Medjez el Bab	4-22
4.3.4.2	STEP de Béja	4-22
4.3.5	Coûts estimés de l'enregistrement du projet MDP	4-23
4.3.6	Cas d'un projet MDP en 2012	4-24
4.3.7	Conclusions	4-24
4.3.8	Résultats pour les autres stations d'épuration (STEP de Tabarka, Jendouba et / Siliana)	4-25
4.3.8.1	Estimation des émissions annuelles du scénario de base	4-25
4.3.8.2	Estimation des émissions annuelles pour le scénario de projet (STEP de Tabarka, Jendouba et Siliana)	4-30
4.3.8.3	Evaluation de la réduction annuelle des émissions	4-35
4.3.8.3.1	STEP de Tabarka	4-35
4.3.8.3.2	STEP de Jendouba	4-36
4.3.8.3.3	STEP de Siliana	4-36

CHAPITRE V: MISE EN ŒUVRE DU PROJET

5.1	ESTIMATION DES COUTS	5-1
5.1.1	Considérations générales	5-1
5.1.2	Portion Eligible au prêt d'APD japonaise	5-1
5.1.2.1	Estimation des coûts pour les STEP	5-1
5.1.2.1.1	Eléments inclus dans le coût de base pour les STEP	5-2
5.1.2.1.2	Coût de base des STEP pour chaque solution	5-2

5.1.2.1.3	Coût de base pour chaque STEP (Solutions sélectionnées)	5-3
5.1.2.2	Estimation des coûts pour les Réseaux d'Assainissement et les Stations de Pompage	5-4
5.1.2.2.1	Eléments inclus dans le coût de base pour les Réseaux d'Assainissement	5-4
5.1.2.2.2	Eléments inclus dans le coût de base pour les Stations de Pompage	5-4
5.1.2.3	Sélection des interventions (Réseaux et Stations de Pompage) pour le Projet	5-5
5.1.2.3.1	Considérations générales pour l'établissement de la liste restreinte	5-5
5.1.2.3.2	Simulations des 3 cas	5-5
5.1.2.3.3	Résumé du projet pour les réseaux et stations de pompage dans chaque cas	5-10
5.1.2.4	Estimation des coûts pour les services de consultants	5-10
5.1.2.4.1	Conditions générales des services de consultants	5-10
5.1.2.4.2	Termes généraux de Référence pour les Services de consultants	5-10
5.1.2.5	Hommes-Mois requis pour les services de consultants	5-11
5.1.2.5.1	STEP	5-11
5.1.2.5.2	Réseaux et Stations de Pompage	5-12
5.1.2.6	Coût de base pour les services de consultants (STEP + Réseaux)	5-13
5.1.2.6.1	Coût des consultants internationaux et locaux	5-13
5.1.2.6.2	Coût des études topographiques et géotechniques	5-14
5.1.2.7	Hausse annuelle des prix	5-15
5.1.2.8	Fonds pour aléas	5-16
5.1.3	Portion Non-éligible au prêt d'APD japonaise	5-16
5.1.3.1	Acquisition de terrain et Coût de Compensation	5-16
5.1.3.2	Frais d'administration de l'Agence chargée de l'exécution	5-16
5.1.3.3	Taxes	5-16
5.1.4	Coûts totaux d'investissement	5-17
5.2	ETUDE ÉCONOMIQUE	5-21
5.2.1	Prérequis	5-21
5.2.1.1	Société d'exploitation	5-21
5.2.1.2	Calendrier du projet	5-21
5.2.1.3	Vie du projet	5-21
5.2.1.4	Devises	5-21
5.2.2	Coût du projet F/S	5-21
5.2.2.1	Coût initial de construction associé aux 5 STEP de l'ONAS (Gouvernement de Tunisie)	5-21
5.2.2.2	Coût du projet pour l'analyse économique	5-22
5.2.2.3	Coût de l'investissement dans l'Etude économique	5-23
5.2.3	Plan de Production et de Ventes	5-25
5.2.3.1	Plan de Production (Traitement eaux usées) et Ventes (Collecte des redevances)	5-25

5.2.3.2	Prix des eaux traitées	5-27
5.2.4	En rapport avec l'OPEX (Dépenses d'exploitation)	5-27
5.2.4.1	Coûts variables	5-27
5.2.4.1.1	Capacité de traitement des eaux usées	5-27
5.2.4.1.2	Coûts d'électricité	5-29
5.2.4.1.3	Autres coûts	5-29
5.2.4.1.4	Coûts d'exploitation estimés	5-30
5.2.4.2	Coûts fixes associés	5-32
5.2.4.2.1	Taxes générales	5-32
5.2.4.2.2	Coûts d'entretien	5-32
5.2.4.2.3	Coûts des ventes et de l'administration	5-32
5.2.5	Système de taxation	5-32
5.2.5.1	General taxes	5-32
5.2.5.2	Taxes de revenus de société	5-32
5.2.5.3	Provision pour amortissements	5-32
5.2.6	Dispositions pour les fonds	5-33
5.2.6.1	Proportion dette/capitaux propres	5-33
5.2.6.2	Calendrier des décaissements	5-33
5.2.6.3	Conditions de prêt à long terme	5-33
5.2.7	Analyse économique du Projet	5-34
5.2.7.1	Méthode d'analyse	5-34
5.2.7.2	Résultat de l'étude	5-34
5.2.7.2.1	FIRR dans le scénario de base	5-34
5.2.7.2.2	Analyse prévisionnelle des flux de trésorerie dans le cas de base	5-35
5.2.7.2.3	Analyse de la sensibilité	5-38
5.2.8	Analyse des retombées économiques	5-38
5.2.8.1	Réutilisation des eaux traitées	5-38
5.2.8.2	Diminution des dépenses médicales et des coûts sociaux de la diarrhée en améliorant les conditions sanitaires	5-39
5.2.8.2.1	Coûts directs liés à la diarrhée – Coûts de traitement des enfants atteints de diarrhée	5-39
5.2.8.2.2	Coûts indirects liés à la diarrhée – Coûts sociaux de la mortalité diarrhéique infantile	5-42
5.2.8.3	Taux de Rentabilité interne économique (TRI)	5-44
5.2.9	Indice du Projet	5-45
5.2.9.1	Impacts quantitatifs	5-45
5.2.9.2	Bénéfices escomptés par le Projet	5-48
5.2.10	Résumé de l'aspect économique du projet	5-48
5.2.10.1	Résumé de l'étude de rentabilité	5-48
5.2.10.2	Tarif de l'assainissement	5-48
5.2.10.3	Impact économique	5-48

5.3	CALENDRIER DE MISE ŒUVRE DU PROJET	5-49
5.3.1	Taux d'avancement de la construction	5-49
5.3.2	Calendrier de mise œuvre du Projet pour les STEP	5-49
5.3.3	Calendrier de mise œuvre du Projet pour les Réseaux et Stations de Pompage.	5-49
5.4	CADRE DE LA MISE EN ŒUVRE	5-52
5.4.1	Structure organisationnelle pour la mise en œuvre	5-52
5.4.1.1	Structure organisationnelle du siège de l'ONAS	5-52
5.4.1.1.1	Organisation du siège de l'ONAS	5-52
5.4.1.1.2	Effectifs du siège de l'ONAS	5-53
5.4.1.1.3	Capacité de traitement de marchés par le siège de l'ONAS	5-54
5.4.1.2	Structure organisationnelle des Départements Régionaux de l'ONAS	5-55
5.4.1.2.1	Organisation des Départements Régionaux de l'ONAS	5-55
5.4.1.2.2	Effectifs des Département Régionaux de l'ONAS	5-57
5.4.1.2.3	Capacité de traitement de marchés par les Départements Régionaux de l'ONAS	5-58
5.4.2	Organisation des étapes ultérieures du projet	5-58
5.4.2.1	Station d'épuration (STEP)	5-58
5.4.2.1.1	Préparation des études d'exécution	5-58
5.4.2.1.2	Phase de Construction	5-59
5.4.2.1.3	Exploitation et Maintenance (O&M)	5-59
5.4.2.2	Réseaux et Stations de pompage	5-59
5.4.2.2.1	Préparation des études d'exécution	5-59
5.4.2.2.2	Construction	5-60
5.4.2.2.3	Exploitation et Suivi	5-60
5.4.2.3	Enregistrement MDP	5-60
5.4.3	Vérification de la capacité de mise en œuvre et recommandations pour l'allotissement du marché	5-61
5.4.4	Allotissement du marché	5-62
5.4.4.1	Station d'épuration (STEP)	5-62
5.4.4.1.1	Préparation des études, supervision du projet d'exécution et des travaux	5-62
5.4.4.1.2	Construction	5-62
5.4.4.2	Réseaux et Stations de pompage	5-63
5.4.4.2.1	Préparation des études	5-63
5.4.4.2.2	Construction	5-64
5.4.4.2.3	Fourniture	5-66
5.4.5	Disposition Institutionnelle pour la mise en œuvre	5-70

5.5	RECOMMANDATIONS POUR GARANTIR LA DURABILITÉ DU PROJET	5-71
5.5.1	Court terme	5-71
5.5.1.1	Gestion des boues	5-71
5.5.2	Moyen terme	5-71
5.5.2.1	Exploitation et Maintenance des STEP	5-71
5.5.2.2	Exploitation et maintenance pour réseaux des eaux usées	5-71
5.5.2.3	Autres	5-72
5.5.3	Long terme	5-72
5.5.3.1	Durabilité financière	5-72

CHAPITRE VI: EXAMEN ENVIRONNEMENTAL INITIAL (EEI)

6.1	INTRODUCTION	6-1
6.1.1	Objectifs de l'EEI	6-1
6.1.2	Politique environnementale des Directives JBIC	6-1
6.2	GESTION DE L'ENVIRONNEMENT EN TUNISIE	6-2
6.2.1	Cadre politique de la gestion de l'environnement (politiques nationales, plans de développement, etc.)	6-2
6.2.1.1	Agenda21	6-2
6.2.1.2	Plan National de Développement Economique et Social	6-3
6.2.1.3	PISEAU II : Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau II	6-4
6.2.1.4	PRONAGDES: Programme National de Gestion des Déchets Solides	6-5
6.2.2	Cadre institutionnel de la gestion de l'environnement	6-5
6.2.2.1	Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement (MAE)	6-5
6.2.2.2	Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE)	6-6
6.2.2.3	Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANGed)	6-6
6.2.3	Cadre légal de la gestion de l'environnement	6-6
6.2.3.1	Rappel des principales réglementations	6-6
6.2.3.2	Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) en Tunisie	6-7
6.2.3.2.1	Objectifs de l'EIE	6-8
6.2.3.2.2	Procédure de l'EIE	6-8
6.2.3.3	Suivi Environnemental	6-11
6.2.3.3.1	Politique d'atténuation sous les Directives JBIC	6-11
6.2.3.3.2	Le Plan de Gestion Environnementale (PGE) dans le cadre de la loi Tunisienne	6-11
6.3	ACQUISITION DE TERRAIN	6-12
6.3.1	Cadre institutionnel de l'acquisition de terrain	6-12

6.3.1.1	Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières (MDEAF)	6-12
6.3.1.2	Commission de Reconnaissance et de Conciliation (CRC)	6-12
6.3.2	Cadre légal de l'acquisition de terrain	6-13
6.3.2.1	Nature foncière du terrain	6-13
6.3.2.2	Procédure d'affectation du Domaine Privé de l'Etat	6-14
6.3.2.3	Procédure d'acquisition d'un terrain privé	6-15
6.3.2.3.1	Acquisition à l'amiable	6-15
6.3.2.3.2	Expropriation	6-16
6.3.2.4	Estimation de la valeur des biens fonciers et indemnisation	6-19
6.3.2.5	Opposition à l'Expropriation	6-20
6.4	VALIDITE DE LA PROCEDURE TUNISIENNE	6-20
6.4.1	Validité de la procédure d'EIE en Tunisie	6-25
6.4.2	Validité de la procédure d'acquisition de terrain en Tunisie	6-25
6.5	ZONES PROTEGEES	6-26
6.6	DESCRIPTION DU PROJET	6-28
6.7	DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA SITUATION ENVIRONNEMENTALE	6-29
6.7.1	Réseaux et stations de pompage	6-29
6.7.2	Stations d'épuration (STEP)	6-29
6.8	IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT	6-35
6.8.1	Impacts positifs	6-35
6.8.2	Listes de contrôle environnemental de la JBIC	6-35
6.8.3	Analyse des impacts négatifs	6-43
6.8.3.1	Phase de construction	6-43
6.8.3.1.1	Acquisition de terrain	6-43
6.8.3.1.2	Réinstallation forcée	6-43
6.8.3.1.3	Fourniture et dépôt de la terre en surplus	6-43
6.8.3.1.4	Déplacements de terre et travaux de bétonnage	6-43
6.8.3.1.5	Poussières, bruits et vibrations	6-43
6.8.3.1.6	Transport des matériaux	6-44
6.8.3.2	Phase opérationnelle	6-44
6.8.3.2.1	Problèmes communs résultant de l'extension du réseau d'assainissement	6-44
6.8.3.2.2	Réseaux et stations de pompage	6-44
6.8.3.2.3	STEP	6-45
6.9	MESURES ALTERNATIVES ET D'ATTÉNUATION	6-45

6.9.1	Alternatives	6-45
6.9.1.1	Phase de conception	6-45
6.9.1.1.1	Stations de pompage (Enquête Préliminaire pour l'acquisition de terrain)	6-45
6.9.1.1.2	STEP (3 Solutions pour chaque STEP)	6-53
6.9.2	Mesures d'atténuation	6-53
6.9.2.1	Phase de conception (Mesures à prendre à court terme)	6-53
6.9.2.1.1	Réseaux et stations de pompage (Bruit et odeur)	6-53
6.9.2.1.2	STEP	6-54
6.9.2.1.3	De l'Etude de la JICA à l'Avant-Projet Détaillé (APD)	6-55
6.9.2.1.4	Avant-Projet Détaillé (APD)	6-56
6.9.2.1.5	Evaluation des impacts sur l'environnement (EIE)	6-56
6.9.2.2	Phase de construction (Mesures à prendre à moyen terme)	6-58
6.9.2.2.1	Travaux de construction et de remise en état	6-58
6.9.2.2.2	Approvisionnement et dépôt de matériaux de construction	6-58
6.9.2.2.3	Terrassement et bétonnage	6-58
6.9.2.2.4	Poussière, Bruit et Vibrations	6-59
6.9.2.2.5	Transport des matériaux	6-60
6.9.2.2.6	Plan de gestion de la sécurité	6-60
6.9.2.3	Phase opérationnelle (Mesures à prendre à long terme)	6-61
6.9.2.3.1	Résultats attendus lors de l'extension du réseau d'assainissement	6-61
6.9.2.3.2	Réseaux et stations de pompage	6-61
6.9.2.3.3	STEP	6-62
6.10	RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE	6-63
6.10.1	Dispositions Institutionnelles	6-63
6.10.1.1	Gestion des boues	6-63
6.10.1.2	Consultation et Surveillance de l'aspect considérations sociales	6-64
6.10.2	Programme de mise en œuvre	6-64
6.10.3	Budget	6-65
6.10.4	Assistance technique à proposer	6-66
6.10.5	Mesures à prendre pour le suivi	6-67



Republique tunisienne

Carte de localisation du projet

1. Surface: 163 610 km²
2. Population: 10 220 000 (2007, Banque Mondiale)
3. Capitale: Tunis



Photos



Vue générale (Beja)



Coffret électrique sans couverture (STEP de Béja)



Pompe hors service (STEP de Béja)



Réservoir destiné aux eaux usées de la leuverrie abandonné (STEP de Béja)



Vue générale (STEP de Medjez el Bab)



équipement hors service: dégrilleur (STEP de Medjez el Bab)

Photos



Compresseur hors service (STEP de Medjez el Bab)



Accumulation d'eau dans les lits de séchage (STEP de Medjez el Bab)



Vue générale (STEP de Jendouba)



Boues stockées à l'intérieur de la STEP (STEP de Jendouba)



Vue générale (STEP de Tabarka)



Bassins d'aération en cours de maintenance périodique (STEP de Tabarka)

Photos



Vue générale (STEP de Siliana)



Décanteur de plan circulaire réparé (STEP de Siliana)



Eau d'égout fuyant d'un regard de visite endommagé (Beja)



Conduites en amiante-ciment endommagées (Beja)



Point de rejet à la rivière dans une zone mal desservie (Zaghuan)



Eaux usées rejetées directement depuis une habitation (Zaghuan)

Photos



Connection inadéquate d'une habitation (Zaghouan)



Matériaux de construction (Zaghouan)



Station de pompage existante (Jendouba)



Zone isolée non prioritaire (Tabarka)



Zone urbanisée dépourvue d'assainissement (Sfax)



Réseau hors service pour cause de problème d'inclinaison (Sfax)

Photos



Regard de visite enfoui (Bizerte)



Fosse septique (Bizerte)



Affaissements (Bizerte)



Boîtes de branchement (Jendouba)



Regard de visite (Kef)



Rejet direct dans le chott (lac salé) sans connection à une STEP (Kebili)

Abréviations

AELE	Association Européenne de Libre-Echange
AFD	Agence Française de Développement
AND	Autorité Nationale Désignée
ANGed	Agence Nationale de Gestion des Déchets
ANME	Agence Nationale de Maîtrise de l'Energie
ANPE	Agence Nationale de Protection de l'Environnement
APD	Aide Pour le Développement
APD	Avant Projet Détaillé
A/T	Assistance Technique
B/D	Basic Design
BID	Banque Interaméricaine de Développement
BIE	Banque d'Investissement Européenne
BM	Banque Mondiale
CNCT	Centre National de Cartographie et Télédétection
CNUED	Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
CRC	Commission for Recognition and Conciliation
DDP	Document Descriptif du Projet
E&M	L'Exploitation et la Maintenance
E/N	Echange de Notes
EEl	Examen Environnemental Initial
EIA	Energy Information Administration
F/S	Etude de Faisabilité

GCT	Groupe Chimique Tunisien
GES	Gaz à Effet de Serre
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
INS	Institut National de la Statistique
JBIC	Banque Japonaise de Coopération Internationale
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale
JIS	Standards Industriels Japonais
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau / Crédit pour la Reconstruction
MDCI	Ministère du Développement et de la Coopération Internationale
MDEAF	Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières
MDP	Mécanisme de Développement Propre
MEDD	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
NIP	Note d'Information sur le Projet
NIP	Note d'Idée de Projet
NT	Normes Tunisiennes
OMC	Organisation Mondiale du Commerce
ONAS	Office National de l'Assainissement
PAR	Plan d'Action de Relocalisation
PDES	Programme pour le Développement Economique et Social
PDNU	Programme de Développement des Nations Unies
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
PGE	Plan de Gestion de l'Environnement
PIB	Produit Intérieur Brut

PME	Petites et Moyennes Entreprises
RNB	Revenu National Brut
PRV	Polyester Renforcé Verre
SONEDE	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux
STEG	Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz
STEP	STation d'EPuration des eaux usées
TIRE	Taux Interne de Rentabilité Economique
TND	Dinar Tunisien
TOR	Termes de Référence
TRI	Taux de Rentabilité Interne
UE	Union Européenne
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNFCCC	Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques
UTAP	Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche
UTICA	Union Tunisienne de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat

Résumé

Résumé

1. PRESENTATION GENERALE DU PROJET

Introduction:

Une étude préparatoire (ci-après dénommée l'“Etude”) a été menée pour le Projet d'amélioration de l'environnement des eaux et des eaux usées de la République de Tunisie (ci-après dénommé le “Projet”) en vue de sa réalisation sous forme de prêt APD (Aide Publique au Développement) du Japon. Le but du projet est de réhabiliter et d'étendre les réseaux d'assainissement dans 10 gouvernorats et de réhabiliter 5 stations d'épuration (STEP).

L'Etude a été menée par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (ci-après dénommée la “JICA”) et par une Mission d'étude composée du groupement de consultants (ci-après dénommé le “Groupement”) Ingérosec Corporation (au Japon), pilote du Groupement, et HIDROPROJECTO Engenharia e Gestao, S.A. (au Portugal), en conformité avec la requête du Gouvernement de la République de Tunisie, et avec les procès-verbaux des discussions signés entre la JICA et la Mission d'étude le 4 décembre 2010.

Contexte de l'étude:

Les précipitations moyennes annuelles sur l'ensemble du territoire tunisien sont faibles et la moitié de la superficie de la Tunisie est semi-aride. Les précipitations ainsi que le volume des eaux de surface utilisables annuellement montrent également des différences extrêmement importantes selon les régions. Le recyclage, la gestion appropriée des rares ressources en eau et l'amélioration des conditions d'hygiène constituent donc quelques-unes des tâches les plus importantes pour le développement du pays.

Suite aux efforts importants déployés durant ces dernières années par le Gouvernement de la Tunisie, le taux de branchement de l'assainissement dans la zone administrée par l'Office National de l'Assainissement de Tunisie (ONAS) a atteint 87% en 2006. Dans son 11ème Plan de Développement socio-économique (2007-2011), le Gouvernement de Tunisie a fixé des objectifs préférentiels afin d'augmenter le taux de branchement de l'assainissement jusqu'à 91% d'ici 2011 et offrir de meilleurs services pour le système d'assainissement, ceci afin d'améliorer l'hygiène publique et les conditions de vie, de préserver les ressources en eau et de prévenir la pollution de l'environnement.

Le Gouvernement Tunisien considère de plus que l'amélioration du système d'assainissement et de traitement des eaux usées, induisant une amélioration de la qualité de l'eau traitée, favorisera la réutilisation des eaux usées traitées dans le secteur de l'irrigation. Il donne notamment à l'adoption de nouvelles technologies par les communes suburbaines un rôle central au sein de cette politique de maintenance et d'amélioration du système d'assainissement.

Le plan d'exécution du programme mis en œuvre par l'ONAS place le renforcement et l'amélioration du secteur de l'assainissement comme élément pour la création d'une plateforme de développement économique durable et comme moyen de protection de l'environnement. Le Projet bénéficie donc d'une position privilégiée dans ce plan d'exécution.

Dans les régions concernées par le présent projet, la vétusté des installations existantes et le déclin progressif de leurs performances ont conduit à l'infiltration des eaux usées dans la couche souterraine dans certaines zones, augmentant ainsi la possibilité de pollution des ressources en eau. La nécessité de renforcer et de réhabiliter le système de collecte et de traitement des eaux

usées a été ainsi plus nettement perçu, faisant de la maintenance des installations de traitement des eaux usées et du renforcement des installations existantes une des tâches les plus urgentes.

Dans ces conditions, le Gouvernement de la Tunisie a présenté une requête au gouvernement du Japon en vue d'obtenir un prêt en yens pour le « Projet d'amélioration de l'environnement des eaux et des eaux usées de la République de Tunisie ».

Site du Projet:

a) Stations de traitement des eaux usées :

3 gouvernorats (5 communes) : Tabarka, Béja, Jendouba, Medjez el Bab et Siliana

b) Canalisations des eaux usées et stations de pompage :

10 gouvernorats (54 communes) : Sfax (12 communes), Bizerte (9 communes)⁽¹⁾, Zaghouan (3 communes), Béja (6 communes), El Kef (3 communes), Jendouba (5 communes), Kasserine (4 communes), Sidi Bouzid (1 commune), Kébili (8 communes) et Siliana (3 communes)

Contenu du Projet (provisoire):

Ce projet de prêt de l'APD japonaise inclut les 5 composants majeurs listés ci-dessous:

Composant	Contenu
1. Stations d'épurations (STEP)	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux de réhabilitation et d'extension de 5 stations d'épuration existantes (Tabarka, Béja, Jendouba, Medjez el Bab, Siliana) dans 3 gouvernorats.
2. Réseaux d'assainissement	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux de réhabilitation de réseaux d'assainissement existants et d'extension de réseaux d'eaux usées dans 54 communes.
3. Stations de pompage	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux de réhabilitation de stations de pompage et d'installation de nouvelles stations de pompage dans 54 communes.
4. Services de consultant	<ul style="list-style-type: none"> • Avant-Projet Détaillé (APD) • Supervision de l'appel d'offres pour la sélection des entrepreneurs • Supervision de l'exécution du projet
5. Autres assistances techniques (A/T) (si nécessaire)	<ul style="list-style-type: none"> • A/T pour la préparation du rapport de l'EIE • A/T pour la préparation du Project Design Document (PDD)

¹ Originellement, l'étude de faisabilité de l'ONAS prévoyait 11 communes dans le gouvernorat de Bizerte. Cependant, lors de la 2^{ème} mission, l'ONAS a décidé d'exclure les 2 communes de Metline et Sedjnane.

2. CRITERES DE DIMENSIONNEMENT

Conception des réseaux d'assainissement des eaux usées:

Les réseaux d'assainissement sont projetés en PVC ou en béton revêtu en PVC ou PEHD selon le diamètre de conduite :

DN (diamètre nominal)	Matériau
250	PVC
315	PVC
400	PVC
500	PVC
630	PVC
800	Béton revêtu en PVC/PEHD
1000	Béton revêtu en PVC/PEHD
1200	Béton revêtu en PVC/PEHD

Il faut souligner que le diamètre nominal correspond au diamètre extérieur pour le PVC et au diamètre intérieur pour le béton. La valeur prise en compte pour K_s est de $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

La vérification du dimensionnement hydraulique-sanitaire des réseaux a été effectuée selon les critères du tableau suivant.

Tableau: Critères pour le dimensionnement hydraulique-sanitaire des réseaux

Critère	Unité	Valeur
Diamètre minimum	mm	250
Pente minimum recommandée	m/m	0,005
Pente maximum recommandée	m/m	0,150
Capacité recommandée pour un diamètre ≤ 500 mm (hauteur d'écoulement / diamètre)	—	$h/D \leq 50\%$
Capacité recommandée pour un diamètre > 500 mm (hauteur d'écoulement / diamètre)	—	$h/D \leq 75\%$
Vitesse minimum de l'écoulement assurant l'auto curage	m/s	0,6
Vitesse maximum d'écoulement	m/s	3,0
Distance moyenne entre regards de visite	m	35
Profondeur recommandée pour l'établissement des collecteurs	m	$D_{\text{(extérieur)}} + 1,2$

Afin d'estimer les coûts de construction, le nombre de boîtes de branchement à construire a été estimé en utilisant les critères suivants:

- Longueur du réseau en zone urbaine :
 - dans les zones denses – 1 boîte de branchement pour 10 m de réseau ;
 - dans les zones peu denses – 1 boîte de branchement pour 20 m de réseau ;
- Nombre de maisons visibles sur les plans, à raison d'1 boîte de branchement par maison.

Toutes les recommandations de l'ONAS ont été prises en compte pour la conception des réseaux d'assainissement.

Conception des stations de pompage:

Les principaux critères de conception des stations de pompage sont les suivants:

- Débit de conception minimum 10 L/s (on accepte parfois un minimum absolu de 5 L/s) ;
- Dégrillage (panier ou mécanique) ;
- Pompes submersibles ;
- Protection anti bélier (ballon hydropneumatique ou cheminée d'équilibre) ;
- Accès indépendants aux puits, chambres de vannes, salle de dégrillage, salle des tableaux électriques ;
- Ventilation du puits, zones d'accès au puits et chambres de vannes ;
- Désodorisation des puits et des zones d'accès aux puits ;
- Groupe électrogène de secours.

Les systèmes proposés ont été conçus pour minimiser le transport en charge (pompage) des eaux usées non traitées, assurant les mesures préventives et correctives pour contrôler la septicité des eaux usées.

En raison de la sensibilité du milieu urbain et de l'emplacement prévu pour la plupart des stations de pompage, il faut adopter des solutions qui permettent une opération de grande fiabilité et qui peuvent garantir un minimum de situations de panne des équipements.

Six types de stations de pompage ont été prises en compte dans cette étude, selon la capacité de la station et les équipements: trois plages de capacités (jusqu'à 10 L/s; de 10 L/s à 150 L/s; et au-dessous de 150 L/s); et deux niveaux d'équipement (solution minimale et solution avec dégrillage mécanique, désodorisation et groupe électrogène de secours).

Pour les capacités inférieures ou égales à 10 L/s, des stations de pompage compactes (de type préfabriqué en PRV avec panier de dégrillage) sont envisagées. Selon la surface disponible pour implanter la station de pompage, deux options différentes ont été étudiées:

SP1A - Stations de pompage avec vannes à l'intérieur du puits ;

SP1B - Stations de pompage avec vannes dans une chambre de vannes à proximité du puits.

Pour les capacités de 10 L/s à 150 L/s, des stations de pompage en béton sont envisagées avec deux niveaux d'équipement :

SP2A - Panier de dégrillage vertical ;

SP2B - Dégrilleur mécanique vertical, désodorisation et groupe électrogène de secours.

Pour les capacités au-dessous de 150 L/s, des stations de pompage en béton sont envisagées avec deux niveaux d'équipement:

SP3A - Panier de dégrillage en canal ;

SP3B - Dégrilleur mécanique en canal, désodorisation et groupe électrogène de secours.

Toutes les recommandations de l'ONAS ont été prises en compte pour la conception des stations de pompage.

Conception des conduites de refoulement:

Afin d'estimer le diamètre des conduites de refoulement la formule empirique suivante a été utilisée:

$$D = 0,9 Q^{0,45}$$

D (m) représente le diamètre (intérieur) choisi et Q le débit (m/s). Le diamètre obtenu est arrondi au diamètre commercial supérieur du matériau choisi. Les conduites de refoulement ont été projetées en PEHD pour les diamètres suivants :

DN (diamètre nominal)	Matériau
125	PEHD
160	PEHD
200	PEHD
250	PEHD
315	PEHD
400	PEHD
1 000	PEHD

Le matériau est choisi en considérant les aspects techniques, économiques et de santé publique. La flexibilité et la sécurité des conduites de refoulement ont également été considérées. Il faut souligner que le diamètre nominal des conduites en PEHD est le diamètre extérieur.

La conception hydraulique des conduites de refoulement doit respecter les critères suivants:

- Vitesse supérieure à 0,65 m/s et inférieure à 1,5 m/s ;
- Diamètre de la conduite de refoulement supérieure à 100 mm ;
- Profil en longueur préférentiellement ascendant sur tout le tracé.

En complément, les conduites de refoulement doivent être équipées d'un ensemble de dispositifs d'entretien et de sécurité de l'infrastructure:

- Ventouse (dans les points hauts) ;
- Vidanges (dans les points bas) ;
- Ballon anti-bélier (habituellement dans le bâtiment de la station de pompage au début de la conduite de refoulement).

Toutes les recommandations de l'ONAS ont été prises en compte pour la conception des conduites de refoulement.

3. CRITERES POUR L'ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT

Considérations générales:

Les coûts d'investissement associés aux infrastructures d'assainissement (réseaux, conduites de refoulement et stations de pompage) ont été estimés selon les critères suivants :

- Critères économiques et coûts unitaires récemment utilisés dans des études similaires ;
- Consultations effectuées auprès d'entreprises tunisiennes ;
- Indicateurs établis à partir de devis d'ouvrage récents et de devis de projets développés par HIDROPROJECTO pour des marchés similaires ;
- Indicateurs et informations fournis par l'ONAS.

Réseaux d'assainissement des eaux usées:

Les coûts d'investissement pour la construction d'un nouveau réseau d'assainissement sont en fonction du matériau des conduites et des conditions de construction. Les critères utilisés dans les calculs pour déterminer la quantité de travail nécessaire pour l'installation du réseau ont été les suivants :

- Largeur de la tranchée = Dext (diamètre extérieur) + 0,50 m;
- Tranchée à parois verticales ;
- Remplacement de la chaussée sur une bande de la largeur de la tranchée plus 0,20 m de chaque côté ;
- Recouvrement moyen des conduites = 1,2 m ;
- Regards de visite éloignés de 35 m en moyenne.

Le matériau pris en compte pour l'estimation des coûts est le PVC pour les diamètres jusqu'à 630 mm et le béton armé revêtu en PVC/PEHD pour les diamètres supérieurs. Les coûts de construction des conduites gravitaires sont estimés en utilisant les coûts unitaires suivants (comprenant conduites, terrassements, regards de visite et autres travaux), développés après consultation de l'ONAS et des autres organismes locaux.

Le premier tableau présente les coûts unitaires d’achat (matériau uniquement, transport et pose exclus) tandis que le deuxième tableau présente les coûts unitaires de construction (tout compris) du linéaire de conduite gravitaire.

Tableau: Coûts unitaires moyen d’achat de conduites et regards

Conduite	Diamètre DN	Unité	Prix unitaire moyen d’achat (TND)
Conduite gravitaire en PVC (SN8)	250	ml	24
	315	ml	38,2
	400	ml	61,2
	500	ml	95,3
	630	ml	206,5
Béton revêtu en PVC/PEHD	800	ml	300
	1000	ml	400
PEHD (PN10)	125	ml	10
	160	ml	16
	200	ml	25
	250	ml	40
	315	ml	63
	400	ml	102
	630	ml	259
	800	ml	452
	1000	ml	850
Regards de visite	Couvercle en fonte ductile - DN800	u	160
	Regards de visite en béton armé, y compris revêtements intérieur et extérieur- DN800	u	350
	Couvercle en fonte ductile – DN1000	u	180
	Regards de visite en béton armé, y compris revêtements intérieur et extérieur- DN1000	u	400
Boîte de branchement	Boîte de branchement en béton armé, y compris revêtements intérieur et extérieur	u	400

Tableau: Coûts unitaires du linéaire (TND/m) de conduite gravitaire installée en tranchée

Salinité des sols	Conduite	Diamètre DN	Avec décapage et rétablissement de la chaussée routière		Sur terrain naturel sans chaussée routière	
			Sur terrain normal	Sur terrain rocheux	Sur terrain normal	Sur terrain rocheux
Normal	Conduite gravitaire en PVC (SN8)	250	120	170	85	135
		315	130	180	95	145
		400	160	210	125	175
		500	205	255	165	215
		630	310	360	270	320
	Béton revêtu en PVC/PEHD	800	450	500	410	460
1000		560	610	515	565	
Salinité élevée	PEHD (PN10)	600	445	495	405	455
		800	695	745	655	705
		1000	975	1025	930	980

Cette étude se base sur un coût unitaire de boîtes de branchement de 400 TND. Ceci correspond au coût de la boîte et de la connexion jusqu’au réseau, et comprend les coûts de terrassement, de décapage et de rétablissement de la chaussée routière.

Réhabilitation des réseaux d'assainissement

Le coût envisagé de réhabilitation du réseau d'assainissement correspond à 120 % du coût de construction d'un nouveau réseau ayant les mêmes caractéristiques, car il faut prévoir la démolition des collecteurs et des regards existants tout en assurant le fonctionnement du réseau pendant la réhabilitation.

Stations de pompages:

Les coûts de construction des stations de pompage dépendent des débits et des hauteurs manométriques des groupes électropompes et sont influencés par la méthode de conception, par le programme des installations et par les diverses conditions locales. Les stations de pompage seront équipées de groupes submersibles et seront accompagnées d'un bâtiment pour l'installation des divers équipements, tels que : tableau électrique, équipement de dégrillage et autres équipements complémentaires (désodorisation, groupes générateurs, etc.).

Pour des débits inférieurs à 10 L/s, la station de pompage sera uniquement constituée par un puits humide de type préfabriqué en PRV.

Les coûts d'investissement des stations de pompages ont été estimés en utilisant les formules suivantes, développées après consultation de l'ONAS et d'autres organismes locaux :

Tableau: Formules pour Estimation des Coûts d'Investissement des Stations de Pompage

Type	Description	Plage de capacités de la station (L/s)	Coût Total de Construction (TND)	Coût Génie Civil (% coût total)	Coût Équipements et Installations Électriques (% coût total)
SP1A	Compacte avec les vannes à l'intérieur du puits	< 10 L/s	80 000	50 %	50%
SP1B	Compacte avec chambre de vannes	< 10 L/s	100 000	50 %	50 %
SP2A	Béton avec panier vertical	10 à 150 L/s	$16\,500\,Q^{0.65}$	40 %	60%
SP2B	Béton avec dégrilleur mécanique vertical	10 à 150 L/s	$23\,500\,Q^{0.65}$	40 %	60 %
SP3A	Béton avec panier en canal	> 150 L/s	$16\,500\,Q^{0.65}$	40 %	60 %
SP3B	Béton avec dégrilleur mécanique en canal	> 150 L/s	$23\,500\,Q^{0.65}$	40 %	60 %

Note : Q = capacité de la station de pompage (L/s)

Réhabilitation des stations de pompage

Le coût de réhabilitation d'une station de pompage correspond à un pourcentage du coût de construction d'une nouvelle station en fonction de l'extension de la réhabilitation.

Conduites de refoulement:

Les coûts d'investissement pour la construction de conduites de refoulement sont estimés en fonction du matériau des conduites et des conditions de construction.

Les calculs effectués pour déterminer les quantités de travaux pour l'installation des conduites en tranchée reposent sur les bases suivantes :

- Largeur de la tranchée = Dext (diamètre extérieur) + 0,50 m ;
- Tranchée à parois verticales ;
- Remplacement de la chaussée sur une bande de la largeur de la tranchée plus 0,20m de chaque côté ;
- Recouvrement moyen des conduites = 1,2 m.

Les coûts de construction des conduites de refoulement sont estimés sur la base des coûts unitaires suivants (comprenant tuyaux, terrassements, ventouses, vidanges et autres travaux), développés après consultation de l'ONAS et des autres organismes locaux.

Tableau: Coûts unitaires du linéaire (TND/m) de conduite de refoulement installée en tranchée

Type de conduite	Diamètre DN	Avec décapage et rétablissement de la chaussée routière		Sur terrain naturel	
		Sur terrain normal	Sur terrain rocheux	Sur terrain normal	Sur terrain rocheux
Conduite de refoulement en PEHD (PN10)	125	110	160	75	125
	160	120	170	85	135
	200	130	180	95	145
	250	150	200	115	165
	315	180	230	145	195
	400	230	280	195	245
	1000	975	1025	930	980

Réhabilitation des conduites de refoulement

Le coût envisagé pour la réhabilitation des conduites de refoulement correspond à 120% du coût de construction d'une nouvelle conduite ayant les mêmes caractéristiques, car il faut prévoir la démolition des conduites et des structures existantes tout en assurant le fonctionnement pendant la réhabilitation.

4. CRITERES POUR L'ESTIMATION DES COUTS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

Considérations générales:

Les coûts parcellaires associés aux coûts d'exploitation et d'entretien ont été établis pour chacune des infrastructures d'assainissement en tant que pourcentage du coût de construction pour les réseaux d'assainissement, conduites de refoulement et stations de pompage.

Pour les stations de pompage, les coûts de consommation d'énergie électrique sont également pris en considération.

Réseaux d'assainissement et conduites de refoulement:

Les coûts d'exploitation et d'entretien seront établis en tant que pourcentage des coûts de construction selon le tableau suivant:

Tableau: Taux d'exploitation et d'entretien des réseaux

	Coût d'exploitation et d'entretien (% du coût de construction)
Collecteurs gravitaires	3,00 %
Conduites de refoulement	3,00 %

Stations de pompage:

Les coûts d'exploitation et d'entretien sont composés de deux parties correspondant au génie civil et aux équipements et installations électriques. Ils sont établis comme étant un pourcentage des coûts d'investissements, selon le tableau suivant:

Tableau: Taux d'exploitation et entretien pour stations de pompage

	Coût d'exploitation et d'entretien	
	Génie civil (% du coût de construction)	Équipements et installations électriques (% du coût initial)
Stations de pompage	1,50 %	5,00 %

Pour les coûts d'exploitation, les coûts associés à la consommation d'énergie électrique sont également pris en considération. Ce coût est calculé en fonction du débit moyen annuel arrivant à chaque station de pompage, de la hauteur manométrique des pompes, du rendement des pompes (considéré comme étant de 50 %) et du coût unitaire de l'énergie électrique.

Le coût unitaire de l'énergie électrique pris en compte est de 0,125 TND/kWh.

Pour le déterminer, on calcule le coût d'élévation de 1 m³ à 1 m de hauteur, selon la formule suivante:

$$\text{Coût d'élévation de 1 m}^3 \text{ à 1 m de hauteur} = (g / 3600 R) CkWh = 5,67 \times 10^{-4} \text{ TND/m}^3 \text{ m}$$

Soit :

g - Pesanteur (ms⁻²)

R - Rendement des pompes (50 %)

CkWh - coût unitaire de l'énergie électrique (0,125 TND/kWh)

Résumés:

Les tableaux suivants présentent le résumé des caractéristiques techniques des interventions prévues et le résumé des investissements estimés.

Tableau: Résumé des caractéristiques techniques des interventions prévues

Gouvernorat	No. de communes	Réseaux gravitaires				Conduites de refoulement			Stations de Pompage		
		Boîtes de Branchement	Réhabilitation	Extension	Total	Réhabilitation	Extension	Total	Réhabilitation	Extension	Total
		(un.)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(no.)	(no.)	(no.)
Béja	6	4 217	38.3	7.2	45.5	0.1	0.8	1.0	1	5	6
Bizerte	9	8 540	70.7	14.7	85.5	6.8	2.8	9.6	8	7	15
Jendouba	5	4 040	28.7	32.9	61.7	1.4	4.7	6.0	5	6	11
Kasserine	4	5 885	30.4	48.7	79.1	0.0	2.4	2.4	0	4	4
Kébili	8	10 013	9.6	121.0	130.6	0.8	27.9	28.6	2	15	17
Kef	3	2 140	20.6	5.0	25.6	0.8	0.8	1.6	4	2	6
Sfax	12	27 886	73.8	454.5	528.3	1.6	5.4	6.9	3	5	9
Sidi Bouzid	1	1 472	15.1	9.8	24.9	0.9	0.4	1.3	0	1	1
Siliana	3	1 834	20.0	3.2	23.2	0.0	0.0	0.0	0	1	1
Zaghouan	3	6 285	61.5	4.2	65.7	0.0	2.7	2.7	0	4	4
Total	54	72 312	368.6	701.3	1 069.9	12.3	47.8	60.1	23	50	73

Tableau: Résumé des investissements

(TND)

Gouvernorat	Réhabilitation					Extension					Total Réhabilitation + Extension
	Réseaux gravitaires	Conduites de refouleme nt	Stations de Pompage		Total	Réseaux gravitaires	Conduites de refoulement	Stations de Pompage		Total	
	Génie civil	Génie civil	Génie civil	Équipements et installations électriques		Génie civil	Génie civil	Génie civil	Équipements et installations électriques		
	TND	TND	TND	TND	TND	TND	TND	TND	TND	TND	
Beja	9 693 332	15 732	5 750	28 750	9 743 564	1 151 426	96 796	241 500	241 500	1 731 222	11 474 785
Bizerte	17 712 542	1 554 501	489 093	1 886 866	21 643 002	2 592 043	390 770	425 423	609 385	4 017 621	25 660 622
Jendouba	7 916 923	250 832	315 751	530 369	9 013 875	4 833 657	561 636	345 000	345 000	6 085 293	15 099 168
Kasserine	8 100 338	0	0	0	8 100 338	7 664 173	296 579	230 000	230 000	8 420 753	16 521 090
Kébili	2 475 852	124 200	119 584	199 307	2 918 944	20 008 785	3 287 413	817 573	938 859	25 052 629	27 971 573
Kef	4 986 161	168 360	65 194	163 957	5 383 672	855 698	83 835	115 000	115 000	1 169 533	6 553 205
Sfax	17 179 046	1 223 612	171 191	347 028	18 920 877	68 509 439	4 779 021	276 000	276 000	73 840 460	92 761 337
Sidi Bouzid	3 086 107	137 834	0	0	3 223 941	1 278 693	37 346	57 500	57 500	1 431 039	4 654 980
Siliana	4 133 692	0	0	0	4 133 692	466 157	431	46 000	46 000	558 588	4 692 280
Zaghouan	15 548 633	0	0	0	15 548 633	725 679	424 638	232 897	597 596	1 980 809	17 529 441
Total	90 832 624	3 475 072	1 166 563	3 156 279	98 630 537	108 085 749	9 958 465	2 786 893	3 456 839	124 287 946	222 918 483

5. SOLUTIONS PROPOSEES POUR LES STATIONS D'EPURATION

Données de base:

Usagers domestiques

La population branchée dans chaque commune a été établie en tenant compte des résultats des recensements de population des années 1994 et 2004 et du taux d'accroissement géométrique entre ces deux années, et en admettant un taux de raccordement au réseau d'assainissement de 95 %. Les résultats de cette estimation sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau: Population branchée estimée à différents horizons

Communes	Recensement		Taux d'accroissement	Population branchée (hab.)				
	1994	2004		2009	2011	2020	2025	2029
Béja et El Maagoula	60 361	64 367	1,00% ¹	67 650	65 560	71 701	75 359	78 419
Medjez El-Bab	18 141	20 308	1,13%	20 700	20 113	22 264	23 556	24 644
Jendouba	39 731	43 997	1,03%	55 785	54 088	59 288	62 389	64 988
Tabarka	12 599	15 634	2,18%	21 412	21 239	25 793	28 731	31 322
Siliana	21 341	24 243	1,28%	25 984	25 322	28 401	30 270	31 855

¹ Données fournies par l'ONAS lors de la réunion du 25 mai 2011.

Usagers touristiques

Dans les villes de Béja, El Maagoula, Medjez El-Bab, Jendouba et Siliana, la contribution des usagers touristiques a été considérée négligeable pour l'estimation de la production des eaux usées, en raison de la faible capacité des hôtels existants et du peu d'importance du tourisme dans ces villes, conformément aux prévisions de l'Agence Foncière Touristique (AFT).

Il faut au contraire tenir compte d'une activité touristique très importante pour la ville de Tabarka, et le tableau ci-dessous donne les projections du nombre de lits touristiques de cette ville.

Tableau: Nombre de lits estimé à différents horizons

Communes	Nombre de lits	
	2009	2029
Tabarka	5 304 ¹	9 400 ²

¹ Rapport annuel d'exploitation de la STEP de Tabarka (2009) ;

² Agence Foncière Touristique.

Usagers industriels

En ce qui concerne l'estimation des effluents industriels, cette étude prend en compte les usagers industriels actuellement raccordés aux STEP et évalue la capacité des ouvrages de traitement à accepter le raccordement de nouvelles zones industrielles projetées dans chaque ville.

Les surfaces de zones industrielles pouvant être acceptées pour chaque STEP sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau: Surface des zones industrielles pour chaque STEP

Communes	Surface (ha)	
	2011	2029
Béja	-	85
Medjez El-Bab	-	46
Jendouba	-	100
Tabarka	-	14,2
Siliana	-	16,3

Les valeurs ci-dessus ont été établies en tenant compte du document intitulé « Stratégie Future de l'ONAS » et ont été validées lors de réunions avec l'ONAS.

Consommations spécifiques en eau potable:

Usagers domestiques

Les consommations spécifiques des usagers domestiques adoptées pour chaque ville ont été évaluées à partir des données de la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE). Le tableau suivant présente les consommations spécifiques en eau potable pour l'année 2009.

Tableau: Consommation spécifique en eau potable pour l'année 2009

Communes	Consommation spécifique pour l'année 2009 (L/hab/jour)
Béja	110
Medjez El-Bab	120
Jendouba	110
Tabarka	110
Siliana	100

Source : SONEDE, Volume distribué, volume consommé (2008-2009)

Pour les projections de la consommation spécifique en eau potable dans les villes concernées, un taux d'accroissement constant de 1,5% a été pris en compte pour la période 2009-2029. Les consommations obtenues sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau : Consommation spécifique en eau potable estimée à différents horizons

Communes	Consommations spécifiques en eau potable (L/hab./j)					
	2009	2011	2015	2020	2025	2029
Béja et El Maagoula	110	113	120	130	140	148
Medjez El-Bab	120	124	131	141	152	162
Jendouba	110	113	120	130	140	148
Tabarka	110	113	120	130	140	148
Siliana	100	103	109	118	127	135

Usagers touristiques

La consommation en eau potable considérée pour les usagers touristiques est de 500 L/lit/jour, en conformité avec les informations fournies par l'ONAS lors de la réunion du 25 mai 2011.

La consommation en eau potable pour les usagers touristiques a été considérée constante jusqu'à l'horizon du projet (taux d'accroissement de 0 %).

Usagers industriels

La consommation en eau potable pour les usagers industriels ne sera pas prise en compte du fait de la production en eau résiduelle.

Le débit d'eaux usées considéré pour les zones industrielles sera de 40 m³/ha/jour, en conformité avec les informations fournies par l'ONAS lors de la réunion du 25 mai 2011.

Taux de rejet:

Le taux de rejet admis pour les eaux usées domestiques sera de 80%. Le taux de rejet admis pour les eaux usées touristiques sera de 90%.

Production spécifique de flux polluants:

Usagers domestiques et touristiques

Le tableau ci-dessous donne l'estimation de la production spécifique de flux polluants par les usagers domestiques et touristiques, dans les villes concernées par l'étude. Ces valeurs sont considérées constantes jusqu'à l'horizon du projet.

Tableau : Production spécifique de flux polluants

Communes	DBO ₅ (g/hab/j)	N _T (g/hab/j)	P _T (g/hab/j)
Béja et El Maagoula	60 ²	8,0	1,5
Medjez El-Bab	60 ¹		
Jendouba	40 ²		
Tabarka	60 ²		
Siliana	45 ¹		

¹ Selon les informations fournies par l'ONAS lors de la réunion du 25 mai 2011.

² Selon les rapports d'exploitation (2008-2010) et les résultats des analyses chimiques menées par la Mission d'Etudes .

Usagers industriels

En accord avec l'ONAS, le projet sera dimensionné en admettant que toutes les nouvelles zones industrielles à raccorder aux STEP auront un traitement préliminaire et que leur rejet respectera la norme de rejet dans les canalisations publiques (NT 106.02, 1989).

6. SOLUTIONS PROPOSEES POUR LES STEP

STEP Beja:

<Solution 1>

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Béja comprend donc les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - dégrillage constitué de 2 dégrilleurs mécaniques en parallèle avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement biologique :
 - oxydation des matières organiques dans 5 filières (4 existants et 1 nouvelle), chacune avec 5 bassins, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variation de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 5 décanteurs secondaires de plan rectangulaire, munis de pont de raclage aspirant (4 existants et 1 nouveau) ;
 - acheminement des boues par trois stations de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues au début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - extraction des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote matérialisé par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore et pour augmenter la transmittance de l'effluent, bénéfique pour l'étape de désinfection ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;

- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans 3 épaisseurs de plan carré, munis de pont de raclage (2 existants et 1 nouveau) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, par une station de pompage vers le traitement biologique ;
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 2>

La filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Béja comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - dégrillage constitué de 2 dégrilleurs mécaniques en parallèle avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement primaire
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires pour les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique
 - oxydation des matières organiques dans 2 filières (existants), chacune avec 5 bassins, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de

- variation de vitesse (nouveau) ;
- sédimentation des boues dans 4 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
- acheminement des boues par deux stations de pompage (nouveau) ;
- recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- extraction des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire
 - élimination biologique d'azote matérialisé par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore et pour augmenter la transmittance de l'effluent, bénéfique pour l'étape de désinfection (existante) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 4 épaisseurs de plan carré, munis de pont de raclage (2 existants et 2 nouveaux) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec chaleur produit par cogénération (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique ;

- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 3>

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Béja comprend les étapes suivantes :

- Prétraitement des eaux usées de levureries
 - égalisation des eaux usées en bassin (nouveau) ;
 - traitement anaérobie des eaux usées dans un réacteur de type UASB (nouveau) ;
 - introduction de l'effluent prétraité (nouveau) dans un bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz produit (nouveau) ;
- Traitement préliminaire
 - rétention de sables en bassin (nouveau);
 - dégrillage constitué de 2 dégrilleurs mécaniques en parallèle avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement biologique
 - oxydation des matières organiques dans 4 filières (existantes) ayant 5 bassins chacune, aérées par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 4 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues par deux stations de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - extraction des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire
 - élimination biologique d'azote matérialisé par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un

- débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore et pour augmenter la transmittance de l'effluent, bénéfique pour l'étape de désinfection (existant);
- désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 3 épaisseurs de plan carré, munis d'un pont de raclage (2 existants et 1 nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique.
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

STEP Medjez el Bab:

<Solution 1>

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Medjez el-Bab comprend donc les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 2 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué de 1 dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;

- Traitement biologique :
 - oxydation des matières organiques dans 2 filières (existants), chacune avec 3 bassins d'aération, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 2 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (nouveau) ;
 - acheminement des boues vers une station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - extraction des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote réalisée par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans 1 épaisseur de plan carré, muni de pont de raclage (existant) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un réservoir en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - Refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé, extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaisseur, du bassin de stockage des boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 2>

La filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Medjez el-Bab comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 2 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué de 1 dégrilleur mécanique en parallèle avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique :
 - oxydation des matières organiques dans 2 filières (existants), chacune avec 3 bassins d'aération, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 2 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues vers une station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - alimentation des boues en excès dans les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote réalisée par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;

- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan carré, munis de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec chaleur produite par cogénération (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique ;
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 3>

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Medjez el-Bab comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 2 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué de 1 dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;

- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique :
 - oxydation des matières organiques dans 1 filière (existant) avec 3 bassins d'aération, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 2 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues au début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - alimentation des boues en excès dans les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote réalisée par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan carré, muni de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec chaleur produite par la chaudière (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur

- lits de séchage (existant) ;
- stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
- refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique ;
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé, extrait du bassin de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

STEP Tabarka:

<Solution 1>

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Tabarka comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant).
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans deux filières de traitement (une existante et une nouvelle) avec un volume total de 7 762 m³, munies d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateurs de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires de plan rectangulaire avec une superficie totale de 700 m², munis de pont de raclage aspirant (un existant et un nouveau) ;
 - acheminement des boues biologiques vers deux stations de pompage, une station de pompage pour chaque filière de traitement (nouveau);
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par débitmètres électromagnétiques (nouveau) ;
 - alimentation de boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par débitmètres électromagnétiques (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;

- mesure du débit d'eau traitée (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée pour chaque filière dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate, refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (nouveau) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans 2 épaisseurs, munis de pont de raclage (nouveau) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant de l'épaissement, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé, extrait du bassin de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 2>

La filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Tabarka comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - élévation initiale des eaux usées, dû à la surélévation du couronnement des ouvrages de traitement préliminaire.
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;

- dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant).
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire, munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans la filière de traitement existante (en utilisant un volume total de 2 462 m³ pour l'année zéro et de 3 693 m³ pour l'année horizon du projet), munie d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires de plan rectangulaire, avec une superficie totale de 700 m², munis de pont de raclage aspirant ;
 - acheminement des boues vers les stations de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - élévation de boues en excès vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - mesure du débit d'eau traitée ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate (nouveau), refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (nouveau) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs munis de pont de raclage (nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;

- valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par cogénération (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 3>

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Tabarka comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - élévation initiale des eaux usées, dû à la surélévation du couronnement des ouvrages de traitement préliminaire.
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant);
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant).
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire, munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau);
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau);
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau);

- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans la filière de traitement existante (en utilisant un volume total de 2 462 m³ pour l'année zéro et de 3 693 m³ pour l'année horizon du projet), munie d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires de plan rectangulaire, avec une superficie totale de 700 m², munis de pont de raclage aspirant ;
 - acheminement des boues vers les stations de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - élévation de boues en excès vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - mesure du débit d'eau traitée ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate, refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (nouveau) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs munis de pont de raclage (nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la chaudière (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;

- refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

STEP Jendouba:

<Solution 1>

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Jendouba comprend ainsi les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 3 vis d'Archimède (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant).
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans les filières de traitement existantes avec un volume total de 11 928 m³, munies d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateurs de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans les décanteurs secondaires existants de plan rectangulaire, munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues vers une station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - alimentation des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une

recirculation de nitrate (nouveau), refoulé en retour depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;

- dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
- désinfection par radiation ultraviolette précédé en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans deux épaisseurs, munis de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant de l'épaississement, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 2>

La filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Jendouba comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 3 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant).

- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans la moitié des filières de traitement existantes avec un volume total de 5 964 m³, munies d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans les décanteurs secondaires existants de plan rectangulaire, munis d'un pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - élévation de boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate (nouveau), refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan carré munis de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la cogénération (nouveau) ;

- combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz de mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 3>

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Jendouba comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention des sables (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 3 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant).
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans la moitié des filières de traitement existantes avec un volume total de 5 964 m³, munies d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;

- sédimentation des boues dans les décanteurs secondaires existants de plan rectangulaire, munis de pont de raclage aspirant (existant);
- acheminement des boues vers la station de pompage (nouveau) ;
- recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- alimentation des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate (nouveau), refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan carré, munis de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la chaudière (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz de mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment

de déshydratation, (nouveau).

WwTP of Siliana:

<Solution 1>

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Siliana comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6,0 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle, avec une distance entre barreaux de 10 mm, installée dans le canal bypass (existant) ;
 - tamis rotatif pour le microtamisage des graisses provenant du dessableur/déshuileur et des boues flottantes (écumes) des décanteurs secondaires (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant).
 - mesure du débit par un canal Venturi utilisant un compteur de niveau ultrasonique (existant).
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans les filières de traitement existantes, avec un volume total de 7 800 m³ ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires de plan circulaire, munis de pont de raclage tournant avec de racleurs de fond et de surface (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage de boues (existant) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par débitmètre électromagnétique (existant) ;
 - alimentation des boues en excès vers l'épaississeur et mesure du débit par débitmètre électromagnétique (existant) ;
 - extraction des boues flottantes (écumes) des décanteurs secondaires par de pompes à boues installées sur les racleurs tournants et leur acheminement vers le tamis rotatif (existant) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le canal d'oxydation (existant) ;

- dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
- désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues en excès dans un épaisseur de plan circulaire, muni de pont de raclage (existant) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un réservoir en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau).
 - traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaisseur, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 2>

La filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Siliana comprend ainsi les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6,0 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle avec une distance entre barreaux de 10 mm, installée dans le canal bypass (existant) ;
 - tamis rotatif pour le microtamisage des graisses provenant du dessableur/déshuileur et des boues flottantes (écumes) provenant des décanteurs secondaires (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant).
 - mesure du débit par un canal Venturi en utilisant un compteur de niveau ultrasonique (existant).

- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 1 décanteur de plan circulaire, muni de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - élévation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans une seule filière de traitement, ayant un volume de 1 900 m³ (existant) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires, de plan circulaire, munis d'un pont de raclage tournant avec racleurs de fond et de surface (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage (existant) ;
 - recirculation des boues vers le début du bassin d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (existant) ;
 - alimentation des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (existant) ;
 - extraction des boues flottantes (écumes) par une pompe à boues installée sur le racleur tournant et acheminement vers le tamis rotatif (existant) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le bassin d'aération ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan circulaire munis de pont de raclage (1 existant, 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la cogénération (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz de mauvaise qualité (nouveau) ;

- déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
- stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
- refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

<Solution 3>

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Siliana comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6,0 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle avec une distance entre barreaux de 10 mm, installée dans le canal bypass (existant) ;
 - tamis rotatif pour le microtamisage des graisses provenant du dessableur/déshuileur et des boues flottantes (écumes) des décanteurs secondaires (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant).
 - mesure du débit par un canal Venturi en utilisant un compteur de niveau ultrasonique (existant).
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 1 décanteur de plan circulaire, muni de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - élévation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans une seule filière de traitement, ayant un volume de 1 900 m³ (existant) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires, de plan circulaire,

- munis de pont de raclage tournant avec de racleurs de fond et de surface (existant) ;
- acheminement des boues vers la station de pompage (existant) ;
- recirculation des boues vers le début du bassin d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (existant) ;
- alimentation des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (existant) ;
- extraction des boues flottantes (écumes) par une pompe à boues installée sur le racleur tournant et acheminement vers le tamis rotatif (existant) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le bassin d'aération ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan circulaire, munis de pont de raclage (1 existant, 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau);
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la chaudière (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz de mauvaise qualité (nouveau);
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, par une station de pompage vers le traitement biologique (nouveau).
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation de l'air contaminé, extrait du bassin de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation, par biofiltre (nouveau).

7. ESTIMATION DES COÛTS

Coût de base (STEP):

Le Tableau suivant présente le coût de base pour les STEP (valeur 2011) :

Tableau: Coût de base (STEP)

Béja		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		2 326 879	3 422 392	2 307 241
Equipement et Électrique (TND)		5 883 472	9 811 845	5 540 939
Total	(TND)	8 231 851	13 234 237	7 848 180
	(million JPY)	485	779	462
Jendouba		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		1 918 721	2 973 907	2 943 992
Equipement et Électrique (TND)		4 685 661	8 055 684	5 795 291
Total	(TND)	6 604 382	11 029 592	8 739 283
	(million JPY)	389	650	514
Medjez el Bab		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		1 031 921	1 634 061	1 613 223
Equipement et Électrique (TND)		3 089 487	5 457 232	4 010 507
Total	(TND)	4 121 408	7 091 293	5 623 729
	(million JPY)	243	418	331
Tabarka		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		1 708 172	2 185 946	2 171 621
Equipement et Électrique (TND)		3 199 741	5 685 285	4 158 181
Total	(TND)	4 907 913	7 871 231	6 329 802
	(million JPY)	289	464	373
Siliana		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		1 058 431	1 773 057	1 760 280
Equipement et Électrique (TND)		2 105 601	4 444 947	3 086 948
Total	(TND)	3 164 032	6 218 004	4 847 228
	(million JPY)	186	366	286

Source: Equipe d'étude

Coût de base pour chaque STEP (solutions sélectionnées) :

Le Tableau suivant présente le coût de base pour les STEP (valeur 2011) :

Tableau: Coût de base pour les STEP (solutions sélectionnées)

Béja (Solution 3)		
Travaux de génie civil (TND)		2 307 241
Equipement et Électrique (TND)		5 540 939
Total	(TND)	7 848 180
	(Million JPY)	462
Jendouba (Solution 1)		
Travaux de génie civil (TND)		1 918 721
Equipement et Électrique (TND)		4 685 661
Total	(TND)	6 604 382
	(Million JPY)	389
Medjez el Bab (Solution 1)		
Travaux de génie civil (TND)		1 031 921
Equipement et Électrique (TND)		3 089 487
Total	(TND)	4 121 408
	(Million JPY)	243
Tabarka (Solution 1)		
Travaux de génie civil (TND)		1 708 172
Equipement et Électrique (TND)		3 199 741
Total	(TND)	4 907 913
	(Million JPY)	289
Siliana (Solution 1)		
Travaux de génie civil (TND)		1 058 431
Equipement et Électrique (TND)		2 105 601
Total	(TND)	3 164 032
	(Million JPY)	186

Source: Equipe d'étude

Sélection des interventions (Réseaux et Stations de Pompage) pour le Projet :

Avant l'établissement de la présélection des interventions, il convient de considérer les conditions suivantes :

- Les critères et types d'intervention (A, B et C) établis au Chapitre II doivent être essentiellement appliqués pour identifier la priorité de chaque intervention ;
- Trois (3) ensembles (cas) d'interventions sont simulés en considérant le Type d'opération et le montant annuel de l'APD japonaise financé dans le passé pour la Tunisie ;
- Toutes les interventions sont groupées commune par commune et la présélection est établie sur la base des communes, puisque les interventions dans la même commune sont associées les unes aux autres et fonctionnent comme un système unique ;

- Outre les points ci-dessus, les interventions classées en Type C et dont le coût dépasse 1 000 TND/habitant sont reclassées individuellement en considérant le rendement économique ;
- Enfin, les interventions dans les cinq (5) communes du gouvernorat de Sfax reliées à la STEP de Sfax Sud (Sfax Ville, Sfax Sud, Gremda, El Ain et Tyna) sont exclues de la présélection par la JICA. Considérant la situation actuelle où la STEP de Sfax Sud réhabilitée en 2006 sur financement de la JICA a eu les problèmes opérationnels peu de temps après la réhabilitation, la JICA a décidé que la solution pour la STEP devait être étudiée avant le financement des interventions reliées à cette STEP.

La présélection est établie en simulant les 3 cas suivants :

a) Cas 1

Sélection des communes dont les réseaux sont raccordés aux 5 STEP du projet (Beja, Medjez el Bab, Jendouba, Tabarka et Siliana) et les communes qui comportent des interventions de Type A qui ont de graves problèmes environnementaux à améliorer. Les communes sélectionnées comprennent aussi quelques interventions de Type B (réhabilitation) et de Type C (extensions).

b) Cas 2

Sélection des communes qui comportent des interventions de Type B (réhabilitation). Chaque commune sera classée selon le rendement économique et les interventions seront priorisées selon les coûts par tête. Les communes sélectionnées comportent également quelques interventions de Type C (extensions).

c) Cas 3

Sélection des communes qui comportent uniquement des interventions de Type C (extensions).

Résumé du projet pour les réseaux et stations de pompage dans chaque cas :

Le tableau suivant présente un résumé du projet, comprenant toutes les interventions sur les réseaux avec leurs longueurs, et les stations de pompage et leur nombre.

Tableau: Résumé du projet dans chaque Cas

Cas	Longueur totale du réseau (m)	Nombre de stations de pompage	Coût total du génie civil (TND)	Coût total des équipements (TND)	Coût total (TND)	Coût total (M JPY)
Cas 1	218 349	22	47 081 244	1 957 394	49 038 638	2 888
Cas 2	533 377	32	104 795 134	2 520 976	107 316 110	6 321
Cas 3	662 456	45	124 989 448	3 294 260	128 283 708	7 556

Estimation des coûts pour les services de consultants :

Conditions générales des services de consultants

Certains services de consultants et d'assistance technique au cours de la période d'exécution seront requis pour l'exécution des STEP et des réseaux.

Pour les STEP, si on considère les installations de pointe qui seront installées dans chaque STEP, des consultants internationaux et des consultants locaux expérimentés seront requis, et l'appel d'offres devra être un processus de présélection, de manière à assurer les performances requises.

Termes généraux de Référence pour les Services de consultants

Les termes généraux de référence pour les services de consultants correspondant à chaque élément sont résumés ci-après :

- STEP
 - Préparer l'Avant-Projet Détaillé (APD), les documents d'appel d'offre pour l'offre des entrepreneurs et l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) pour 5 STEP ;
 - Superviser le plan d'exécution préparé par l'entrepreneur et les travaux de construction et vérifier les performances des STEP ;
 - Fournir un contrôle de la qualité après l'achèvement de la construction ;
 - Aider au démarrage de chaque STEP.
- Réseaux et Stations de pompage
 - Préparer l'Avant-Projet Détaillé (APD), les documents d'appel d'offre pour la consultation des entrepreneurs.

Hommes-Mois requis pour les services de consultants :

Le nombre d’Hommes-Mois requis pour les services des Consultants pour la Conception Détaillée et pour la préparation du Dossier d’Appel d’Offre de l’EIE sont calculés en considérant un nombre fixe de 110 H/M pour les études concernant les STEP et de 21 H/M pour les réseaux.

STEP

La répartition des Hommes-Mois pour les experts des STEP est la suivante :

Tableau: Services de consultants pour la préparation de l’APD pour les STEP

Conception Détaillée (APD) : Experts internationaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Chef de projet (ingénieur STEP)	Planification de la STEP, estimation, planification de la construction	3,0x5 STEP = 15
Ingénieur process	Examen et conception du processus de traitement	3,0x5 STEP = 15
Ingénieur Génie Civil	Examen et conception des ouvrages de génie civil	3,0x5 STEP = 15
Expert Mécanicien	Examen et conception d'équipements mécaniques et électriques	3,0x5 STEP = 15

Tableau: Services de consultants pour la préparation de l’EIE pour les STEP

Etude d'Impact Environnemental (EIE) : Experts internationaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Spécialiste des Considérations Environnementales	Évaluation des impacts environnementaux et préparation du rapport de l'EIE	3,0x5 STEP = 15
Spécialiste des Considérations Sociales	Évaluation des impacts sociaux et préparation du rapport de l'EIE	2,0x5 STEP = 10

Tableau: Services de consultants pour la préparation des DAO pour les STEP

Dossiers d'Appels d'Offre (DAO) : Experts internationaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Chef de projet (ingénieur STEP)	Préparation des clauses générales et administratives de l'offre	1,0x5 STEP = 5
Ingénieur Génie Civil	Préparation des clauses techniques concernant les travaux de génie civil	2,0x5 STEP = 10
Expert Mécanicien	Préparation des clauses techniques concernant les équipements	2,0x5 STEP = 10

Tableau: Services de consultants internationaux pour la supervision des travaux pour les STEP

Supervision des travaux : Experts internationaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Chef de projet (ingénieur STEP)	Supervision technique des travaux de construction généraux	8,0
Electromécanicien	Supervision technique de l'installation des machines	8,0
Ingénieur électrique	Supervision technique des travaux électriques	2,0

Tableau: Services de consultants locaux pour la supervision des travaux pour les STEP

Supervision des travaux : Experts locaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Ingénieur Génie Civil	Supervision technique des travaux de génie civil	4,0
Considérations Sociales et Environnementales	Suivi du plan de gestion environnementale (PGE)	3,0

Réseaux et Stations de Pompage

Les lots doivent être repartis par gouvernorat, comme détaillé dans le tableau suivant, et un consultant doit être engagé pour chaque lot. La répartition des Hommes-Mois pour les experts des Réseaux et Stations de Pompage est la suivante :

Tableau: Services de consultants pour la préparation de l'APD et des DAO pour les Réseaux et Stations de Pompage

Conception Détaillée (APD) et Dossiers d'Appels d'Offre (DAO) : Experts locaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Chef de projet (Planification Réseaux)	Planification du système d'assainissement et préparation des clauses générales et administratives de l'offre	12,0/Lot
Ingénieur Génie Civil (Réseaux)	Examen, conception et préparation des clauses techniques concernant les travaux de génie civil	6,0/Lot
Electromécanicien	Examen, conception et préparation des clauses techniques concernant les équipements des stations de pompage etc.	2,0/Lot
Estimation des coûts	Estimation des coûts de construction et préparation du bordereau des prix	1,0/Lot

A propos de l'estimation des Hommes-Mois des services de consultant pour les réseaux et stations de pompage, même si 21,0 H/M est appliqué comme chiffre de base, la longueur des interventions doit aussi être considérée comme indicateur de variation.

La répartition des Hommes-Mois pour les services de consultants dans chaque cas et par gouvernorat est présentée dans le tableau suivant.

Tableau: Hommes-Mois pour les services de consultants dans chaque cas

Gouvernorat	Hommes-Mois pour les services de consultants dans chaque cas			Département de l'ONAS responsable
	Cas 1	Cas 2	Cas 3	
	H/M	H/M	H/M	
BEJA	14	21	21	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Beja)
BIZERTE	3	3	3	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Bizerte)
JENDOUBA	21	21	21	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Jendouba)
KASSERINE / SIDI BOUZID	14	21	21	Direction Projet (Département Régional Centre) Service Projet (Directions Régionales Kasserine /Sidi Bouzid)
KEBILI	14	21	42	Direction Projet (Département Régional Sud) Service Projet (Direction Régionale Kébili)
KEF / SILIANA	14	21	21	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Kef/Siliana)
SFAX	0	36	36	Direction Projet (Département Régional Sud) Service Projet (Direction Régionale Sfax)
ZAGHOUAN	21	21	21	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Zaghouan)
Total	101	165	186	

Coût de base pour les services de consultants (STEP + Réseaux) :

Coût des consultants internationaux et locaux

L'estimation des coûts des services de consultants est présentée dans les Tableaux suivants :

Tableau: Coût des Services de consultants (Cas 1)

Catégorie	Coût mensuel (M JPY)	Total (Mois)	Coût total (M JPY)
Consultants internationaux	2,591	128	331,6
Consultants locaux	1,80	108	194,4

Tableau: Coût des Services de consultants (Cas 2)

Catégorie	Coût mensuel (M JPY)	Total (Mois)	Coût total (M JPY)
Consultants internationaux	2,591	128	331,6
Consultants locaux	1,80	172	309,6
Total		300	641,2

Tableau: Coût des Services de consultants (Cas 3)

Catégorie	Coût mensuel (M JPY)	Total (Mois)	Coût total (M JPY)
Consultants internationaux	2,591	128	331,6
Consultants locaux	1,80	193	347,4
Total		321	679,0

Coût des études topographiques et géotechniques

L'estimation des coûts des études topographiques et géotechnique est présentée dans les Tableaux suivants :

Tableau: Coût des études topographiques et géotechniques (Cas 1)

Catégorie	Unité	Prix unitaire (TND)	Quantité	Coût total (M JPY)
Levé topographique (STEP) ¹	Ha	650	10	0,4
Etude géotechnique (STEP) ²	Unité	10 000	5	2,9
Levé topographique (Réseaux) ³	Km	300	220	3,9
Levé topographique (Nouvelles Stations de Pompage) ¹	Unité	500	13	0,4
Etude géotechnique (Nouvelles Stations de Pompage) ²	Unité	2 000	13	1,5
Total				5,0

¹ Levés topographiques permettant de mesurer le périmètre et les niveaux du terrain

² Etudes géotechniques permettant la caractérisation et la portance des sols

³ Levés topographiques permettant de mesurer le profil en long et le profil en travers des conduites

Tableau: Coût des études topographiques et géotechniques (Cas 2)

Catégorie	Unité	Prix unitaire (TND)	Quantité	Coût total (M JPY)
Levé topographique (STEP)	Ha	650	10	0,4
Etude géotechnique (STEP)	Unité	10 000	5	2,9
Levé topographique (Réseaux)	Km	300	535	9,5
Levé topographique (Stations de Pompage)	Unité	500	20	0,6
Etude géotechnique (Stations de Pompage)	Unité	2 000	20	2,4
Total				12,6

Tableau: Coût des études topographiques et géotechniques (Cas 3)

Catégorie	Unité	Prix unitaire (TND)	Quantité	Coût total (M JPY)
Levé topographique (STEP)	Ha	650	10	0,4
Etude géotechnique (STEP)	Unité	10 000	5	2,9
Levé topographique (Réseaux)	Km	300	664	11,7
Levé topographique (Stations de Pompage)	Unité	500	33	1,0
Etude géotechnique (Stations de Pompage)	Unité	2 000	33	3,9
Total				20,0

Hausse annuelle des prix:

La hausse des prix annuelle est considérée comme couvrant une augmentation des prix des matériaux de construction, des équipements et de la main-d'œuvre. Les taux de hausse annuelle des prix sont estimés à la fois pour les devises étrangères et la devise locale tel que résumé ci-dessous :

- Devise étrangère : 1,6 %
- Devise locale : 0,9 %

Fonds pour aléas:

Dans les conditions actuelles pour la planification des projets, il existe de nombreux facteurs inconnus. Par exemple, le tracé des réseaux, qui occupe la plus grande partie du coût de construction, sera déterminé précisément grâce à l'étude topographique et les considérations d'ingénierie dans l'Avant-Projet Détaillé et, par conséquent la longueur des réseaux comme le coût de construction changeront dans une certaine mesure. La population bénéficiaire potentielle déterminera les emplacements et le nombre de points de service grâce au programme de sensibilisation. Par conséquent, lors de l'estimation du coût du projet, une provision de 5% des coûts est ajoutée pour ces aléas.

Portion Non-éligible au prêt d'APD japonaise

Acquisition de terrain et Coût de Compensation :

Le coût pour les acquisitions de terrain et les compensations ne sont pas à prendre en considération pour les STEP, mais ils doivent être considérés pour les nouvelles stations de pompage.

Les acquisitions de terrains et les coûts d'indemnisation sont estimés sur la base d'un prix de base provisoire de 1 m² = 100 dinars, comme le montre le tableau suivant.

Tableau: Acquisition de terrain et coût de la compensation

	Surface (m ²)	Coût Total (TND)	Coût Total (Million JPY)
Cas 1	2 800	280 000	16,5
Cas 2	3 500	350 000	20,6
Cas 3	5 100	510 000	30,0

Frais d'administration de l'Agence chargée de l'exécution :

Les frais d'administration pour l'Agence chargée de l'exécution (ONAS), requis pour la mise en œuvre du Projet, sont estimés à 3,0 % du coût de base.

Taxes :

Pour tous les biens et coûts de main-d'œuvre du projet, sauf pour les équipements importés, la TVA (taxe sur la valeur ajoutée) de 18 % s'applique. Dans le cas d'équipements importés, la taxe d'importation de 12 % est appliquée avant la TVA à 18 %.

8. COÛTS TOTAUX D'INVESTISSEMENT

Les coûts estimés sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau: Coût de Mise en œuvre (Cas 1)

	Coût		
	F/C (TND)	L/C (TND)	Total (M JPY)
A. Portion Eligible			
Coûts de construction			
Génie Civil	0,0	55 105 730,0	3 245,7
Equipements	20 578 823,0	0,0	1 212,1
Hausse de prix	2 338 327,0	3 286 422,7	331,3
Sous-total	22 917 150,0	58 392 152,7	4 789,1
Fonds pour aléas	1 145 857,5	2 919 607,6	239,5
Services de Consultants			
Coûts de personnel	5 630 696,1	3 300 509,3	526,0
Etudes topographiques et géologiques	0,0	154 400,0	9,1
Hausse des prix	310 551,1	124 255,7	25,6
Fonds pour aléas	297 062,4	178 958,3	28,0
Sous-total	6 238 309,5	3 758 123,3	588,8
Sous-total A	30 301 317,1	65 069 883,7	5 617,4
B. Portion Non-éligible			
Acquisition de terrain	0,0	280 000,0	16,5
Coûts Administratifs	909 039,5	1 952 096,5	168,5
Sous-total B	909 039,5	2 232 096,5	185,0
Total hors taxes (A+B)	31 210 356,6	67 301 980,2	5 802,4
Droits et Taxes	6 292 007,9	12 114 356,4	1 084,1
Intérêts pendant la construction	1 702 420,6	3 423 058,9	301,9
Total	39 204 785,1	82 839 395,5	7 188,4

Tableau: Coût de Mise en œuvre (Cas 2)

	Coût		
	F/C (TND)	L/C (TND)	Total (M JPY)
A. Portion Eligible			
Coûts de construction			
Génie Civil	0,0	112 819 620,0	6 645,0
Equipements	21 142 405,0	0,0	1 245,3
Hausse de prix	2 399 758,4	6 752 909,8	539,1
Sous-total	23 542 163,4	119 572 529,8	8 429,5
Fonds pour aléas	1 177 108,2	5 978 626,5	421,5
Services de Consultants			
Coûts de personnel	5 630 696,1	5 256 366,7	641,2
Etudes topographiques et géologiques	0,0	266 400,0	15,7
Hausse des prix	310 551,1	193 339,2	29,7
Fonds pour aléas	297 062,4	285 805,3	34,3
Sous-total	6 238 309,5	6 001 911,2	720,9
Sous-total A	30 957 581,1	131 553 067,4	9 571,9
B. Portion Non-éligible			
Acquisition de terrain	0,0	350 000,0	20,6
Coûts Administratifs	928 727,4	3 946 592,0	287,2
Sous-total B	928 727,4	4 296 592,0	307,8
Total hors taxes (A+B)	31 886 308,5	135 849 659,5	9 879,6
Droits et Taxes	6 428 279,8	24 452 938,7	1 818,9
Intérêts pendant la construction	1 734 952,0	6 828 614,1	504,4
Total	40 049 540,3	167 131 212,3	12 202,9

Tableau: Coût de Mise en œuvre (Cas 3)

	Coût		
	F/C (TND)	L/C (TND)	Total (M JPY)
A. Portion Eligible			
Coûts de construction			
Génie Civil	0,0	133 013 934,0	7 834,5
Equipements	21 915 689,0	0,0	1 290,8
Hausse de prix	2 484 047,7	7 965 847,0	615,5
Sous-total	24 399 736,7	140 979 781,0	9 740,9
Fonds pour aléas	1 219 986,8	7 048 989,1	487,0
Services de Consultants			
Coûts de personnel	5 630 696,1	5 898 132,4	679,0
Etudes topographiques et géologiques	0,0	337 600,0	19,9
Hausse des prix	310 551,1	218 502,9	31,2
Fonds pour aléas	297 062,4	322 711,8	36,5
Sous-total	6 238 309,5	6 776 947,1	766,6
Sous-total A	31 858 033,0	154 805 717,1	10 994,5
B. Portion Non-éligible			
Acquisition de terrain	0,0	510 000,0	30,0
Coûts Administratifs	955 741,0	4 644 171,5	329,8
Sous-total B	955 741,0	5 154 171,5	359,9
Total hors taxes (A+B)	32 813 774,0	159 959 888,6	11 354,4
Droits et Taxes	6 615 256,8	28 792 780,0	2 085,5
Intérêts pendant la construction	1 779 587,9	8 016 925,7	577,0
Total	41 208 618,7	196 769 594,3	14 016,9

9. ETUDE ECONOMIQUE

FIRR dans le scénario de base:

Le Taux de Rendement Interne Financier figure dans le Tableau suivant.

Ce chiffre est fondé sur le prix du traitement à 0,7 TND/m³, mais dans le futur, si ce prix est débattu entre les différents organismes et qu'un prix différent est décidé, ce FIRR peut changer en conséquence.

Tableau: FIRR dans le scénario de base pour chaque cas

Projet	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Capacité de traitement (m ³ /jour)	54 102	85 391	89 574
Capacité de ventes (m ³ /jour)	49 774	78 560	82 408
Besoins de capitaux total (millions de TND)	164,0	256,4	289,4
Financement de la JICA (millions de TND)	89,0	152,4	175,1
Financement du GdT (millions de TND)	60,6	81,7	88,6
Revenus (millions de TND/an)	12,7	20,1	21,1
Profit (*) (millions de TND/an)	0,2	1,5	0,6
FIRR avant taxe (%)	1,59	2,36	1,88
Population bénéficiaire (millier de personnes)	326 074	586 814	621 672

(*) Profit avant taxe, première année

Taux de Rentabilité interne économique (TRD):

Dans cette section, l'effet économique pour la Tunisie apporté par le Projet F/S est examiné et étudié d'un point de vue développement social et amélioration des infrastructures. Les éléments suivants sont supposés être les dépenses et recettes pour cette étude.

- Dépenses
 - Coût d'investissement total ;
 - Coûts d'exploitation et de maintenance pour l'installation ;
- Recettes
 - Activation des industries agricoles par l'usage accru des eaux souterraines ;
 - Diminution des dépenses médicales et des coûts sociaux de la diarrhée par l'amélioration des conditions sanitaires.

Les bénéfices totaux sont résumés dans le Tableau suivant.

Table: Bénéfices totaux du projet

Unité: Million TND

	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Bénéfices provenant de l'opération des STEP	12,7	20,1	21,1
Bénéfices l'Agriculture	0,2	0,2	0,2
Diminution des dépenses médicales	0,5	0,9	1,0
Diminution de la mortalité infantile	3,2	5,8	5,9
Total	16,6	27,0	28,2

En considérant les bénéfices décrits ci-dessus, le TRI, dans le scénario de base, avec une durée de vie de projet de 20 ans, est calculé comme suit :

Tableau: TRI

	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Revenus (millions de TND)	16,6	27,0	28,2
TRI (%)	5,7	6,8	6,2

Indice du Projet

Impacts quantitatifs :

Les impacts quantitatifs pour ce projet F/S figure dans le tableau suivant.

Tableau: Impacts quantitatifs

a) STEP

Indicateur	STEP	Capacité de conception	Présent (2011)	Année d'achèvement (2020)	Horizon du projet (2029)
Nombre de bénéficiaires desservis par le projet (hab)	Béja	—	65 560	71 990	78 419
	Medjez el Bab	—	20 113	22 379	24 644
	Tabarka	—	21 239	26 281	31 322
	Jendouba	—	50 088	57 538	64 988
	Siliana	—	25 322	28 589	31 855
Capacité de traitement du DBO5 des 5 STEP (kg / jour)	Béja	7 800	6 484	7 550	8 615
	Medjez el Bab	2 000	1 368	1 872	2 376
	Tabarka	1 825	1 664	2 168	2 671
	Jendouba	3 400	2 251	3 226	4 200

	Siliana	2 450	1 233	1 464	1 694
Capacité totale de traitement des eaux usées des 5 STEP (m3/ jour)	Béja	14 000	6 244	9 619	12 994
	Medjez el Bab	4 500	2 391	3 910	5 429
	Tabarka	5 500	4 491	6 501	8 510
	Jendouba	8 000	5 123	8 413	11 703
	Siliana	4 530	2 321	3 203	4 084
Concentration du BOD5 dans les eaux traitées des 5 STEP (mg/l)	Béja	30	20-31 (*1)	≤ 30 (NT 106.002)	
	Medjez el Bab	30	25 (*1)		
	Tabarka	30	21-25 (*1)		
	Jendouba	30	22-24 (*1)		
	Siliana	30	27-56 (*1)		

(*1) ONAS: Rapport annuel (2008-2010)

b) Réseaux (3 Cas)

Indicateur	Cas	Présent (2011)	Année d'achèvement (2020)	Horizon du projet (2029)
Longueur du nouveau réseau (extension) (km)	Cas 1	—	71,1	
	Cas 2	—	287,1	
	Cas 3	—	416,1	
Nombre de bénéficiaires d'un nouveau réseau (hab)	Cas 1	119 082	136 981	154 880
	Cas 2	327 631	371 626	415 620
	Cas 3	327 631	389 055	450 478

c) Réseaux (Détail par commune)

Gouvernorat	Commune	Longueur du nouveau réseau (extension) (km)	Nombre de bénéficiaires (hab)		
			Année d'achèvement (2020) / Horizon du projet (2029)	Présent (2011)	Année d'achèvement (2020)
Beja	Medjez el Bab	0,7	7 450	7 450	7 450
	Beja	1,0	12 319	12 599	12 879
	Nefza	4,3	385	538	690
	Testour	0,7	1 312	1 543	1 774
	Maagoula	0,0	300	300	300
	Teboursouk	1,3	5 448	5 718	5 988
Bizerte	Raf Raf	0,3	0	2 500	5 000

Gouvernorat	Commune	Longueur du nouveau réseau (extension) (km)	Nombre de bénéficiaires (hab)		
		Année d'achèvement (2020) / Horizon du projet (2029)	Présent (2011)	Année d'achèvement (2020)	Horizon du projet (2029)
	Alia	0,0	3 500	3 500	3 500
Jendouba	Tabarka	18,8	6 110	6 678	7 245
	Jendouba	5,1	28 923	29 462	30 000
	Ghardimaou	4,6	2 014	2 243	2 472
	Fernana	5,0	1 142	1 355	1 567
	Boussalem	4,0	0	362	724
Kasserine	Kasserine	13,2	59 760	62 210	64 660
	Sbeitla	2,3	2 950	3 463	3 975
Kébili	Kébili	2,5	8 000	8 500	9 000
	Jemna	22,9	500	2 250	4 000
	Douz	5,8	25 000	26 000	27 000
	El Golaa	3,1	0	375	750
	Kébili Nord	39,4	0	7 040	14 080
	Kébili Sud	22,9	0	3 750	7 500
	Douz Sud	17,3	0	1 500	3 000
Kef	Tajerouine	2,0	5 825	6 025	6 225
	Kef	3,6	44 191	44 691	45 191
Sfax	Mahres	18,7	18 325	19 700	21 075
	Sakiet Ezzit	122,8	7 795	10 807	13 819
	Chihia	19,2	6 529	8 510	10 491
	Sakiet Eddaier	24,1	13 340	28 123	42 905
	Agareb	8,1	0	1 500	3 000
	Jebeniana	10,0	0	1 175	2 350
	Henchha	12,0	0	1 425	2 850
Sidi Bouzid	Sidi Bouzid	10,3	32 770	33 785	34 800
Siliana	Siliana	0,0	2 773	2 773	2 773
	Krib	3,2	0	4 000	8 000
	Bou Arada	0,0	2 569	2 569	2 569
Zaghouan	Hammam Zriba	2,3	10 701	10 701	10 701
	El Fahs	0,0	17 700	17 700	17 700
	Zaghouan	4,6	0	6 238	12 475
Total		416,1	327 631	389 055	450 478

Résumé de l'aspect économique du projet :

A partir de l'étude ci-dessus, on a abouti à la conclusion suivante.

Résumé de l'étude de rentabilité

Du point de vue général de l'investissement, ce FIRR est très bas. Cela vient du fait que c'est un projet public dont il est difficile de facturer le coût aux utilisateurs.

En se basant sur l'étude ci-dessus, le Cas 2 présente le résultat financier le plus élevé, avec des besoins de capitaux globaux de 234,1 millions de TND, et obtient un FIRR de 2,36 % avec un coût de base de 0,7 TND/m³; même avec un tarif actuel de 0,5 TND/m³, un FIRR positif est attendu. En outre, le ratio de couverture (DSCR), pour la 8^{ème} année de remboursement et les années ultérieures indique également plus de un (1), ce qui témoigne de flux de trésorerie sains.

Tarif de l'assainissement

On prévoit que le prix de vente augmente. Dans cette étude, tous les cas montrent une économie financière saine quand le scénario de base est appliqué, mais si les gens ne peuvent accepter ce tarif du scénario de base, il est recommandé d'appliquer l'idée d'une subvention par le GdT.

Impact économique

Le TRI de ce projet F/S est estimé à 3,7% dans le Cas 1, 4,6% dans le Cas 2, et 4,0% dans le Cas 3, ce qui n'est pas vraiment élevé, mais qui peut conclure que l'investissement sera positif en tant que projet de développement.

10. CALENDRIER DE MISE ŒUVRE DU PROJET

Taux d'avancement de la construction :

Le taux d'avancement des travaux de construction est présenté dans le Tableau suivant.

Tableau: Taux d'avancement de la construction

Cas	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	7%	17%	24%	24%	21%	7%
2	8%	18%	22%	23%	21%	8%
3	8%	19%	22%	22%	21%	8%

Calendrier de mise œuvre du Projet pour les STEP :

Les installations seront implantées selon le calendrier de mise œuvre du Projet indiqué à la Figure-1. La première tâche sera de sélectionner les Consultants Internationaux. Ensuite, il faudra sélectionner le contractant en 2016 lot par lot pour un total de 4 lots. Les travaux sur les STEP auront lieu de 2016 à 2019. Pendant que les travaux civils et électriques seront menés, les équipements électriques et mécaniques seront achetés et installés. Les travaux de construction seront terminés et les STEP commenceront leur exploitation en 2020.

Calendrier de mise œuvre du Projet pour les Réseaux et Stations de Pompage :

Les installations seront mises en place selon le calendrier de mise œuvre du Projet indiqué à la Figure-2. La sélection des contractants locaux aura lieu chaque année de 2014 à 2017 pour un total de trois fois.

N°	Tâche	Début	Fin	2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021			
				T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
1	Procédure JICA: Echange de notes, Accord de prêt, etc.	2012/01/01	2012/09/30	■																																							
2	Période de prêt	2012/10/01	2021/12/31					■																																			
3	Preparation of shortlist	2012/07/01	2012/09/30	■																																							
4	Appel d'offre pour la sélection du consultant	2012/10/01	2013/03/31			■																																					
4-1	Evaluation et sélection du consultant	2013/04/01	2013/09/30			■																																					
4-2	Approbation du contrat (Japon et Tunisie)	2013/10/01	2013/12/31			■																																					
5	Avant-Projet Détaillé, EIE, Préparation du Dossier d'Appel d'Offre	2014/01/01	2014/12/31			■																																					
6	Supervision de la construction	2016/04/01	2019/12/31													■																											

Figure: Calendrier de mise œuvre du Projet pour les services de consultant

N°	Tâche	Début	Fin	2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021							
				T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4								
1	Procédure JICA: Echange de notes, Accord de prêt, etc.	2012/01/01	2012/09/30	■																																											
2	Période de prêt	2012/10/01	2021/12/31					■																																							
3	Appel d'offre (ICB) pour sélection de l'entrepreneur lots 1 à 4	2015/01/01	2016/12/31									■																																			
3-1	Evaluation et sélection de l'entrepreneur par l'ONAS	2015/07/01	2017/06/30													■																															
3-2	Approbation du contrat	2016/01/01	2017/09/30													■																															
4	Période de construction: Lot 1 (Beja)	2016/10/01	2018/06/30																	■																											
4-1	Etudes topographiques et géotechniques	2016/04/01	2016/09/30			■																																									
4-2	Travaux de Génie Civil	2016/10/01	2017/09/30													■																															
4-3	Equipements mécaniques et électriques	2017/07/01	2018/03/31																	■																											
5	Période de construction: Lot 2 (Medjez el Bab)	2017/04/01	2018/12/31																	■																											
5-1	Etudes topographiques et géotechniques	2016/10/01	2017/03/31			■																																									
5-2	Travaux de Génie Civil	2017/04/01	2018/03/31													■																															
5-3	Equipements mécaniques et électriques	2018/01/01	2018/09/30																	■																											
6	Période de construction: Lot 3 (Tabarka, Jendouba)	2017/10/01	2019/06/30																	■																											
6-1	Etudes topographiques et géotechniques	2017/04/01	2017/09/30			■																																									
6-2	Travaux de Génie Civil	2017/10/01	2018/09/30													■																															
6-3	Equipements mécaniques et électriques	2018/07/01	2019/03/31																	■																											
7	Période de construction: Lot 4 (Silihana)	2018/04/01	2019/12/31																	■																											
7-1	Etudes topographiques et géotechniques	2017/10/01	2018/03/31			■																																									
7-2	Travaux de Génie Civil	2018/04/01	2019/03/31													■																															
7-3	Equipements mécaniques et électriques	2019/01/01	2019/09/30																	■																											
8	Période de garantie	2018/07/01	2021/12/31																	■																											

Figure: Calendrier de mise œuvre du Projet pour les STEP

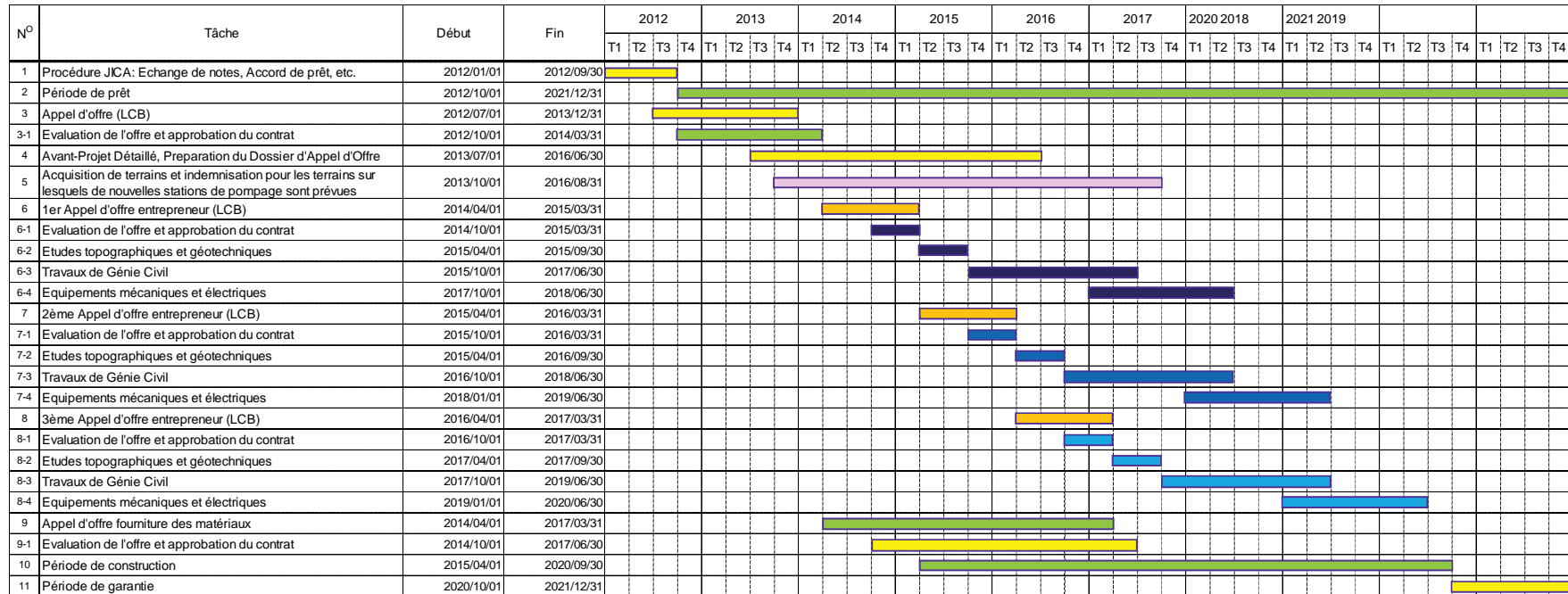


Figure: Calendrier de mise œuvre du Projet pour les Réseaux et Stations de Pompage

11. RECOMMANDATIONS POUR GARANTIR LA DURABILITE DU PROJET

Court terme :

Gestion des boues

Dans les 5 STEP du projet, les boues sont stockées sur des lits de séchage et déchargées temporairement dans l'enceinte des STEP sans protection contre la pollution depuis plusieurs années.

Pour assurer la durabilité du projet, il est urgent que l'ONAS trouve des décharges contrôlées. Il s'agit d'un problème majeur qui risque d'entraîner un retard de l'approbation du rapport de l'EIE par l'ANPE.

L'ONAS a déjà abordé ce problème en considérant diverses approches, telles que les projets pilotes pour la réutilisation des boues dans l'agriculture, la créations de la propre décharge de l'ONAS, etc., particulièrement dans les zones du grand Tunis.

Il faut faire le nécessaire pour que l'ONAS soit en mesure de développer des dispositions institutionnelles et légales nécessaires concernant la gestion des boues au niveau national et qu'il les améliore dès que possible au niveau régional.

Moyen terme :

Exploitation et Maintenance des STEP

Les STEP du Projet doivent être exploitées de manière appropriée en conformité avec les normes Tunisiennes. Les équipements principaux, tels que les pompes d'admission, les racloirs utilisés dans les réservoirs de sédimentation primaires et les épaisseurs, les racloirs utilisés dans les réservoirs de sédimentation secondaires et les épaisseurs ainsi que les dispositifs de déshydratation mécanique, doivent être entretenus périodiquement en vérifiant leurs performances grâce au contrôle de la qualité de l'eau traitée, odeurs, boues, etc.

Exploitation et maintenance pour réseaux des eaux usées

Les Réseaux d'assainissement sont importants pour la communauté puisqu'ils apportent de meilleures conditions environnementales en retirant les eaux usées des locaux d'habitation et locaux commerciaux. Les eaux usées peuvent être traitées à des niveaux contrôlés et déversées dans les réseaux hydrauliques de ville.

L'O&M des Réseaux d'eaux usées inclut les tâches suivantes :

- **Inspection** : Les chambres d'admission et trous d'homme sont visuellement inspectés. L'inspection détaillée de l'intérieur des trous d'homme et des conduites de raccordement est effectuée,
- **Nettoyage** : Les réseaux et trous d'homme sont nettoyés en utilisant des nettoyeurs à jet à haute pression, des appareils d'aspiration des boues et des réservoirs à eau. Les dépôts des Réseaux sont collectés aux emplacements des trous d'hommes et sont aspirés par des appareils d'aspiration des boues, puis jetés,
- **Réparation** : La méthode du compacteur "Packer" est utilisée (injection par broyeur à ciment) et appliquée aux parties endommagées des réseaux. Le nombre de réparations annuelles est estimé par la Mission d'Etude.

Autres

Considérant l'exploitation et la maintenance quotidiennes des STEP et des réseaux, un certain volume de matériaux doit être conservé au niveau de la direction régionale de l'ONAS pour l'exploitation et la maintenance quotidiennes :

- Produits chimiques : les produits chimiques doivent subir une désinfection, un traitement de coagulation et une analyse de la qualité de l'eau et de la déshydratation;
- Pièces de rechange : les lubrifiants et pièces de rechange doivent subir un entretien quotidien de l'équipement mécanique et électrique;
- Inspection & nettoyage : des dispositifs d'inspection et équipements de nettoyage tels que caméras à CCD, véhicules pour nettoyage au jet, véhicules pour l'aspiration des dépôts, et équipement et matériaux peuvent être nécessaires pour l'entretien quotidien du réseau.

Long terme :

Durabilité financière

Tel qu'il est décrit au Chapitre I, le déficit financier de l'ONAS a augmenté en moyenne de 18% par an entre 2005 et 2009. D'un autre côté, grâce aux aides de l'état en augmentation de 41 M TND en 2005 à 76 M TND en 2009, l'ONAS peut rentrer dans ses frais chaque année. Ces aides ont augmenté en moyenne de 16,5% par an sur la même période.

Bien que le coût du service ait augmenté annuellement, les prix ont été gelés depuis 2003 et cela a causé un plus grand déficit.

Les aides de l'état compensent le déficit financier de l'ONAS, cependant il n'est pas évident de savoir combien l'état a déboursé pour couvrir le déficit. La durabilité financière de l'ONAS dépend maintenant fortement des aides de l'état non seulement pour les investissements périodiques et les réhabilitations, mais également pour l'exploitation et la maintenance quotidiennes. Quand les prix ne sont pas suffisants pour couvrir les coûts de service, les aides de l'état doivent être déboursées, et c'est toujours un risque pour l'ONAS d'assurer les interventions requises, telles que la maintenance, la réhabilitation et le remplacement.

Le GdT doit donc aborder les conséquences du gel des prix pour l'ONAS et prendre des mesures pour assurer la durabilité financière de l'ONAS en modifiant le système des prix.

CHAPITRE I

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE PROJET

CHAPITRE I: INFORMATIONS GENERALES SUR LE PROJET

1.1 PRESENTATION GENERALE DU PROJET

1.1.1 Introduction

Une étude préparatoire (ci-après dénommée l'“Etude”) a été menée pour le Projet d'amélioration de l'environnement des eaux et des eaux usées de la République de Tunisie (ci-après dénommé le “Projet”) en vue de sa réalisation sous forme de prêt APD (Aide Publique au Développement) du Japon. Le but du projet est de réhabiliter et d'étendre les réseaux d'assainissement dans 10 gouvernorats et de réhabiliter 5 stations d'épuration (STEP).

L'Etude a été menée par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (ci-après dénommée la “JICA”) et par une Mission d'étude composée du groupement de consultants (ci-après dénommé le “Groupement”) Ingérosec Corporation (au Japon), pilote du Groupement, et HIDROPROJECTO Engenharia e Gestao, S.A. (au Portugal), en conformité avec la requête du Gouvernement de la République de Tunisie, et avec les procès-verbaux des discussions signés entre la JICA et la Mission d'étude le 4 décembre 2010.

Le présent rapport présente les résultats de l'Etude.

1.1.2 Contexte de l'Etude

Les précipitations moyennes annuelles sur l'ensemble du territoire tunisien sont faibles et la moitié de la superficie de la Tunisie est semi-aride. Les précipitations ainsi que le volume des eaux de surface utilisables annuellement montrent également des différences extrêmement importantes selon les régions. Le recyclage, la gestion appropriée des rares ressources en eau et l'amélioration des conditions d'hygiène constituent donc quelques-unes des tâches les plus importantes pour le développement du pays.

Suite aux efforts importants déployés durant ces dernières années par le Gouvernement de la Tunisie, le taux de branchement de l'assainissement dans la zone administrée par l'Office National de l'Assainissement de Tunisie (ONAS) a atteint 87% en 2006. Dans son 11ème Plan de Développement socio-économique (2007-2011), le Gouvernement de Tunisie a fixé des objectifs préférentiels afin d'augmenter le taux de branchement de l'assainissement jusqu'à 91% d'ici 2011 et offrir de meilleurs services pour le système d'assainissement, ceci afin d'améliorer l'hygiène publique et les conditions de vie, de préserver les ressources en eau et de prévenir la pollution de l'environnement.

Le Gouvernement Tunisien considère de plus que l'amélioration du système d'assainissement et de traitement des eaux usées, induisant une amélioration de la qualité de l'eau traitée, favorisera la réutilisation des eaux usées traitées dans le secteur de l'irrigation. Il donne notamment à l'adoption de nouvelles technologies par les communes suburbaines un rôle central au sein de cette politique de maintenance et d'amélioration du système d'assainissement.

Le plan d'exécution du programme mis en œuvre par l'ONAS place le renforcement et l'amélioration du secteur de l'assainissement comme élément pour la création d'une plateforme de développement économique durable et comme moyen de protection de l'environnement. Le Projet bénéficie donc d'une position privilégiée dans ce plan d'exécution.

Dans les régions concernées par le présent projet, la vétusté des installations existantes et le déclin progressif de leurs performances ont conduit à l'infiltration des eaux usées dans la couche

souterraine dans certaines zones, augmentant ainsi la possibilité de pollution des ressources en eau. La nécessité de renforcer et de réhabiliter le système de collecte et de traitement des eaux usées a été ainsi plus nettement perçue, faisant de la maintenance des installations de traitement des eaux usées et du renforcement des installations existantes une des tâches les plus urgentes.

Dans ces conditions, le Gouvernement de la Tunisie a présenté une requête au gouvernement du Japon en vue d'obtenir un prêt en yens pour le « Projet d'amélioration de l'environnement des eaux et des eaux usées de la République de Tunisie ».

1.1.3 Objectifs de l'Etude

La présente étude a pour objectif de préparer une étude de faisabilité en vue de l'extension et de la réhabilitation de 5 stations de traitement des eaux usées existantes dans les régions concernées (dates de mise en service : Tabarka (1993), Béja (1994), Jendouba (1994), Medjez el Bab (1994) et Siliana (2000)), ainsi que de réviser l'étude de faisabilité (actuellement en cours d'élaboration par l'ONAS) concernant l'extension et la réhabilitation des réseaux d'assainissement existants, de procéder à la vérification de leur état actuel, à la confirmation des installations requises, des coûts d'exploitation, de la structure et du calendrier d'exécution, et de progresser dans la constitution d'un projet de prêt APD du Japon pour l'extension et la réhabilitation du système d'assainissement. Dans le même temps, une étude sera menée afin de déterminer la réduction potentielle des gaz à effet de serre provenant des unités de traitement des eaux usées.

1.1.4 Description du Projet

1.1.4.1 Site du Projet

a) Stations de traitement des eaux usées :

3 gouvernorats (5 communes) : Tabarka, Béja, Jendouba, Medjez el Bab et Siliana

b) Canalisations des eaux usées et stations de pompage :

10 gouvernorats (54 communes) : Sfax (12 communes), Bizerte (9 communes)⁽¹⁾, Zaghouan (3 communes), Béja (6 communes), El Kef (3 communes), Jendouba (5 communes), Kasserine (4 communes), Sidi Bouzid (1 commune), Kébili (8 communes) et Siliana (3 communes)

¹ Originellement, l'étude de faisabilité de l'ONAS prévoyait 11 communes dans le gouvernorat de Bizerte. Cependant, lors de la 2^{ème} mission, l'ONAS a décidé d'exclure les 2 communes de Metline et Sedjnane.

1.1.4.2 Contenu du Projet (provisoire)

Ce projet de prêt de l'APD japonaise inclut les 5 composants principaux listés ci-dessous :

Composant	Contenu
1. Stations d'épurations (STEP)	<ul style="list-style-type: none">• Travaux de réhabilitation et d'extension de 5 stations d'épuration existantes (Tabarka, Béja, Jendouba, Medjez el Bab, Siliana) dans 3 gouvernorats.
2. Réseaux d'assainissement	<ul style="list-style-type: none">• Travaux de réhabilitation et d'extension de réseaux d'assainissement existants dans 54 communes.
3. Stations de pompage	<ul style="list-style-type: none">• Travaux de réhabilitation de stations de pompage existantes et d'installation de nouvelles stations de pompage dans 54 communes.
4. Services de consultant	<ul style="list-style-type: none">• Avant-Projet Détaillé (APD)• Supervision de l'appel d'offres pour la sélection des entrepreneurs• Supervision de l'exécution du projet
5. Autres assistances techniques (A /T) (si nécessaire)	<ul style="list-style-type: none">• A/T pour la préparation du rapport de l'EIE• A/T pour la préparation du « Project Design Document » (Document Descriptif du Projet - DDP)

1.2 SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE ACTUELLE DE LA TUNISIE

1.2.1 Administration territoriale de la Tunisie

La Tunisie est divisée en 24 gouvernorats, eux-mêmes subdivisés en 264 délégations puis en 264 municipalités. La plus petite division administrative est le secteur ou imada, dont le nombre se monte à 2 073.

- **Gouvernorat** : Le gouvernorat (*wilaya* en arabe) est une collectivité territoriale à la de laquelle se trouve un gouverneur, nommé par le président de la République, qui est le « dépositaire » de l'autorité de l'État. Trois institutions l'aident à accomplir ses missions : le conseil local de développement, le conseil rural et le comité de quartier.
- **Délégation** : La délégation (*mutamadiyah* en arabe) est une circonscription administrative intermédiaire entre le gouvernorat et le secteur (imada). Le représentant de l'État dans chaque délégation est le délégué. Il est nommé par le ministre de l'Intérieur et du Développement local et placé sous la tutelle du gouverneur. Il assure le fonctionnement des services locaux administratifs et préside le conseil local de développement, un organe consultatif. Les délégations ont une cohérence géographique et démographique. En effet, la délégation couvre un territoire d'étendue limitée qui doit permettre aux populations des agglomérations de se rendre aisément en son chef-lieu pour y trouver des activités de service public ou privé.

- **Commune** : La municipalité ou commune urbaine en Tunisie est un territoire de plusieurs centaines d'hectares incluant des espaces urbains et ruraux organisés en général autour d'une ville principale.
- **Imada** : L'imada est la plus petite division administrative de la Tunisie. Elle peut être assimilée à un secteur ou à un lieu-dit. Elle est dirigée par un chef de secteur ou *omda*.

1.2.2 Démographie et population

La Tunisie comptait en 2009 10,4 millions d'habitants, avec un taux de croissance démographique annuel de 1,19% et une espérance de vie moyenne de 74,3 ans⁽²⁾. La comparaison de ces chiffres avec les valeurs de l'année 1960 (4,2 millions d'habitants, taux de croissance démographique de plus de 2% et espérance de vie de 50 ans) montre que la Tunisie a effectué une transition démographique durant les cinquante dernières années.

Il est à remarquer que, pendant cette période, la population a presque triplé, mais que le nombre d'enfants par famille a diminué de 7,15 jusqu'à 2,0, le chiffre le plus bas parmi les pays arabes⁽³⁾.

Il faut également noter le fait que 1,1 millions de Tunisiens (10,5% de la population du pays) résident à l'étranger, dont 55% en France⁽⁴⁾.

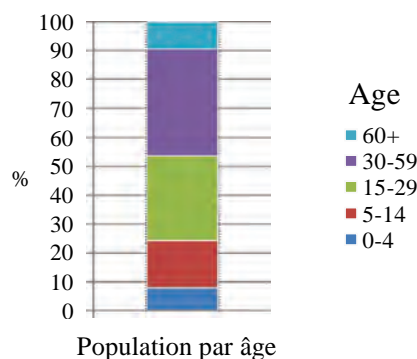


Figure 1.2-1: Répartition par âge de la population de Tunisie en 2008 (Source : Banque Mondiale)

Bien que la population soit aujourd'hui relativement jeune, comme le montre la figure 1.2-1, la transition démographique a occasionné un processus de vieillissement de la population qui progresse très rapidement par comparaison avec les pays développés. 115 ans ont été en effet nécessaires pour que le pourcentage de la population de la tranche d'âge des plus de 65 ans passe de 7% à 17% en France, alors qu'il ne faudra que 30 ans pour que la Tunisie termine le même processus : la population âgée de 65 ans ou plus représente 9% en 2008, pourcentage qui aura doublé en 2029. Ce ne sera pas le cas de la population totale du pays, qui ne devrait atteindre que 12,4 millions d'habitants à cette date⁽³⁾.

² Institut National des Statistiques de Tunisie (www.ins.nat.tn)

³ "Transition des structures par âge et vieillissement en Tunisie", A. Ben Brahim, CICRED Séminaires, Paris 2004

⁴ Office des Tunisiens à l'étranger (www.ote.nat.tn)

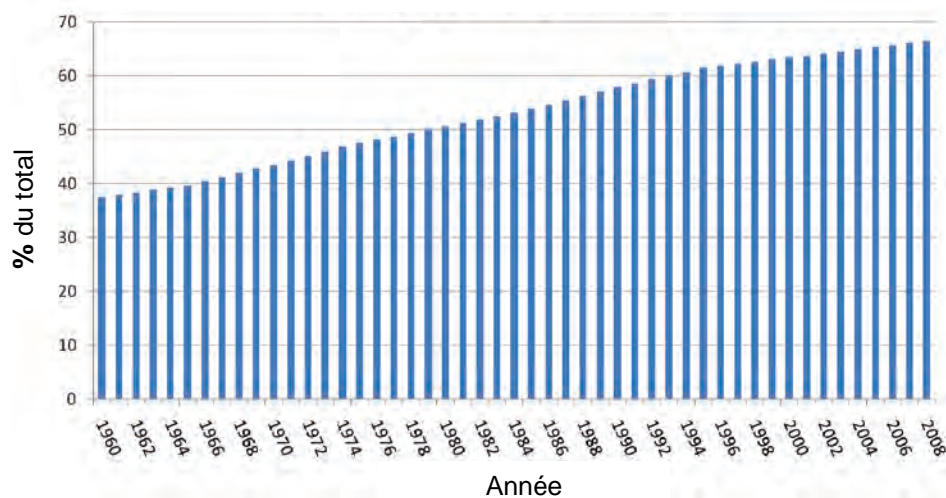


Figure 1.2-2: Evolution de la population urbaine en Tunisie de 1960 à 2008

Si en moyenne 35% de la population est rurale, ce pourcentage varie radicalement selon les gouvernorats, avec 100% de la population urbaine dans le gouvernorat de Tunis et uniquement 24% dans le gouvernorat de Sidi Bouzid⁽²⁾. La figure 1.2-2 montre que le pourcentage de population urbaine en Tunisie est passé de 37,5% en 1960 à 66,5% en 2008, avec un taux de croissance pratiquement constant qui a diminué vers 1,7% par an depuis 1996⁽⁵⁾.

La distribution de la population est inégale, avec 67% de la population concentrée dans la région littorale, en particulier sur la côte nord-est, comme le montrent les figures 1.2-3 et 1.2-4. Cette région littorale concentre également 90% des activités industrielles⁽⁶⁾.

⁵ Banque Mondiale

⁶ "Bilan commun de pays" (Tunisie), New York, Nations Unies, 2001.

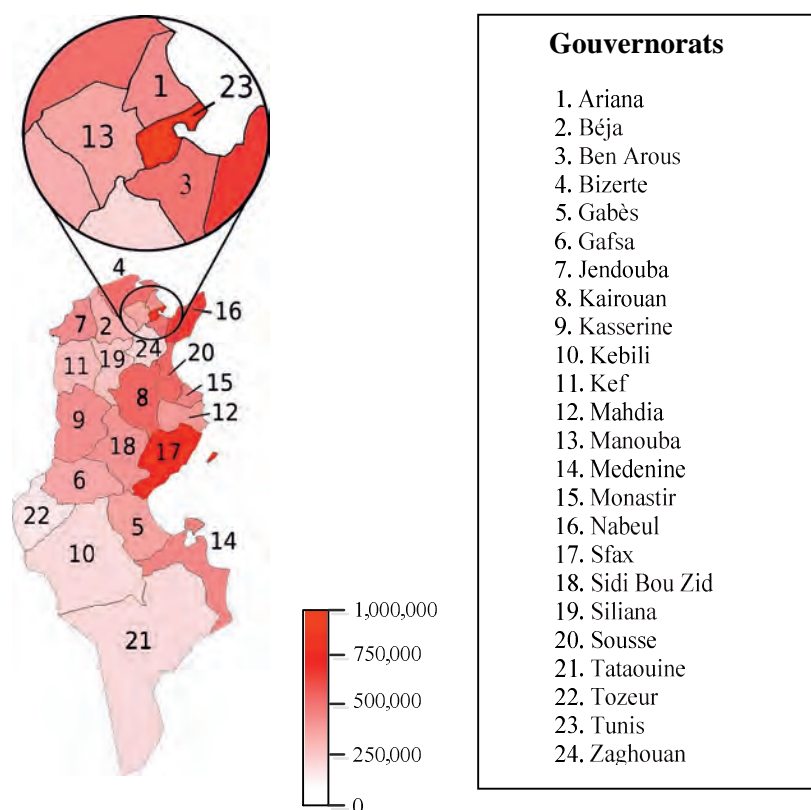


Figure 1.2-3: Population de la Tunisie par gouvernorat

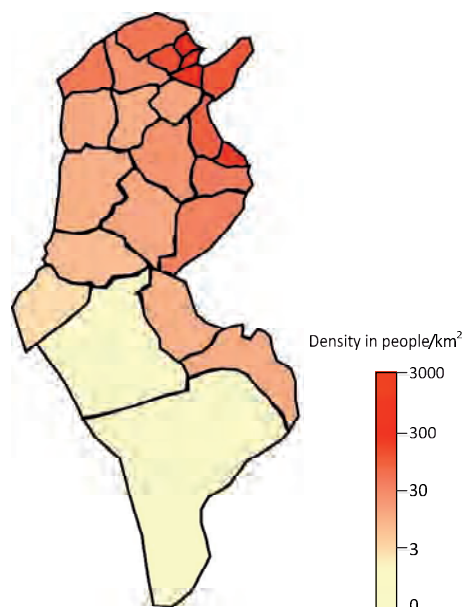


Figure 1.2-4: Densité de la population en Tunisie

La zone du Grand Tunis, incluant Tunis, Ben Arous, Manouba et Ariana, est la région la plus peuplée, concentrant 23% de la population totale de la Tunisie sur 2% de la superficie totale du pays. La population de cette zone est encore en augmentation aujourd'hui, attirant des personnes venues des gouvernorats du nord-est et se déplaçant pour habiter le Grand Tunis, en particulier le gouvernorat de Tunis, à la recherche d'un travail, pour avoir accès aux études supérieures ou en raison de leur mariage.

Le ratio du nombre de femmes sur le nombre d'hommes est de 1,0 aujourd'hui, bien que les femmes aient une espérance de vie de 4 ans supérieure à celle des hommes (76,3 contre 72,4)⁽²⁾.

1.2.3 Structure des familles

Il y a 2,9 millions de logements en Tunisie. Chacun de ces logements possède en moyenne 1,03 ménage, comptant eux-mêmes 4,33 personnes. La taille des ménages varie selon les gouvernorats, avec des valeurs allant de 4,03 pour Tunis à 5,32 pour Tataouine. Ces valeurs sont celles de la population urbaine, avec des valeurs légèrement plus élevées pour les populations rurales.

Les logements sont en majorité des maisons arabes traditionnelles (65,9%), le reste correspondant à des logements modernes. Il est intéressant de constater que la part des maisons arabes traditionnelles a chuté jusqu'à un minimum de 54,1% en 2004, puis a connu un regain de popularité à partir de cette date. Au contraire, la part des logements modernes a atteint un sommet à 45,1% en 2004, et a diminué ensuite jusqu'à 34,1%⁽²⁾.

1.2.4 Pauvreté

A la différence de la plupart des états africains ou arabes, la Tunisie possède une importante classe moyenne à laquelle appartient, selon les estimations, 80% de la population⁽⁷⁾. Ceci reflète les efforts constants mis en œuvre par le Gouvernement Tunisien en vue de promouvoir l'égalité sociale et d'éradiquer la pauvreté. La Tunisie a réussi à diminuer radicalement le pourcentage de la population vivant en-dessous du seuil de pauvreté⁽⁸⁾ durant les 40 dernières années, avec un pourcentage de 33% de la population pauvre en 1967, pourcentage réduit à 3,8% en 2005 (voir figure 1.2-5). Dans le cadre des Objectifs du Millénaire pour le Développement, promus par les Nations Unies, le but suivi est de réduire encore ce pourcentage et de le ramener à 2% d'ici 2015.

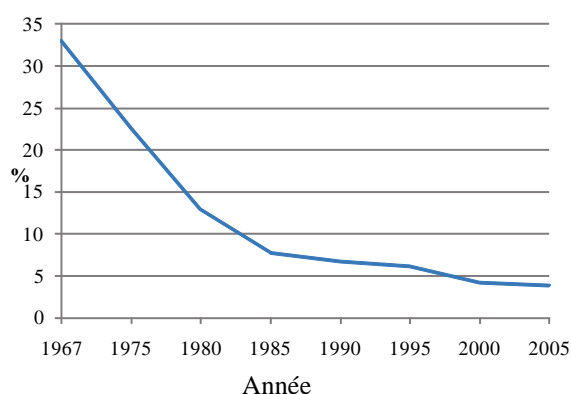


Figure 1.2-5: Evolution du pourcentage de la population en dessous du seuil de pauvreté

⁷ "Baisse du taux de pauvreté, hausse de la classe moyenne en Tunisie", J. Arfaoui, Magharebia, 2007

⁸ Le seuil de pauvreté est établi par l'Institut National des Statistiques de Tunisie à 400 TND par an (soit 0,75 USD par jour).

Bien que la majorité de la population pauvre (62,3%) soit restée rurale jusqu'en 1980, cette tendance a commencé à s'inverser aux alentours de cette même année et, en l'an 2000, 75% de la population pauvre était urbaine ⁽⁹⁾.

Le taux de chômage est relativement élevé, avec 14,1% en 2007, et il présente un écart important selon le sexe : le taux de chômage des femmes a atteint un sommet avec 17,8% en 2007, par rapport à un taux de chômage des hommes qui était alors au plus bas avec 12,8% ⁽¹⁰⁾.

Le Revenu National Brut (RNB) par habitant était de 3 480 \$/an en 2008 (à comparer à 38 130 \$/an pour le Japon), le 10^{ème} plus élevé du continent africain, et l'indice de GINI était de 0,40 en 2005.

1.2.5 Santé publique

Le système de santé de la Tunisie est efficace malgré les modestes ressources dont il dispose. Le secteur public fournit 66% des consultations et 90% des hospitalisations, mais il est moins efficace au niveau des hôpitaux régionaux. Les maladies contagieuses, comme le paludisme, le tétanos néonatal et la poliomyélite, ont disparu ou sont en voie d'éradication ou de pré-éradication. La santé de la mère et de l'enfant a été largement améliorée, mais des disparités régionales ⁽¹¹⁾ persistent toutefois.

Le gouvernement tunisien consacre 6,5% de ses dépenses totales à la santé publique afin de gérer 174 hôpitaux ayant une capacité de 18 771 lits ⁽²⁾, mais la contribution financière du gouvernement est restée presque inchangée alors que les contributions des ménages ont augmenté.

Le taux de mortalité infantile est très bas, avec 18,4 décès pour 1000 naissances, un chiffre très proche de celui des pays développés. Il a diminué abruptement pour passer de 173 décès en 1960 à 23 décès en 2000, et a continué à décroître lentement depuis (voir figure 1.2-6), montrant ainsi l'efficacité des efforts mis en œuvre par le gouvernement tunisien pour améliorer le système de santé et le rendre accessible à tous.

⁹ "Évolution de la pauvreté et développement durable en Tunisie", R. Bechir, M. Sghaier, S.M. Dhifallah, 2010

¹⁰ "Evolution du marché de l'Emploi en Tunisie", Ministère de l'Emploi et de l'Insertion Professionnelle des Jeunes, République Tunisienne, 2008.

¹¹ "Country cooperation strategy at a glance", Organisation Mondiale de la Santé, Avril 2006.

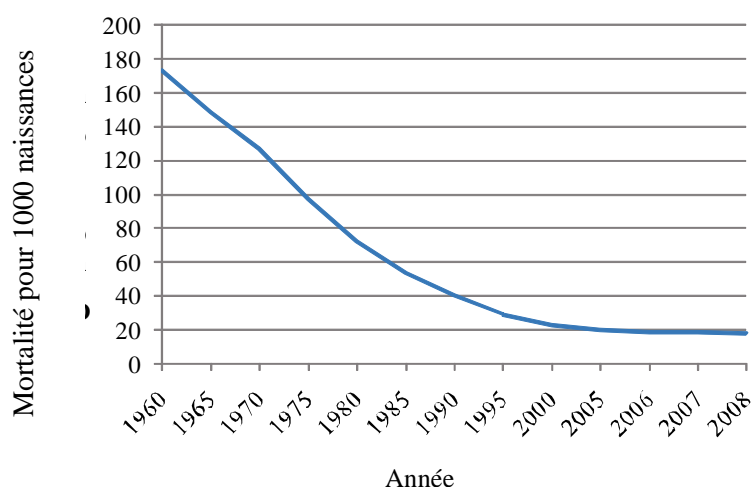


Figure 1.2-6: Mortalité infantile pour 1000 naissances vivantes

L'accès à des sources d'eau potable améliorées est pratiquement total dans les zones urbaines, et a augmenté dans les zones rurales durant les 20 dernières années, passant de 20% à 84% aujourd'hui. En revanche, la proportion de la population utilisant des installations sanitaires améliorées est encore faible dans les zones rurales et n'est que de 64%. Ceci peut avoir une influence négative sur la santé et menacer en particulier la survie des enfants, étant donné qu'un environnement contaminé par des matières fécales est relié directement à l'apparition de maladies diarrhéiques, un des plus grands fléaux pour les enfants âgés de moins de 5 ans. Il convient donc de veiller à la conservation d'un environnement propre, notamment dans les régions rurales du pays, où, par absence de structure d'assainissement adaptée, les rejets de 14% de la population se font en milieu naturel.

Les zones urbaines ont pu arriver à une utilisation quasiment totale d'installations sanitaires améliorées⁽¹²⁾.

1.2.6 Economie et industrie

La Tunisie a promulgué plusieurs lois afin d'encourager les investissements étrangers en vue de promouvoir la croissance économique, de réduire les inégalités commerciales et d'augmenter les exportations. Ces mesures préférentielles sont disponibles depuis les années soixante-dix, mais le Gouvernement de Tunisie a engagé récemment des actions principales dans cette direction, en particulier ;

- l'établissement d'un Code d'encouragement des investissements, qui a été mis en vigueur en 1994 ;
- la conclusion d'un Accord d'Association avec l'Union Européenne, signé en 1995, qui a conduit à son entrée dans une zone de libre-échange avec cette dernière en 2008 ;
- la signature de l'Accord d'Agadir avec l'Egypte, le Maroc et la Jordanie en février 2004, qui engage toutes les parties à retirer la totalité des barrières douanières entre les pays concernés et à harmoniser leur législation relative aux normes et aux procédures de douane ;

¹² "Progress on sanitation and drinking-water 2010 update", Organisation Mondiale de la Santé, 2010

- celle d'un accord de libre-échange avec la Turquie et l'AELE ;
- et un accord bilatéral avec la Libye.

Le PIB de la Tunisie était de 96.43 milliards de dollars en 2009, plaçant la Tunisie au 70^{ème} rang mondial. Pour la même année, la croissance réelle du PIB a été de 3,7% (106^{ème} rang) et le PIB par habitant était de 9 400 \$⁽¹³⁾.

Les activités économiques sont basées pour 10,6% sur l'agriculture. Les principaux produits agricoles, dont les exportations représentent 10% des exportations totales du pays, sont les olives, l'huile d'olive, les céréales, les tomates, les agrumes, les dattes, les amandes, la viande de bœuf et les produits laitiers⁽¹⁴⁾. 80% des retraits des eaux sont allés vers le secteur de l'agriculture en 2009⁽¹⁵⁾.

34,6% des activités économiques sont concentrées dans le secteur industriel, les principales industries étant celles du pétrole et des produits miniers (en particulier les phosphates, dont les réserves sont les plus importantes du monde, et le minerai de fer).

Enfin, 49,8% des activités économiques sont concentrées dans le secteur des services, et nettement dominées par le tourisme (se reporter à la section 0 pour un aperçu détaillé de ce secteur).

1.2.7 Tourisme

Le tourisme est la première source de revenus de la Tunisie et le principal secteur d'investissement. Le revenu de "l'Industrie des Voyages et du Tourisme", défini comme incluant les dépenses directes en articles et services de tourisme par les résidents, les touristes venus dans le pays, les voyageurs d'affaires et du gouvernement, ainsi que les dépenses du gouvernement pour les infrastructures du tourisme, a été estimé à 9,4% du PIB national en 2001 (le pourcentage moyen pour l'Afrique du Nord n'est que de 5,6% et uniquement de 4,8% pour l'UE). Environ 232 300 tunisiens (7,1% de la main d'œuvre) étaient employés dans l'industrie des voyages et du tourisme en 2001⁽¹³⁾.

La Tunisie a accueilli 6,9 millions de touristes en 2009, qui y ont séjourné en moyenne pendant 5 jours, pour un total de 35 millions de nuitées⁽²⁾. Il faut en outre remarquer que, contrairement à ce que l'on pourrait penser, la part du tourisme nord-africain est loin d'être négligeable par rapport à celle du tourisme européen : en effet, 39,4% des touristes proviennent du Maghreb, comparé aux 58,1% en provenance des pays européens.

La Tunisie a développé son réseau d'hôtels depuis les années soixante en coordination avec les investissements privés, lorsque le tourisme représentait déjà la première source de devises avec 2 millions de dollars US. Après une croissance rapide durant les années 1990, l'industrie du tourisme tunisien a expérimenté un nivellement de son taux de croissance, qui s'est manifesté même avant les attaques terroristes du 11 septembre⁽¹³⁾. En résultat, la capacité d'accueil des touristes a augmenté de 4 000 lits en 1962 à 235 000 lits aujourd'hui, et le nombre de visiteurs est

¹³ "Travel and Tourism in Tunisia", Macy Marvel, juin 2002

¹⁴ "The World Fact Book", CIA

¹⁵ "Project appraisal document on a proposed loan in the amount of US\$36.10 million and a proposed grant from the global environmental facility trust fund grant in the amount of US\$9.73 million to the Republic of Tunisia for a second natural resources management project", Banque Mondiale, mai 2010

passé de 52 000 à 6,9 millions par an. Malgré une baisse sensible de la fréquentation en 2011 résultant de l'inquiétude des touristes vis-à-vis de la sécurité et de la stabilité politique du pays suite aux bouleversements de janvier, la demande en voyages et en tourisme devrait retrouver une augmentation de 5,4% par an jusqu'en 2020⁽¹⁶⁾.

Plus de 90% du tourisme tunisien consiste en voyages organisés orientés vers les plages. Par conséquent, la majorité de la capacité de logement est située dans les zones de villégiature de la côte est qui bénéficient également des meilleurs taux d'hébergement du pays (entre 50% et 60%)⁽¹³⁾. L'espace d'hébergement tunisien augmente à un taux actuel de 3% à 4% par an, la croissance étant concentrée dans des hébergements haut de gamme. Il existe une substantielle capacité supplémentaire en réserve, qui présente un certain "risque de la demande" dans les années à venir, et l'OMC prévoit un taux de croissance annuel de 3,1% dans les entrées en Tunisie pour la période allant de 1995 à 2020.

La saisonnalité du tourisme tunisien est très marquée, avec de plus nombreuses arrivées durant les mois du printemps et de l'été que pendant les mois d'hiver (Voir figure 1.2-7).

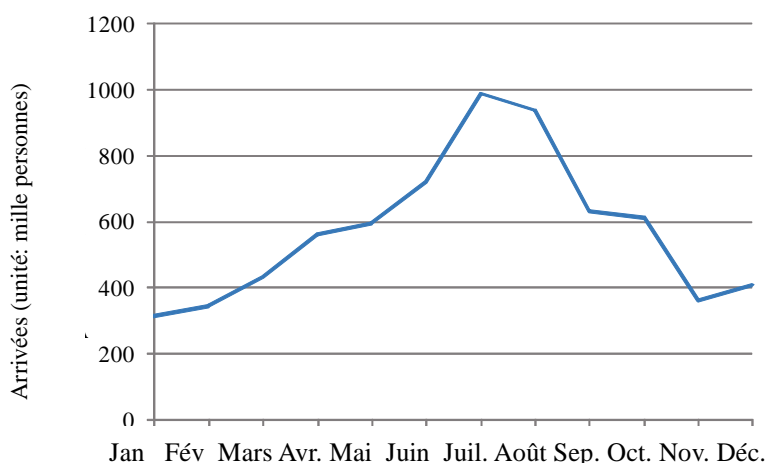


Figure 1.2-7: Evolution du nombre d'arrivées en Tunisie en 2009

1.3 SITUATION ACTUELLE DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT EN TUNISIE

1.3.1 Situation actuelle de la collecte des eaux usées

1.3.1.1 Situation actuelle du réseau de collecte et d'épuration des eaux usées

L'Office National de l'Assainissement (ONAS) a été créé en vertu de la loi n° 37/74 du 3 août 1974, avec pour mission d'assurer la gestion du secteur de l'assainissement. La loi portant création de l'ONAS a été amendée par la loi n°93/41, datée du 19 avril 1993, en vertu de laquelle l'ONAS est passé du rôle de gestionnaire du réseau d'assainissement à celui de principal intervenant dans le domaine de la protection du milieu hydrique et de la lutte contre toutes les sources de pollution.

¹⁶ "Travel & tourism economic impact 2010 – Tunisia", World Travel and Tourism Council, 2010

L'ONAS est un établissement public à caractère industriel et commercial, doté d'une personnalité civile et d'une autonomie financière. Il est placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement (MAE).

Les domaines d'intervention de l'ONAS sont les suivants :

- schémas directeurs d'assainissement des communes et des gouvernorats, études de faisabilité, études prospectives ainsi qu'études d'exécution relatives aux réseaux d'assainissement, aux stations d'épuration et aux stations de pompage ;
- réalisation des projets d'assainissement et contrôle des projets réalisés par les autres intervenants tels que les promoteurs immobiliers, qu'ils soient publics ou privés ;
- exploitation et entretien des réseaux et des ouvrages d'assainissement : l'ONAS intervient entièrement et directement dans tous les secteurs pris en charge par décret ;
- assistance technique : l'ONAS apporte une assistance technique et des conseils aux collectivités locales et autres organismes publics ou privés dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique.

Selon les informations fournies par l'ONAS dans le document « Statistiques des abonnés ONAS », le nombre de communes prises en charge par l'ONAS s'élève à 160 au terme de l'année 2009.

Tableau 1.3-1: Couverture ONAS selon la taille des communes

Taille de la commune	Communes		Communes prises en charge		Taux de prise en charge	
	Nombre	Population 2009 (milliers d'habitants)	Nombre	Population 2009 (milliers d'habitants)	Nombre (%)	Population (%)
< 5 000	49	169	4	16	8,2	9,5
5 000 - 10 000	72	520	28	218	38,9	41,9
10 000 - 50 000	110	2 633	96	2 409	87,3	91,5
50 000 - 100 000	23	1 621	22	1 561	95,7	96,3
> 100 000	10	1 979	10	1 979	100	100
Total	264	6 922	160	6 183	60,6	89,3

Ce tableau s'explique par l'évolution historique de l'ONAS. Au cours des années soixante-dix, la prise en charge des communes par l'ONAS a concerné les communes de plus de 50 000 habitants (notamment le Grand Tunis, Sfax, Nabeul, Sousse, Kairouan, Bizerte). Pendant les années quatre-vingt, la prise en charge s'est étendue aux communes ayant une population comprise entre 10 000 et 50 000 habitants. A partir des années quatre-vingt-dix, l'ONAS s'est également préoccupée des communes de dimension réduite (inférieure à 10 000 habitants) tout en poursuivant ses efforts pour les communes de dimension moyenne restantes.

La population prise en charge par l'ONAS représente environ 89% de la population urbaine totale et presque 61% de la population totale de la Tunisie.

Dans les zones prises en charge par l'ONAS (160 communes), certaines communes ne sont pas dotées d'une station d'épuration (STEP). En 2009, il existe 16 communes qui ne sont pas

équipées par une station d'épuration. Le volume rejeté et collecté par le réseau d'assainissement de l'ONAS dans ces communes s'élève à 5,7 millions de m³. Les 144 communes restantes sont raccordées à un système de traitement des eaux usées. Le volume collecté et traité s'élève à 238,5 million de m³.

1.3.1.2 Taux de branchement

Au terme de l'année 2009, la population branchée au réseau public d'assainissement dans les zones d'intervention de l'ONAS s'élevait à environ 5,5 million d'habitants.

Le taux de branchement au réseau d'assainissement s'élevait à 88,7% dans les communes prises en charge par l'ONAS et à 56,9% pour l'ensemble de la Tunisie.

Le taux de raccordement des ménages aux STEP s'élevait, en 2009, à 85,0% dans les communes prises en charge par l'ONAS et raccordées au réseau d'assainissement.

1.3.1.3 Consommation d'eau

La consommation d'eau a augmenté régulièrement pendant la période 1975-2009. Le volume d'eau consommée par les abonnés de l'ONAS s'élevait en 2009 à 256,3 millions de m³. La répartition de ce volume d'eau consommé par tranche de consommation peut être décrite par les pourcentages suivants :

- environ 31% du volume total est consommé par les abonnés des tranches inférieures [0-20] et [21-40] m³/trimestre ;
- près de 29% du volume total est consommé par les abonnés qui consomment plus de 150 m³/trimestre ;
- le reste, soit environ 40%, est consommé par les abonnés des tranches intermédiaires [41-70] et [71-150] m³/trimestre.

Pour la même année, la répartition du volume d'eau consommé par usager peut être décrite par les pourcentages suivants :

- environ 67% de la consommation totale d'eau correspond aux usagers domestiques ;
- près de 26% de la consommation totale d'eau correspond aux usagers industriels et autres ;
- près de 8% de la consommation totale d'eau correspond aux usagers touristiques.

En ce qui concerne l'évolution de la consommation d'eau, l'effet de la crise financière internationale de 2009 a donné lieu à une diminution de la consommation d'eau pour certaines activités de l'économie, notamment le secteur touristique et industriel (en particulier les usagers industriels à moyenne pollution), et ce malgré l'augmentation générale du nombre d'abonnés.

1.3.2 Redevance d'assainissement

1.3.2.1 Situation actuelle du système de redevance d'assainissement

L'Office National de l'Assainissement (ONAS) est autorisé, par décret n° 75-492 du 26 Juillet 1975, à percevoir les redevances d'assainissement dans les zones sous sa responsabilité à travers les factures de la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE).

Selon les données fournies par l'ONAS, le système de redevance d'assainissement est basé sur le concept d'un tarif partagé entre une redevance fixe et une redevance variable, valeurs estimées à partir de la consommation d'eau potable. De la même façon, la redevance varie selon le type d'usage de l'abonné :

- i) Usage domestique ;
- ii) Usage touristique ;
- iii) Usage industriel, commercial, professionnel ou autre, conformes aux normes de rejet et non-conforme aux normes de rejet (Décision ministérielle de Juillet 2010).

La dernière modification tarifaire a eu lieu le 24 Juillet 2010 par arrêté du Ministère des Finances et du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. Les redevances d'assainissement actuellement en vigueur sont fixées selon le Tableau 1.3-2.

Tableau 1.3-2: Cadre des redevances d'assainissement en Tunisie

Classe / Critère	Redevance Fixe	Redevance Variable
1 - Usage domestique		
1.1 - Usager branché au réseau public d'alimentation en eau potable et au réseau public d'assainissement		
A - consommation d'eau potable $\leq 20 \text{ m}^3$ par trimestre	1,310 TND par trimestre	0,017 TND par m^3 d'eau consommé
B - consommation d'eau potable $> 20 \text{ m}^3$ et $\leq 40 \text{ m}^3$ par trimestre	1,310 TND par trimestre	eau consommée $\leq 20 \text{ m}^3$: 0,028 TND par m^3 eau consommée $> 20 \text{ m}^3$: 0,170 TND par m^3
C - consommation d'eau potable $> 40 \text{ m}^3$ et $\leq 70 \text{ m}^3$ par trimestre	3,860 TND par trimestre	eau consommée $\leq 20 \text{ m}^3$: 0,170 TND par m^3 eau consommée $> 20 \text{ m}^3$: 0,269 TND par m^3
D - consommation d'eau potable $> 70 \text{ m}^3$ et $\leq 150 \text{ m}^3$ par trimestre	7,600 TND par trimestre	eau consommée $\leq 70 \text{ m}^3$: 0,269 TND par m^3 eau consommée $> 70 \text{ m}^3$: 0,445 TND par m^3
E - consommation d'eau potable $> 150 \text{ m}^3$ par trimestre	7,820 TND par trimestre	eau consommée $\leq 70 \text{ m}^3$: 0,269 TND par m^3 eau consommée $> 70 \text{ m}^3$: 0,545 TND par m^3
1.2 - Usager branché au réseau public d'alimentation en eau potable et non branché au réseau public d'assainissement		
Sont appliquées les dispositions de l'usager 1 sauf s'il est prouvé par les services de l'ONAS l'impossibilité de se raccorder par un branchement particulier au réseau public d'assainissement.	nulle	nulle

Classe / Critère	Redevance Fixe	Redevance Variable
1.3 - Usager s'alimentant en eau potable au moyen de citernes, puits non équipés ou autres et rejetant ou non ses effluents dans un réseau public d'assainissement		
consommation d'eau potable	nulle	nulle
2 - Usage touristique		
consommation d'eau potable	7,880 TND par trimestre	0,979 TND par m ³ d'eau consommé
3 - Usage industriel, commercial, professionnel ou autres		
3.1 - Usage industriel ou autres activités polluantes		
3.1.1 - usager dont l'effluent est conforme aux normes de rejet dans le réseau public d'assainissement	7,880 TND par trimestre	0,720 TND par m ³ d'eau consommé
3.1.2 – usager équipé d'installations de prétraitement ou d'autres moyens d'épuration et les rejets sont conformes aux normes de rejet dans le milieu naturel		
si l'usager est branché au réseau public d'assainissement	7,880 TND par trimestre	0,560 TND par m ³ d'eau consommé
s'il est prouvé par les services de l'ONAS l'impossibilité de le raccorder au réseau public d'assainissement	nulle	nulle
3.1.3 - usager pour lequel les effluents sont non-conformes à un ou à quelques éléments de la norme de rejet dans le réseau public d'assainissement, mais dans des limites ne portant pas préjudice aux infrastructures d'assainissements et n'affectant pas la qualité des eaux épurées	7,880 TND par trimestre	0,720 TND par m ³ d'eau consommé plus 0,355 TND par kilogramme de pollution dépassant la quantité de la demande chimique en oxygène (DCO) fixé dans les normes de rejet susvisées pour chaque m ³ d'eau consommé
3.1.4 – usager dans l'impossibilité de rejeter ses effluents dans le réseau public d'assainissement (si cela est prouvé par les services de l'ONAS) ou à qui il a été refusé de se raccorder au réseau public en raison du degré de pollution de ses effluents	7,880 TND par trimestre	0,560 TND par m ³ d'eau consommé
3.2 - Usage commercial, professionnel ou autres		
3.2.1 - usager commercial ou professionnel (hormis les cas particuliers)		
A - consommation d'eau potable ≤ 10 m ³ par trimestre	7,880 TND par trimestre	0,521 TND par m ³ d'eau consommé
B - consommation d'eau potable > 10 m ³ par trimestre	7,880 TND par trimestre	0,650 TND par m ³ d'eau consommé

Classe / Critère	Redevance Fixe	Redevance Variable
3.2.2 - usager administratif (hormis les cas particuliers)		
consommation d'eau potable	7,880 TND par trimestre	0,720 TND par m ³ d'eau consommé
3.2.3 - cas particuliers		
La qualité des effluents de cette catégorie d'usagers dépasse les normes de rejet dans le réseau public d'assainissement	7,880 TND par trimestre	0,720 TND par m ³ d'eau consommé plus 0,355 TND par kilogramme de pollution dépassant la quantité de la demande chimique en oxygène (DCO) fixé dans les normes de rejet susvisées pour chaque m ³ d'eau consommé
S'il est prouvé par les services de l'ONAS l'impossibilité pour l'usager de rejeter ses effluents dans le réseau public d'assainissement ou s'il lui a été refusé le raccordement au réseau public d'assainissement à cause du degré de pollution de ses effluents	7,880 TND par trimestre	0,560 TND par m ³ d'eau consommé

Source: ONAS

Dans le cas des usagers industriels, l'ONAS peut accepter exceptionnellement et temporairement des effluents de certaines unités industrielles non conformes aux normes de rejet dans le réseau public d'assainissement et ce après avoir adressé un préavis les invitant à proposer un planning d'installation ou de réhabilitation de leurs ouvrages et équipements de prétraitement, à condition que :

- la capacité du réseau public et des stations d'épuration permettent d'accepter le débit des effluents à rejeter ;
- la qualité des effluents à rejeter ne porte pas préjudice aux infrastructures d'assainissement et n'affecte pas la qualité des eaux traitées.

Dans ce cas est appliquée la redevance prévue au point 3.1.3 du Tableau 1.3-2.

L'évolution des redevances d'assainissement (en prix constant base 100 en 1990) depuis l'année 1979 est analysée dans le document « Statistiques des abonnés ONAS, 2009 ». Les redevances d'assainissement ont crû d'une manière régulière jusqu'en 1994. A partir de l'année 1995, une baisse de 8,8% a été enregistrée due principalement à la chute de la consommation d'eau. En 1996, cette baisse a été rattrapée par une série de modulations tarifaires qui a pu relancer le taux de croissance des redevances d'assainissement. A partir de 2005, le taux de croissance a connu une temporisation qui s'est accentuée en 2008 et 2009, conduisant à enregistrer des taux négatifs de -1,2% et -1,4% respectivement.

En dépit de l'accroissement du nombre d'abonnés et du volume d'eau consommée ainsi que d'une modulation tarifaire effectuée de manière non régulière durant la période 1979-2009, la redevance d'assainissement n'a pas pu résister à l'effet de l'inflation (taux d'inflation moyen estimé sur cette période d'environ 6,0%) et a enregistré des taux de croissance réels relativement faible et même négatifs, en particulier pour les années 1984, 1986, 1988, 1995, 2008 et 2009.

Pour l'année 2009, la répartition des redevances d'assainissement par tranche de consommation peut être décrite comme suit :

- environ 16% des redevances totales sont payés par les abonnés des tranches inférieures [0-20] et [21-40] m³/trimestre ;
- près de 49% des redevances totales sont payés par les abonnés qui consomment plus de 150 m³/trimestre ;
- le reste, soit environ 35%, est payé par les abonnés des tranches intermédiaires [41-70] et [71-150] m³/trimestre.

Pour la même année, la répartition des redevances d'assainissement par usage peut être décrite comme suit :

- environ 39% des redevances résultent des abonnés domestiques ;
- près de 43% des redevances résultent des abonnés industriels et autres ;
- environ 18% des redevances résultent des abonnés touristiques.

Selon le document de l'ONAS, il est important de mentionner que les usagers industriels à forte pollution et les usagers touristiques ont accusé une diminution des redevances d'assainissement de 8,2% et 0,6% respectivement à cause d'une baisse de leur consommation d'eau.

Les données précédentes peuvent être finalement résumées comme suit :

- Les usagers domestiques représentent 88,2% du nombre total des abonnés de l'ONAS, consomment 66,6% du volume total d'eau et paient 39,2 % des redevances totales ;
- Les usagers industriels et autres représentent 11,3% du nombre total d'abonnés, consomment 25,7% du volume total d'eau et paient 42,7% des redevances totales ;
- Les usagers touristiques représentent 0,5% du nombre total d'abonnés, consomment 7,7 % du volume total d'eau et paient 18,1% des redevances totales.

1.3.2.2 Processus de révision de la redevance d'assainissement

Le processus de révision et de fixation de la redevance d'assainissement en Tunisie se déroule de la manière suivante.

a) Préparation du dossier d'ajustement tarifaire par l'ONAS

Tout d'abord, l'ONAS prépare un dossier d'ajustement tarifaire motivé par la situation financière de façon à atténuer l'écart entre le coût d'assainissement et le tarif moyen actuel et afin d'ajuster les équilibres financiers de l'ONAS. Ce dossier se compose de quatre parties, que nous allons détailler en prenant l'exemple du dernier dossier d'ajustement tarifaire (toujours au stade de préparation).

a-1) Présentation des évolutions de l'activité de l'ONAS

Dans cette partie, l'ONAS présente les évolutions marquantes qui ont eu lieu durant les années précédentes (période 2003-2010), comme par exemple l'augmentation du montant d'investissement annuel (de 97 millions de TND en 2003 à 147 millions de TND en 2010), l'augmentation du nombre des stations d'épuration (de 70 à 109), l'augmentation de la capacité de traitement des eaux

usées (de 208 millions de m³ à 300 millions de m³), l'évolution de la longueur du réseau (de 11 000 km à 15 000 km) ou l'évolution du nombre d'abonnés.

a-2) Causes de la dégradation de la situation financière de l'ONAS

A la lumière de ce constat, l'ONAS explique les causes de la dégradation de sa situation financière, en mettant en cause particulièrement le gel des tarifs depuis 2003 et l'augmentation des charges d'exploitation.

a-3) Prévisions de la situation financière de l'ONAS

L'ONAS procède à une projection sur 6 ans du taux de recouvrement des dépenses par la redevance d'assainissement, tel que présentée dans le tableau suivant.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total des ressources (MTND)	206,8	226,9	242,2	256,6	272,2	289,4	309,5
Total des charges d'exploitation (MTND)	197,9	218,1	231,2	242,0	256,9	273,9	293,3
Taux de recouvrement des dépenses par la redevance d'assainissement (%)	56,3	49,5	52,9	52,2	51,0	49,3	47,8

a-4) Propositions et impacts

Sur la base de ces prévisions, l'ONAS propose des ajustements tarifaires tels que l'augmentation de 5% du tarif pour les différents usagers (afin de renforcer le principe pollueur-payeur) ou l'augmentation des tarifs de branchement (de 130 à 200 TND pour les logements sociaux et de 260 à 440 TND pour les autres usagers).

Ces ajustements ont pour objectif majeur la limitation du déficit de trésorerie (26 millions de TND en 2012 au lieu de 34 millions sans ajustement) et l'amélioration du taux de recouvrement, pouvant atteindre 61% en 2016, telle que présentée dans le tableau suivant.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total des ressources (MTND)	206,8	226,9	242,2	256,6	272,2	289,4	309,5
Total des charges d'exploitation (MTND)	197,9	218,1	231,2	242,0	256,9	273,9	293,3
Taux de recouvrement des dépenses par la redevance d'assainissement (%)	56,3	51,3	55,5	57,4	58,9	59,8	60,9

b) Validation en Conseil des Ministres

Le dossier d'ajustement est ensuite transmis au ministère de tutelle (Ministère de l'Environnement) qui s'engage à le présenter en Conseil des Ministres composé essentiellement des Ministres des Finances, du Développement Régional et de la Planification, de l'Industrie et du Commerce.

c) Promulgation au Journal Officiel et entrée en vigueur

Une fois le dossier approuvé par le Conseil des Ministres, le réajustement tarifaire sera promulgué au Journal Officiel par un arrêté interministériel cosigné par le ministre de l'Environnement et le ministre des Finances. La nouvelle tarification entre en vigueur à partir de la date de publication au Journal officiel de la République Tunisienne. La dernière modification tarifaire a eu lieu le 24 Juillet 2010 par arrêté du Ministère des Finances et du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, publié au Journal Officiel de la République Tunisienne le 27 Juillet de la même année.

La Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE) applique les nouveaux tarifs et procède au recouvrement des redevances.

1.3.2.3 Frais de raccordement des habitations

Le Décret n° 79-768 du 8 septembre 1979 fixe les conditions de branchement et de déversement des effluents dans le réseau public d'assainissement dans les périmètres communaux ou autres zones pourvus d'un service public d'assainissement

Selon la loi, les travaux de branchement sont effectués par le service d'assainissement, aux frais de l'utilisateur. Pour chaque demande de branchement, un devis estimatif des travaux à réaliser est dressé par ce service.

Les travaux ne seront exécutés que lorsque l'utilisateur aura réglé le montant indiqué dans le devis et après obtention par le service public d'assainissement de l'autorisation des services de la voirie pour la traversée de la chaussée. L'utilisateur dispose d'un délai de trois mois pour effectuer le règlement du devis.

Les frais de premier établissement des branchements sont réglés par les usagers dans les conditions suivantes :

- Dans le cas où les travaux sont exécutés par l'ONAS, les frais sont calculés selon les dépenses réelles majorées de 10% pour frais généraux.
- Les frais de réfection de la chaussée sont établis sur la base des prix pratiqués par le service de la voirie concerné.
- Une contribution de l'utilisateur aux frais de construction du réseau d'assainissement est calculée selon la réglementation en vigueur.

Depuis 2004, un forfait est payé par les usagers avec un tarif pour les quartiers populaires et un tarif pour les milieux aisés. Actuellement et selon les informations fournies par l'ONAS, les abonnés payent des frais de raccordement de 260 TND par logement payé sur 8 ans (130 TND pour les logements sociaux).

1.3.2.4 Abordabilité pour les populations défavorisées et redevance d'assainissement

1.3.2.4.1 Politiques nationales d'amélioration de l'assainissement

Dans les différents plans d'amélioration des conditions de vie en Tunisie, une attention a été donnée à la question de l'assainissement. Par exemple, un programme national d'amélioration des conditions de vie du citoyen, comprenant un programme national d'assainissement des quartiers populaires, a été mis en place en 1989.

Les objectifs de ce programme sont de promouvoir et d'améliorer les conditions de vie des habitants des quartiers populaires, d'éradiquer les sources de maladies, de préserver la santé du citoyen et de protéger l'environnement et la nappe phréatique des dangers de pollution générés par un déversement anarchique des eaux usées dans le milieu naturel.

L'impact de l'implémentation du programme sur les populations pauvres s'est fait sentir aux niveaux de la santé (prévention des maladies, éradication des odeurs, des foyers d'insectes et des vecteurs).

Au-delà des impacts positifs sur l'économie et sur la protection des ressources naturelles, le programme a également un impact sur l'amélioration de l'efficacité socio-économique, sur la lutte contre la pauvreté et sur l'amélioration du revenu.

En ce qui concerne le cadre des redevances d'assainissement en Tunisie, il n'y a pas de références à une catégorie basée selon des critères socio-économiques pour donner un accès à des services à bas prix pour la population pauvre. La seule distinction du montant des frais que l'on peut trouver concerne les frais de raccordement, qui sont moins onéreux (de 50%) quand il s'agit de logements sociaux.

1.3.2.4.2 Evaluation de l'abordabilité en Tunisie

Les résultats de l'enquête sur les dépenses des ménages, réalisée par l'Institut National des Statistiques en 2000, ont montré que le poids de la facture d'eau potable représentait 0,93% des dépenses totales par personne, ce qui est largement en dessous des normes habituellement acceptées (3% du revenu).

Il convient toutefois de comparer cette charge non seulement par rapport au salaire moyen Tunisien, mais surtout par rapport aux revenus des ménages modestes. C'est pourquoi la base de calcul prend comme référence le salaire interprofessionnel garanti (SMIG).

$$X = W_s/Y * 100$$

X : Part des charges d'eau potable et d'assainissement dans le revenu des ménages Tunisiens modestes ;

W_s : Charges d'eau potable et d'assainissement moyennes ;

Y : Salaire moyen des ménages Tunisiens modestes.

Le salaire minimum interprofessionnel garanti (SMIG) et le salaire minimum agricole garanti (SMAG) sont institués par le décret n° 73-247 du 26 Mai 1973. Ce salaire inclut l'indemnité de transport de cinq dinars institué en Juillet 1986 par le décret 86-691 (Jort N°41 du 18-22 Juillet 1986). Le nombre d'heures de travail par mois pour le régime 40h/semaine est de 173,333h et 208h pour le régime 48h/semaine

Tableau 1.3-3: Salaire moyen des ménages Tunisiens modestes.

Régime de salaire minimum mensuel garanti	Salaire horaire (TND)	Heures de travail par semaine (heures)	Salaire mensuel moyen (TND)
S.M.I.G régime 40H/semaine	1 299	173,333	225,156

Source : Institut National de la Statistique (INS)

Tableau 1.3-4: Charges d'assainissement mensuelles moyennes

Consommation domestique moyenne (m ³ /abonné/trimestre)		Redevance d'assainissement (TND/ abonné/trimestre)						Prorata (TND/ abonné/ mois)	
		Redevance fixe (TND)	Redevance variable (TND)				Total		
			Variation de la redevance	Q ^{té} (m ³)	Prix (TND)	Total			
Milieu urbain	31,7	1,310	<20m ³	0,028	20	0,560	2,549	3,859	1,286
			>20m ³	0,170	11,7	1,989			
Milieu rural	28,6		<20m ³	0,028	20	0,560	2,022	3,332	
			>20m ³	0,170	8,6	1,462			

Source : Rapport Statistique de l'ONAS (2009)

Tableau 1.3-5: Charges d'eau potable mensuelles moyennes

Consommation domestique moyenne (m ³ /abonné/trimestre)		Redevance d'eau potable (TND/ abonné/trimestre)						Prorata (TND/ abonné/ mois)	
		Redevance fixe (TND)	Redevance variable (TND)				Total		
			Variation de la redevance	Q ^{té} (m ³)	Prix (TND)	Total			
Milieu urbain	31,7	3,500	<20m ³	0,140	20	2,800	5,608	9,108	3,036
			>20m ³	0,240	11,7	2,808			
Milieu rural	28,6		<20m ³	0,140	20	2,800	4,864	8,364	
			>20m ³	0,240	8,6	2,064			

Source : Tarifs de l'eau potable (SONEDE - 2010)

Tableau 1.3-6: Part des charges d'eau potable et d'assainissement dans le revenu des ménages Tunisiens modestes.

Salaire mensuel moyen (TND)	Charges d'assainissement et d'eau potable mensuelles moyennes (TND/abonné/mois)			Part des charges d'eau potable et d'assainissement dans le revenu des ménages Tunisiens modestes	
	Assainissement	Eau potable	Total		
225,156	Milieu urbain	1,286	3,036	4,322	1,9 %
	Milieu rural	1,111	2,788	3,899	1,7 %

La part des charges d'eau potable et d'assainissement dans le revenu des ménages Tunisiens modestes varie entre 1,7% en milieu rural et 1,9% en milieu urbain. C'est un résultat sensiblement

plus élevé que celui recueilli à l'issue de l'enquête sur les dépenses des ménages (0,93%), mais qui reste très satisfaisant au vu des normes habituellement acceptées (3%) et comparable avec les autres pays (Suède, Pays-Bas, Italie : 1,1% ; Slovaquie : 5,3% ; Pologne : 9% ; Turquie : 10,3%).

1.3.3 Système de gestion des eaux usées

1.3.3.1 Politiques et plans de développement pour le secteur des eaux usées

La politique de protection de l'environnement menée par la Tunisie a toujours été fondée sur des programmes d'amélioration des conditions et de la qualité de la vie en zone urbaine et rurale, et sur des interventions ciblées en matière de gestion rationnelle et de conservation des ressources naturelles. Par exemple, un programme, conduit aussi bien à l'échelle nationale, sectorielle et des gouvernorats, a permis, dans une première étape, d'élaborer le document d'orientation pour le 11^{ème} plan de développement (2007-2011) et pour la décennie (2007-2016). Ce processus a été conduit en deux phases :

- Une première phase a permis d'élaborer des programmes d'actions régionaux pour l'environnement et pour le développement durable. Il s'agit de 24 programmes, un par région administrative du pays. Ces programmes ont été examinés et adoptés par les conseils régionaux de développement.
- Une deuxième phase comprenait une consultation régionale (effectuée dans chaque gouvernorat) qui a permis de mettre en relief les principales préoccupations des citoyens et des acteurs en matière d'amélioration de la qualité de la vie, de préservation des ressources naturelles et de promotion sociale.

Le document du 11^{ème} plan et de la décennie 2007-2016 intègre les préoccupations de mise en œuvre du développement durable en orientant de plus en plus les secteurs économiques traditionnels (agriculture, industrie, activités minières, tourisme, transport) vers des modes de gestion plus préservateurs des milieux naturels et des écosystèmes, en les encourageant à promouvoir les systèmes de production basés sur des méthodes de gestion plus stricte.

Le secteur de l'assainissement conditionne de manière déterminante l'état de l'environnement en contribuant à la protection de la santé publique et à la préservation des milieux hydriques et marins. L'assainissement affecte de nombreux domaines de l'activité économique tels que le tourisme, l'agriculture, l'industrie et la pêche. Ce secteur revêt une importance particulière sur le littoral, et la propreté des plages et la qualité de l'eau de la mer en dépendent.

Le secteur de l'assainissement a de plus en plus de défis à relever tant au niveau des performances techniques que de l'efficacité opérationnelle au niveau de la maîtrise des coûts. Tout en poursuivant un effort d'investissement, le secteur doit également réhabiliter les ouvrages anciens et renouveler leurs équipements, développer les traitements complémentaires là où c'est nécessaire, mettre en place une filière de gestion durable des boues, maîtriser les nuisances olfactives et promouvoir la réutilisation des eaux usées traitées.

L'ONAS bénéficie de l'assistance d'un grand nombre d'organismes de financement et de bailleurs de fonds étrangers qui participent au financement de ses projets, notamment la Banque Mondiale, la KFW, la BEI, l'AFD, la JBIC et la JICA.

Dans le tableau suivant, les projets d'assainissement en cours ou programmés sont présentés par gouvernorat:

Tableau 1.3-7: Projets d'assainissement en cours ou programmés par gouvernorat

Projets	Communes concernées	Coût estimé (en 1000 TND)	Etat d'avancement
Sidi Bouzid			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 1	Sidi Bouzid et Jelma	3 900	Travaux en cours
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 2	Sidi Bouzid, Jelma, Sidi Ali Ben Aoun, Bir Elhfai, Regueb, Sebbala, Menzel Bouzaine, Ouled Haffouz et Mezouna	11 000	Travaux en cours
5 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires	Sidi Ali Ben Aoun, Bir Elhfai, Regueb et Mezouna	5 500	Programmé
Elaboration du plan directeur du gouvernorat de Sidi Bouzid	Ensemble du gouvernorat	100	Programmé
Programme d'assainissement rural – Tranche 2	Sidi Bouzid	450	Etude en cours
Programme de réhabilitation et d'extension des réseaux d'assainissement et de renforcement des capacités de l'ONAS (PRERERC1)	Sidi Bouzid	700	Dépouillement des offres en cours
Projet d'assainissement des petites et moyennes villes (6 communes)	Meknassy	5 600	Dépouillement des offres en cours
Projet d'extension et de réhabilitation de la STEP de SIDI Bouzid	Sidi Bouzid	7 200	Etude en cours
Kébili			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 2	Douz et Golaa	1 600	Etude en cours
5 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires	Kébili et Jemna	2 500	Programmé
Elaboration du plan directeur du gouvernorat de Kébili	Ensemble du gouvernorat	100	Programmé
Programme d'assainissement rural –Tranche 2	Sabria Ghrib	2 500	Etude en cours
Programme de gestion des boues des STEP	Kébili	400	Etude en cours
Sfax			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 2	Sfax, Hencha, Chihia, El Ain, Mahres, Sakiet Eddaier, Jebeniana et Sakiet Ezzit	2 800	Etude en cours
5 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires	Sfax, Hencha, Mahres, Sakiet Eddaier, Gremda, Tyna et Agareb	5 000	Programmé
Développement de la cogénération dans la STEP de Sfax Nord	Sfax	9 000	Programmé

Projets	Communes concernées	Coût estimé (en 1000 TND)	Etat d'avancement
Elaboration du plan directeur du gouvernorat de Sfax	Ensemble du gouvernorat	150	Programmé
Programme d'assainissement des zones industrielles	Sfax	20 000	Etude de faisabilité en cours de lancement
Programme d'assainissement rural –Tranche 2	Hzag, Khazenet, El Amra et Ellouza	6 800	Etude en cours
Programme de gestion des boues des STEP	Sfax	6 900	Etude en cours
Programme de réhabilitation et d'extension des réseaux d'assainissement et de renforcement des capacités de l'ONAS (PRERERC1)	Sfax	5 400	Etude en cours
Projet d'assainissement "ONAS VI"	Kerkenah	4 200	Travaux en cours
Projet d'extension et de réhabilitation de la STEP de Mahres	Mahres	3 400	Etude en cours
Projet National d'assainissement de la ville de Kerkenah	Kerkenah	17 000	Etude en cours
Réhabilitation du système d'aération de la STEP de Sfax Nord	Sfax	3 000	Programmé
Kasserine			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 1	Kasserine et Thala	900	Travaux en cours
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 2	Kasserine, Sbiba, Feriana, Foussana et Thala	2 700	Etude en cours
5 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires	Telepte et Feriana	1 500	Programmé
Elaboration du plan directeur du gouvernorat de Kasserine	Ensemble du gouvernorat	100	Programmé
Programme d'assainissement rural –Tranche 2	Hassi el frid et El Ayoun	1 600	Etude en cours
Programme de réhabilitation et d'extension des réseaux d'assainissement et de renforcement des capacités de l'ONAS (PRERERC1)	Kasserine	500	Dépouillement des offres en cours
Projet de mise à niveau de 12 STEP	Sbeitla	6 000	Programmé
Projet de réhabilitation de la STEP de Kasserine	Kasserine	8 500	Etude en cours
Kef			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 2	El Kef, Jerissa et Tajerouine	600	Travaux en cours
5 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires	El Kef	400	Programmé
Elaboration du plan directeur du gouvernorat d'El Kef	Ensemble du gouvernorat	100	Programmé

Projets	Communes concernées	Coût estimé (en 1000 TND)	Etat d'avancement
Programme de gestion des boues des STEP	El Kef	700	Etude en cours
Projet d'assainissement de 10 moyennes communes	Tajerouine, Dahmani et El Ksour	10 500	Etude en cours
Projet d'assainissement des petites et moyennes villes (6 communes)	Jerissa et Sers	14 000	Travaux en cours
Projet de mise à niveau de 12 STEP	El Kef	5 000	Programmé
Jendouba			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 1	Jendouba	1 000	Travaux en cours
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 2	Jendouba, Ain Drahem et Ghar Dimaou	900	Dépouillement des offres en cours
Elaboration du plan directeur du gouvernorat de Jendouba	Ensemble du gouvernorat	100	Programmé
Projet d'assainissement d'Ain Drahem	Ain Drahem	2 200	Travaux en cours
Programme de gestion des boues des STEP	Jendouba et Tabarka	2 900	Etude en cours
5 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires	Ain Drahem	200	Programmé
Siliana			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 2	Rouhia	200	Etude en cours
Elaboration du plan directeur du gouvernorat de Siliana	Ensemble du gouvernorat	100	Programmé
Programme de gestion des boues des STEP	Siliana	1 100	Etude en cours
Projet d'assainissement des petites et moyennes villes (6 communes)	Bou Arada et Makther	15 200	Travaux en cours
Béja			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires - Tranche2	Béja et Medjez El Bab	1 100	Travaux en cours
5 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires et des zones rurales	Hammam Sayala	900	Programmé
Elaboration du plan directeur du gouvernorat de Béja	Ensemble du gouvernorat	100	Programmé
Programme d'assainissement des zones industrielles	Medjez El Bab	15 000	Etude de faisabilité en cours de lancement
Programme d'assainissement rural – Tranche 1	Testour	1 600	Travaux en cours

Projets	Communes concernées	Coût estimé (en 1000 TND)	Etat d'avancement
Programme d'assainissement rural – Tranche 2	Béja Testour et Medjez El Bab	5 200	Etude en cours
Programme de gestion des boues des STEP	Béja, Medjez El Bab et Teboursouk	7 000	Etude en cours
Programme de réhabilitation et d'extension des réseaux d'assainissement et de renforcement des capacités de l'ONAS (PRERERC1)	Béja	400	Travaux en cours
Projet de mise à niveau de 12 STEP	Teboursouk	2 000	Programmé
Renouvellement du canal Bouzegdem	Béja	1 000	Etude en cours
Zaghouan			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 2	Zaghouan et Bir Mchergua	3 000	Etude en cours
5 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires	Djebel El Oust	200	Programmé
Elaboration du plan directeur du gouvernorat de Zaghouan	Ensemble du gouvernorat	100	Programmé
Programme d'assainissement rural – Tranche 2	El Fahs (localité Khniguét Magra)	600	Etude en cours
Bizerte			
4 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires – Tranche 2	Bizerte, Metline, Ras Djebel et Menzel Bourguiba	600	Travaux en cours
5 ^{ème} projet d'assainissement des quartiers populaires	Menzel Bourguiba, El Alia et Metline	800	Programmé
Développement de la cogénération dans la STEP de Bizerte	Bizerte	10 000	Programmé
Développement de la cogénération dans la STEP de Menzel Bourguiba	Menzel Bourguiba	4 500	Programmé
Elaboration du plan directeur du gouvernorat de Bizerte	Ensemble du gouvernorat	100	Programmé
Programme d'assainissement des zones industrielles	Bizerte et Utique	34 000	Etude de faisabilité en cours de lancement
Programme d'assainissement rural – Tranche 2	Ras Djebel (localité Béni Atta)	600	Etude en cours
Programme de gestion des boues des STEP	Bizerte et Menzel Bourguiba	3 500	Etude en cours
Programme de réhabilitation et d'extension des stations de pompage	Bizerte et Menzel Jamil	1 000	Etude en cours
Projet d'assainissement de Grand Bizerte (mise à niveau de la STEP de Bizerte)	Bizerte	4 600	Travaux en cours
Projets d'assainissement des communes de Mateur, Raf Raf, Ras Djebel et El Alia	Mateur, Raf Raf, Ras Djebel, Aousja, Ghar El Melh et El Alia	30 000	Travaux en cours

Projets	Communes concernées	Coût estimé (en 1000 TND)	Etat d'avancement
Réhabilitation du système d'aération de la STEP de Bizerte	Bizerte	3 500	Programmé
Réhabilitation du système d'aération de la STEP de Menzel Bourguiba	Menzel Bourguiba	1 500	Programmé

Source: ONAS

Le coût des projets projetés peut être récapitulé en :

- Etudes en cours, environ 138 550 000 TND
- Projets programmés, environ 62 550 000 TND
- Travaux en cours, environ 91 300 000 TND

L'ONAS s'appuie aujourd'hui sur d'autres partenaires, notamment le secteur privé là où il peut être performant. L'ONAS manifeste de l'intérêt pour poursuivre de nouveaux projets sur une base « Build-Operate-Transfer » (BOT). Il s'agit d'une forme de concession pour laquelle des groupes privés financent et réalisent un projet, prennent en charge son exploitation pendant une période comprise entre 15 et 25 ans, puis transfèrent, le cas échéant, la propriété de l'installation au Maître d'Ouvrage.

1.3.3.2 Le cadre institutionnel

La responsabilité de la gestion du secteur de l'assainissement incombe à l'ONAS, qui est placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement. L'ONAS est un établissement public à caractère industriel et commercial doté d'une personnalité civile et de l'autonomie financière.

Les domaines d'intervention de l'ONAS comprennent :

- les études, comme les plans directeurs d'assainissement des communes et des gouvernorats, les études de faisabilité, les études prospectives ainsi que les études détaillées relatives aux réseaux d'assainissement, aux stations d'épuration et aux stations de pompage ;
- la réalisation des projets d'assainissement ;
- l'exploitation et l'entretien des réseaux et des ouvrages d'assainissement ;
- l'assistance technique aux collectivités locales et autres organismes publics ou privés dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique.

1.3.3.3 Le cadre juridique

1.3.3.3.1 Règlements et normes pour la gestion de la qualité des eaux usées

Les eaux usées rejetées dans les réseaux publics d'assainissement doivent respecter le cadre de qualité présenté par la norme tunisienne homologuée NT 106.02 (1989) - édition de septembre 1998 (voir Tableau 1.3-8).

Le rejet des eaux traitées dans le milieu récepteur, y compris le domaine public maritime et le domaine public hydraulique, est réglementé par le Décret n° 85-56 du 2 janvier 1985, et par la norme NT 106.02 (1989). Les eaux usées déversées dans le milieu récepteur doivent être conformes aux normes de rejet fixées selon les modalités prévues par ces documents, notamment dans la NT 106.02, et rappelées dans le Tableau 1.3-8.

Tableau 1.3-8: Cadre de la qualité de la norme NT 106.02 (1989)

Paramètres (unités)	Domaine public maritime	Domaine public hydraulique	Réseau public d'assainissement	Méthodes de dosage
Température (°C)	35	25	35	
pH	6,5 < pH < 8,5	6,5 < pH < 8,5	6,5 < pH < 9,0	NT 09.05 e 09.06
MES (mg/L)	30	30	400	NT 09.21
Matières décantables (ml/L)	0,3	0,3	-	
DCO (mg/L O ₂)	90	90	1000	NT 09.23
DBO ₅ (mg/L O ₂)	30	30	400	NT 09.20
Chlorures	-	600	700	NT 09.77
Chlore actif (mg/L Cl ₂)	0,05	0,05	1	NT 01.31
Bioxyde de chlore (mg/L)	0,05	0,05	0,5	
Sulfate (mg/L)	1 000	600	400	NT 09.78
Magnésium (mg/L)	2 000	200	300	NT 09.09
Potassium (mg/L)	1 000	50	50	NT 09.65 e 09.66
Sodium (mg/L)	-	300	1000	NT 09.65 e 09.66
Calcium (mg/L)	-	500	Fixer selon le cas	NT 09.09 e 09.10
Aluminium (mg/L)	5	5	10	
Bore (mg/L)	20	2	2	
Fer (mg/L)	1	1	5	NT 09.25
Cuivre (mg/L)	1,5	0,5	1	NT 09.07
Etain (mg/L)	2	2	2	
Manganèse (mg/L)	1	0,5	1	NT 09.28
Zinc (mg/L)	10	5	5	NT 09.07
Molybdène (mg/L)	5	0,05	5	
Cobalt (mg/L)	0,5	0,1	0,5	NT 09.07
Brome actif (mg/L)	0,1	0,05	1	
Baryum (mg/L)	10	0,5	10	
Argent (mg/L)	0,1	0,05	0,1	
Arsenic (mg/L)	0,1	0,05	0,1	NT 09.08
Béryllium (mg/L)	0,05	0,01	0,05	
Cadmium (mg/L)	0,005	0,005	0,1	NT 09.35
Cyanure (mg/L)	0,05	0,05	0,5	NT 09.41
Chrome VI (mg/L)	0,5	0,01	0,5	
Chrome III (mg/L)	2	0,5	2	
Antimoine (mg/L)	0,1	0,1	0,2	
Nickel (mg/L)	2	0,2	2	NT 09.07
Sélénium (mg/L)	0,5	0,05	1	NT 09.36
Mercure (mg/L)	0,001	0,001	0,01	NT 09.37
Plomb (mg/L)	0,5	0,1	1	NT 09.07
Titane (mg/L)	0,001	0,001	0,01	
Pesticides (mg/L)	0,005	0,001	0,01	
Coliformes fécaux (/100mL)	2000	2000	-	NT 16.21 e 16.22
Streptocoques fécaux (/100mL)	1000	1000	-	NT 16.23 e 16.24
Salmonelles (/500mL)	-	-	-	
Vibrions cholériques (/500mL)	-	-	-	

Paramètres (unités)	Domaine public maritime	Domaine public hydraulique	Réseau public d'assainissement	Méthodes de dosage
Couleur (mg/L)	100	70	Fixer selon le cas	NT 09.16
Sulfures (mg/L S)	2	0,1	3	
Fluorures dissous (mg/L F)	5	3	3	NT 09.30
Nitrates (mg/L NO ₃)	90	50	90	
Nitrites (mg/L NO ₂)	5	0,5	10	NT 09.18
Azote organique et ammoniacal (mg/L)	30	1	100	
Phosphore ou P total	0,1	0,05	10	NT 09.26
Phénols et composés phénoliques (mg/L)	0,05	0,002	1	
Graisses et huiles saponifiables (mg/L)	20	10	30	NT 09.26
Hydrocarbures aliphatiques totaux (mg/L)	10	2	10	
Solvants chlorés (mg/L)	0,05	0	0,1	NT 09.26
Détergents anioniques du type alkyl-benzène sulfonât (ABS) (mg/L)	2	0,5	5	

Il est à noter que pour certains paramètres, des valeurs limites autres que celles présentées dans le Tableau 1.3-8 peuvent être convenues avec les autorités compétentes et que la norme prévoit pour certains paramètres des limites de tolérance plus élevées.

En ce qui concerne les paramètres microbiologiques imposés pour les domaines publics maritime et hydraulique, le respect des seuils de 2 000/100 ml pour les coliformes fécaux et de 1000/100 ml pour les streptocoques fécaux implique l'intégration d'un étage de désinfection finale des effluents, indépendamment des utilisations associées aux milieux récepteurs. D'autre part, l'imposition de concentrations d'azote organique et ammoniacal en dessous de 30 et 1 mg/L, respectivement pour les milieux maritimes et hydrauliques, et de 90 et 50 mg/L NO₃ pour les nitrates, implique l'élimination d'azote par nitrification de l'azote ammoniacal et dénitrification de nitrate. La concentration maximale de 0,1 et 0,05 mg/L de phosphore total exige également un effort important pour éliminer le phosphore des effluents, ce qui n'est possible que par voie physico-chimique.

Ces documents légaux se trouvent actuellement en révision. Le projet de nouveau décret a été mis à disposition par l'ONAS. Bien que ce nouveau document ne soit pas encore en vigueur et puisse être modifié jusqu'à sa publication, il est important de connaître les principaux changements envisagés et qui sont :

- Définition du milieu récepteur sensible. Les milieux récepteurs sensibles seront fixés par décret conjoint du ministre de l'agriculture et de l'environnement et du ministre de la santé publique ;
- Normes de rejets différenciées pour les milieux récepteurs sensibles et pour les autres milieux récepteurs. Modifie les valeurs limites de rejets pour l'azote total Kjeldahl et le phosphore total, et offre la possibilité d'établir une limite de rejet de ces paramètres en fonction d'un pourcentage de réduction par rapport à la concentration dans les effluents ;
- Valeurs limites pour les paramètres microbiologiques (coliformes fécaux, streptocoques fécaux, salmonelles, vibrions cholériques et œufs de nématodes intestinaux) appliqués seulement pour les rejets d'effluents dans les zones sensibles ;
- Normes de rejet des effluents des installations industrielles, par secteur d'activité.

La réutilisation des eaux usées traitées en agriculture est réglementée par le Décret n° 89-1047 du 28 Juillet 1989, et par la norme tunisienne NT 106.03 (1989), qui définit les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux à réutiliser. Selon ces documents, la réutilisation des

eaux usées traitées à des fins agricoles doit faire l'objet d'une autorisation du ministre de l'agriculture et de l'environnement, délivrée après accord du ministre de la santé publique et avis de l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE).

Le décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989, « fixant les conditions d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles » explique dans son article premier que « l'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles doit faire l'objet d'une autorisation du ministre de l'agriculture, délivrée après accord du ministre de la santé publique et avis de l'agence nationale de protection de l'environnement ».

La réutilisation en agriculture des eaux usées traitées ne peut être autorisée qu'après traitement approprié en station d'épuration, afin de se conformer au cadre de qualité imposé par la norme NT 106.03 (1989) et présenté dans le Tableau 1.3-9.

Tableau 1.3-9: Cadre de qualité de la norme NT 106.03 (1989)

Paramètres	Concentration maximale	Méthode de dosage
pH	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	ver NT 09.06 ou NT 09.07
Conductivité	7 000 µS/cm	ver NT 09.34
DCO	90 mg/L O ₂ (média de 24 h)	ver NT 09.23
DBO ₅	30 mg/L O ₂ (média de 24 h)	ver NT 09.20
MES	30 mg/L	ver NT 09.21
Chlorures	2 000 mg/L	ver NT 09.77
Fluorures	3 mg/L	
Organochlorés	0,001 mg/L	
Arsenic	0,1 mg/L	ver NT 09.08
Bore	3 mg/L	ver NT 09.06
Cadmium	0,01 mg/L	ver NT 09.35
Cobalt	0,1 mg/L	ver NT 09.07
Chrome	0,1 mg/L	
Cuivre	0,5 mg/L	ver NT 09.07
Fer	5 mg/L	ver NT 09.25
Manganèse	0,5 mg/L	ver NT 09.26
Mercure	0,001 mg/L	ver NT 09.37
Nickel	0,2 mg/L	ver NT 09.07
Plomb	1 mg/L	ver NT 09.07
Sélénium	0,05 mg/L	ver NT 09.36
Zinc	5 mg/L	ver NT 09.07
Moyenne arithmétique des œufs de nématodes intestinaux	≤ 1/1000 ml	

L'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures maraîchères et des crudités est interdite. Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées traitées est également interdit.

1.3.3.3.2 Gestion de la qualité de l'eau et système de surveillance

La gestion de la qualité de l'eau traitée dans les STEP est assurée par un système de surveillance qui comprend l'échantillonnage des eaux et le contrôle analytique de la qualité des eaux usées et des eaux traitées.

Le système de surveillance comprend le contrôle analytique des eaux brutes et des eaux traitées qui est effectué deux fois par semaine dans les laboratoires de l'ONAS et une fois par mois dans un laboratoire extérieur et indépendant. Le contrôle analytique de la qualité des boues déshydratées est réalisé deux fois par an et intègre des analyses bactériologiques et des métaux lourds.

Parallèlement, l'équipe d'exploitation de chaque STEP réalise un ensemble d'analyses dans son propre laboratoire, principalement les paramètres physiques, ainsi que certains tests rapides de laboratoire pour contrôler le fonctionnement des bassins d'aération.

Aucune norme Tunisienne existante ne prévoit de mesure de la qualité des eaux traitées dans les milieux naturels tels que les rivières, les lacs ou la mer. Néanmoins, au regard du système de gestion environnementale Tunisien, on peut conclure que la qualité de l'eau dans l'environnement hydraulique naturel est contrôlée puisque les effluents sont en conformité avec le décret n° 85-56 du 2 Janvier 1985 relatif à la « réglementation des rejets d'eaux usées traitées dans le milieu récepteur ».

1.3.3.3 Cadre de la destination finale des boues

Selon les études promues par l'ONAS, les boues déshydratées en Tunisie peuvent avoir trois destinations : filière verte – valorisation dans l'agriculture ; filière rouge – incinération ; filière noire – acheminement vers une décharge contrôlée. Dans le voisinage des STEP analysées, il n'y a pas d'usines d'incinération, donc les boues déshydratées peuvent être soit valorisées dans l'agriculture, soit acheminées vers une destination appropriée. Les boues déshydratées doivent présenter une siccité de plus de 30% (valeur minimum acceptée par l'ANGed) pour être admises dans les décharges de déchets solides.

La norme tunisienne enregistrée NT 106.20 (2002) a pour objet de fixer les spécifications techniques des boues des STEP des eaux usées urbaines, les conditions de leur utilisation comme matières fertilisantes et les restrictions d'emploi de ces boues en présence des éléments-traces métalliques et des agents pathogènes. Cette norme est actuellement au stade expérimental.

Les boues à valoriser doivent provenir du traitement des eaux usées à dominante domestique (lorsque leurs caractéristiques mesurées sur un échantillon moyen sur 24 h prélevé avant le traitement préliminaire et décanté pendant 2 h sont telles que le rapport de leur DCO à leur DBO5 est inférieur ou égal à 2,5, leur DCO est inférieure ou égale à 1000 mg/L et leur azote Kjeldahl est inférieur à 100 mg/L).

Selon cette norme, les boues doivent être soumises à des procédés de traitement par voie biologique, chimique ou thermique ou par tout autre procédé approprié de manière à réduire leur pouvoir fermentescible et les inconvénients sanitaires à leur utilisation.

La norme NT 106.20 (2002) fixe les concentrations maximales admissibles suivantes pour certains éléments-traces dans les boues :

Tableau 1.3-10: Concentrations maximales admissibles d'éléments-traces dans les boues - Norme NT 106.20 (2002)

Paramètres	Concentration maximale (mg/kg MS)	Méthode de dosage
Cadmium	20	Spectrométrie d'adsorption atomique ou Spectrométrie d'émission (AES) ou Spectrométrie d'émission (ICP) couplée à la spectrométrie de masse ou Spectrométrie de fluorescence (pour Hg)
Chrome	500	
Cuivre	1 000	
Mercure	10	
Nickel	200	
Plomb	800	
Zinc	2 000	

La qualité microbiologique des boues doit présenter une concentration de coliformes fécaux inférieure à $2 \cdot 10^6$ CF exprimé en NPP/g MS. Le contrôle de la qualité analytique des boues doit être effectué au minimum une fois tous les six mois.

Nous devons noter que les polymères utilisés pour la déshydratation des boues n'interfèrent pas avec le développement normal des cultures et n'empêchent aucunement une consommation humaine des produits agricoles.

1.3.4 Evaluation des capacités des agences concernées

1.3.4.1 Situation financière de l'ONAS

En décembre 2005, les investissements réalisés par l'ONAS depuis 1974 atteignaient un total de 1 138 MTND (Millions de Dinars Tunisiens). Durant la période 2000-2005, les investissements se sont élevés à un total de 624 MTND, avec un pourcentage d'augmentation annuel de 4,3%. L'office a donc pu étendre ses services d'assainissement pour environ 86% de l'ensemble des zones urbaines de la Tunisie.

Les investissements sont programmés annuellement par le biais des plans quinquennaux du Gouvernement de la Tunisie (GdT). Le GdT a fourni un financement direct pour environ 35% des investissements en 2008, et garantit les crédits et les aides non remboursables finançant le bilan, à l'exception d'une petite partie du financement du fond de roulement et de l'autofinancement.

Les subventions du GdT couvrent les pertes opérationnelles de l'ONAS, le remboursement du principal, ainsi que les pertes en investissements et en devises.

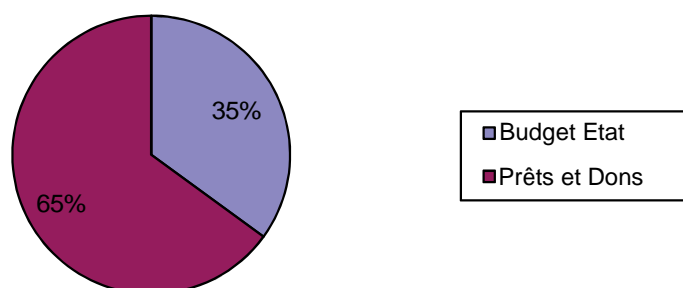


Figure 1.3-1: Financement des investissements de l'ONAS en 2008

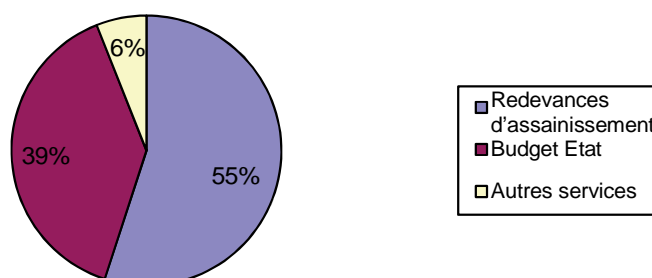


Figure 1.3-2: Financement des coûts d'opération de l'ONAS en 2008

1.3.4.2 Performances financières de l'ONAS

Les recettes de l'ONAS augmentent plus lentement que ses dépenses, et les déficits avant taxes sont de plus en plus importants. Entre 2005 et 2009, le total des revenus a augmenté en moyenne de 3% par an, alors que le total des dépenses progressait de 7,5% par an. Le déficit augmente d'environ +5 MTND par an avec une valeur plus importante en 2008 (+25 MTND), pour revenir à son rythme usuel à la fin 2009. Le déficit augmente donc en moyenne de 18% par année.

Grâce à une augmentation des modifications d'équilibre des comptes (subventions), qui sont passées de 41 MTND en 2005 à 76 MTND en 2009, l'ONAS est capable de rentrer tous les ans dans ses frais. Ces subventions de l'Etat ont augmenté en moyenne de 16,5% par an dans la même période. Les modifications de comptabilité font mention de changements dans les normes ou dans les estimations comptables et de corrections d'erreurs dans les bilans financiers précédents.

La proportion de fond de roulement (actif circulant / passif circulant) était de 1,323 en 2007 et de 1,233 en 2008. Le coefficient de liquidité ((actif circulant – actions) / passif circulant) est également supérieur à 1,0 : 1,267 en 2007 et 1,177 en 2008. La proportion de dettes (dettes / total capital) n'était seulement que de 0,352 en 2007 et 0,335 en 2008. La proportion du capital a augmenté de 0,651 à 0,683 entre 2005 et 2009.

Tableau 1.3-11. Données financières de l'ONAS

(1 000 TND)

	Déc. 2005	Déc. 2006	Déc. 2007	Déc. 2008	Déc. 2009
Actif circulant			160 939	155 488	
Actions			6 753	6 998	
Actif total	1 245 018	1 305 389	1 371 346	1 403 643	1 414 675
Capital	703 715	770 289	788 270	818 446	826 669
Autres	106 190	110 311	127 056	139 597	139 265
Capital total	809 905	880 600	915 326	958 043	965 934
Passif circulant			121 658	126 107	
Dettes			321 814	320 839	
Provisions			438	1 515	
Passif total	430 664	410 678	443 910	448 461	447 849
Total capital et passif	1 240 569	1 291 278	1 359 236	1 406 504	1 413 783
Proportion fonds de roulement			1 323	1 233	
Coefficient de liquidité			1 267	1 177	
Proportion de dettes			352	335	
Proportion de capital	651	675	667	683	683
Recettes et subventions de l'Etat	113 988	119 996	121 367	124 858	127 832
Coût des recettes	17 427	18 627	18 332	23 718	22 766
Frais généraux	126 960	135 321	140 712	155 641	165 313
Bénéfices nets	- 30 399	- 33 952	- 37 677	- 54 501	- 60 247
Produits hors exploitation	4 258	5 945	9 794	7 787	5 749
Dépenses hors exploitation	10 827	13 939	17 745	23 752	20 830
Bénéfices avant taxes	- 36 968	- 41 946	- 45 628	- 70 466	- 75 328
Modifications d'équilibre	41 418	56 057	57 738	67 605	76 220
Bénéfices nets	4 450	14 111	12 110	-2 861	892
Modifications comptables	- 4 684	- 7 418	3 057	4 146	
Bénéfices nets après modifications	- 234	6 693	15 167	1 285	892

Source : Rapport des commissaires aux comptes, 2005-2009

Les pertes opérationnelles cumulées pour la période 2000-2005 sont de 156 MTND (avec une moyenne de 26 MTND par an). Les pertes opérationnelles sont de 34 MTND en 2006, 37,7 MTND en 2007, 54,5 MTND en 2008 et 60,2 MTND en 2009. Les redevances d'assainissement pour période 200-2005 ne pouvaient couvrir que 96% des coûts moyens (amortissements non compris), et seulement 64% si on comprend les amortissements, malgré un taux annuel d'augmentation des frais d'exploitation et de maintenance rabaisé de 16% en 2001 à 2% en 2005.

Dans le tableau 1.3-11, les actifs totaux de l'ONAS (3ème ligne) comprenaient, en 2009, les différents éléments présentés dans le tableau 1.3-12.

Tableau 1.3-12: Actif total de l'ONAS (2009)

Eléments	Montant après amortissement
Immobilisations incorporelles (essentiellement les logiciels informatiques acquis par l'ONAS)	77 839 TND
Immobilisations corporelles (comprend notamment les terrains, réseaux, installations de traitement, équipements, matériels et bâtiments de l'ONAS)	991 488 100 TND
Immobilisations en cours (Dépenses relatives aux travaux et équipements en cours de réalisation)	209 915 561 TND
Immobilisations financières (Actions possédées par l'ONAS dans le capital d'autres sociétés, facilités de paiement sur branchement et dépôts bancaires non courants)	29 319 379 TND
Autres actifs non courants (écart de conversion sur emprunts en devise)	36 068 731 TND
Stocks (Matières premières et autres approvisionnements)	6 668 625 TND
Clients et Comptes rattachés (redevances d'assainissement facturées et non encore encaissées auprès des particuliers et des administrations)	52 317 032 TND
Autres actifs courants (Avances faites par les fournisseurs, travaux pour le compte de l'état et autres administrations)	27 616 165 TND
Placements et autres actifs financiers	13 078 409 TND
Liquidités et équivalents financiers	48 125 676 TND
TOTAL	1 414 675 517 TND

Dans le tableau 1.3.11, les modifications comptables (avant-dernière ligne) peuvent correspondre à des changements de méthodes comptables, des changements dans les estimations comptables ou des corrections d'erreurs dans les états financiers.

Par exemple, dans le cas de l'ONAS, les taux d'amortissement des immobilisations corporelles ont changé au cours de l'année 2008, modifiant ainsi leur valeur résiduelle (Notes aux états financiers – exercice 2009, ONAS). La ligne « modifications comptables » permet ainsi de rectifier les bilans des années précédentes afin de présenter les résultats sur des bases comptables identiques, permettant leur comparaison.

Tableau 1.3-13: Augmentation des frais d'exploitation et de maintenance de l'ONAS

(1000) TND										
Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 (est.)
Frais d'E&M annuels	78 302	85 182	92 488	94 95	96 004	99 155	104 925	116 674	125 017	133 563

En plus des revenus provenant des redevances et des travaux de branchement, les produits d'exploitation de l'ONAS, proviennent de deux grands ensembles : des subventions de l'Etat et des produits d'exploitation divers.

1.3.4.2.1 Subventions d'investissement :

L'ONAS procède à la fin de chaque exercice à la répartition des dotations qui lui sont accordées par l'Etat dans le cadre des opérations financières suivant quatre rubriques :

a) Subvention d'équilibre de l'Etat (complément du tarif redevance d'assainissement) :

Il s'agit d'une subvention calculée en fonction du volume d'eau consommé par les abonnés, à hauteur de 0,230 TND par mètre cube. Le montant de la subvention varie donc selon les années. Il est décidé chaque année par lettre du Ministère des Finances.

b) Subvention d'équilibre de l'Etat (perte de change sur emprunts rétrocédés par l'Etat) :

Dans le cadre de prêts contractés par l'Etat auprès des bailleurs de fonds et cédés à d'autres sociétés publiques, semi-publiques ou privées, le remboursement se fait en devise et en respect de l'accord de rétrocession, qui définit le cours de change auquel le remboursement doit être fait. Si le cours de change fluctue, l'ONAS peut se trouver en perte de change. Cette perte de change peut néanmoins être atténuée par les avantages financiers de l'Etat sur la rétrocession. Le taux de rétrocession est souvent fixé de commun accord entre l'Etat et le bailleur de fond.

c) Opérations pour le compte de l'Etat :

Il s'agit de services pour le compte de l'Etat, notamment les travaux relatifs aux réseaux des eaux pluviales, aux curages des oueds et aux infrastructures d'assainissement réalisés dans des zones non prises en charges par l'ONAS, ainsi que tous les travaux réalisés hors champ d'intervention de celui-ci.

d) Dotations de l'Etat (fonds de dotation).

Il s'agit de dons et subventions accordés à l'Etat puis transférés à l'ONAS sous forme de fonds, études ou travaux.

1.3.4.2.2 Autres produits d'exploitation :

Outre les subventions de l'Etat, l'ONAS peut compter sur trois autres produits d'exploitation :

a) Mécanisme 41 :

Dans le cadre du programme « Mécanisme 41 », qui a pour objectif la promotion de l'emploi par l'agrandissement du tissu de petites et moyennes entreprises, une subvention est versée aux établissements publics, et donc aussi à l'ONAS, afin de les inciter à passer des conventions avec des petites entreprises. Ces conventions sont subventionnées à hauteur de 100% la première année, 75% la deuxième, 50% la troisième et 25% la quatrième. A partir de la cinquième année, l'ONAS prend la totalité de la convention en charge.

b) Part du fonds commun :

La part du fonds commun représente les sommes versées annuellement à l'ONAS en contrepartie des services rendus par celui-ci au profit des collectivités locales. Le montant est fixé par décret du Ministère des Finances.

c) Assistance technique et services.

L'assistance technique et les services représentent les revenus provenant des activités de curage et de débouchage pour les particuliers, des études et de l'assistance technique aux tiers, notamment des promoteurs immobiliers, dans le cadre des projets d'assainissement, de connexion de logements ou d'industries.

1.3.4.2.3 Recettes hors exploitation:

Les recettes hors exploitation correspondent notamment aux produits des placements et aux autres gains ordinaires.

a) Produit des placements :

Le produit des placements représente les produits financiers réalisés sur les prêts pour les branchements, ainsi que d'autres produits financiers.

b) Autres gains ordinaires :

Les autres gains ordinaires représentent les pénalités de retard de paiement de la redevance, la vente des dossiers d'appel d'offres ainsi que les ventes aux enchères publiques.

1.3.4.2.4 Dépenses hors exploitation:

Les dépenses hors exploitation correspondent notamment aux charges financières nettes, aux pertes et provisions de change, et aux autres pertes ordinaires.

a) Charges financières nettes :

Les charges financières nettes (c'est-à-dire après déduction des produits de placement) qui sont afférentes aux immobilisations en cours de réalisation et financées par des emprunts, représentent pour la grande majorité les charges d'intérêt, les commissions sur emprunts, et les intérêts débiteurs sur CCB (Compte Courant Bloqué).

b) Pertes et provisions de change :

Les pertes et provisions de change représentent la différence entre les pertes et les gains liés à l'échange de devises dans les achats aux fournisseurs.

c) Autres pertes ordinaires :

Les autres pertes ordinaires représentent essentiellement des pertes sur réajustement des stocks de conduites, des pertes liées au déclassement des immobilisations.

1.3.4.3 Prévisions des performances financières (2009-2029)

Il est possible de réaliser des prévisions financières à partir de ces données pour la période allant de 2009 à 2029. Deux scénarios peuvent être envisagés.

1.3.4.3.1 Scénario 1

L'ONAS continue sur un rythme d'augmentation des ventes de 3% par an et d'augmentation des dépenses de 7,5% par an. Les subventions augmentent en moyenne de 11,8% par an, de façon

à ce que le GdT finance la moyenne de toutes les pertes de l'ONAS (le bénéfice net cumulé pour la période 2009-2029 est de - 1,332 MTND).

Tableau 1.3-14: Prévisions financières (Scénario 1)

	(1 000 TND)				
	2009	2014	2019	2024	2029
Ventes	127 832	148 192	171 796	199 158	230 879
Autres	5 749	6 665	7 726	8 957	10 383
Total revenus	133 581	154 857	179 522	208 115	241 262
Total dépenses	208 909	299 916	430 568	618 136	887 414
Bénéfices avant taxes	- 75 328	- 145 059	- 251 046	- 410 021	- 646 152
Subventions GdT	76 220	133 131	232 534	406 159	709 423
Bénéfices nets	892	- 11 928	- 18 512	- 3 862	63 270

Dans ce cas, la part des subventions dans le total des ressources augmente de 36,3% en 2009 à 74,6% en 2029.

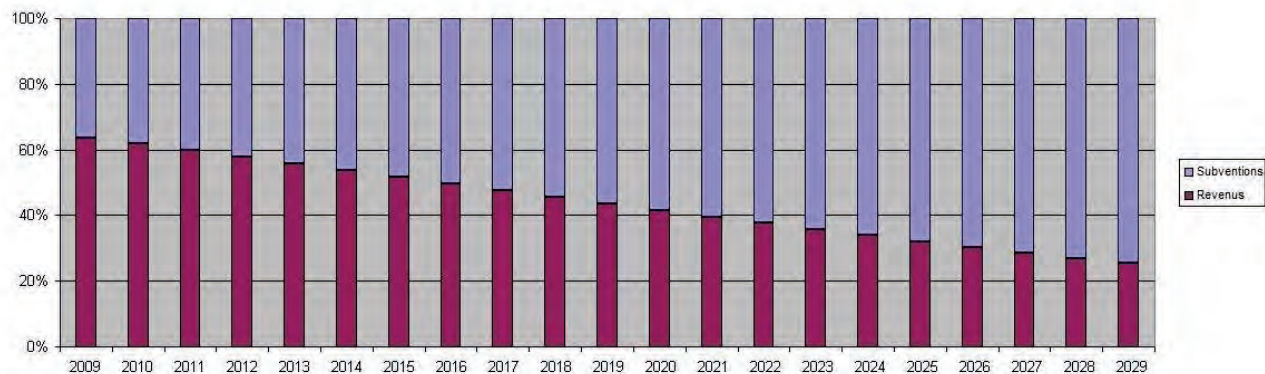


Figure 1.3-3: Part des revenus et des subventions dans le total des ressources (Scénario 1)

1.3.4.3.2 Scénario 2

Le GdT cesse d'augmenter ses subventions à partir de 2009, restant au niveau de 76,22 M TND. L'ONAS continue avec son augmentation des dépenses de 7,5% par an mais doit augmenter le revenu de ses ventes de 10,0% par an de façon à ce que les bénéfices nets cumulés 2009-2029 soient positifs (12,897 M TND)

Tableau 1.3-15: Prévisions financières (Scénario 2)

	(1 000 TND)				
	2009	2014	2019	2024	2029
Ventes	127 832	205 875	331 563	533 986	859 990
Autres	5 749	6 665	7 726	8 957	10 383
Total revenus	133 581	212 539	339 289	542 943	870 373
Total dépenses	208 909	299 916	430 568	618 136	887 414
Bénéfices avant taxes	- 75 328	- 87 377	- 91 279	- 75 193	- 17 041
Subventions GdT	76 220	76 220	76 220	76 220	76 220
Bénéfices nets	892	- 11 157	- 15 059	1 027	59 179

Dans ce cas, la part des subventions dans le total des ressources diminue de 36,3% (2009) à 8,1% (2029).

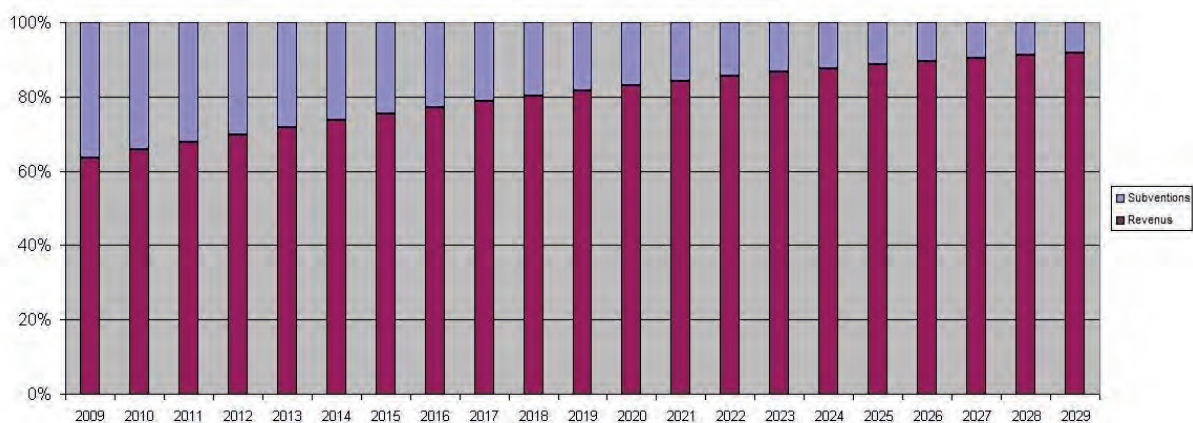


Figure 1.3-4: Part des revenus et des subventions dans le total des ressources (Scénario 2)

Sources:

ONAS – États financiers, Rapport du Commissaire, 2005-2009

ONAS – Bilan et compte de résultat, 2007-2008

ONAS – Rapport Annuel, 2008

Banque mondiale - document d'évaluation du projet sur une proposition de prêt à l'ONAS, Juin

1.3.4.4 Gestion des actifs par l'ONAS

L'ONAS a été créé par la loi n° 73/74 en date du 3 août 1974. Ses missions sont :

- La lutte contre toutes les formes de pollution hydrique et la circonscription de ses sources ;
- La gestion, l'exploitation, l'entretien, le renouvellement et la mise en place de l'ensemble des ouvrages d'assainissement dans ses zones d'intervention et notamment les stations d'épuration, les stations de pompage et les émissaires marins ;
- La promotion du secteur de vente et de distribution des eaux usées traitées et des boues des stations d'épuration ;
- La réalisation d'études et de travaux d'assainissement pour le compte de l'Etat et des collectivités locales ;
- L'élaboration et la mise en œuvre de projets intégrés.

L'ONAS compte 4 660 employés en 2010, répartis comme indiqué dans le Tableau 1.3-16. La structure générale de l'organisation est donnée en figure 1.3-5.

Tableau 1.3-16: Distribution du personnel de l'ONAS par emploi et par région

	Ingénieurs	Techniciens	Personnel d'exploitation	Autres	Total
Département central	79	48	205	370	702
Dép. Régional du Grand Tunis	58	139	864	207	1 268
Dép. Régional du Nord	40	133	709	178	1 060
Dép. Régional du Centre	55	130	603	189	977
Dép. Régional du Sud	41	102	391	119	653
Total	273	552	2 772	1 063	4 660

ONAS, Août 2010

Le système de maintenance des réseaux de l'ONAS est établi au niveau des gouvernorats. Chaque Direction Régionale de l'ONAS comporte des équipes dédiées au curage des canalisations d'assainissement et des ouvrages annexes.

Un programme annuel de curage des réseaux est établi au début de chaque année et actualisé mensuellement. De plus, lorsqu'un problème est détecté dans un bureau local de l'ONAS, suite par exemple à la plainte d'un client, la Direction Régionale de tutelle est contactée pour une intervention sur place des équipes de maintenance.

Les équipes disposent d'engins mécaniques (hydro cureuses, aspiratrices), de caméras, d'équipements manuels et de véhicules de transport.

Le tableau 1.3-17 présente en exemple les moyens de curage des réseaux des trois Directions Régionales de Kef, Kasserine et Sidi Bouzid.

Tableau 1.3-17: Système d'entretien du réseau de conduites d'assainissement

Gouvernorat	Nombre d'employés nécessaires par jour de curage	Composition détaillée des équipes selon le type d'engin de curage		Nombre de jours de curage par mois	Mètres de conduite curés par curage (m)
Kef	8 ouvriers 3 chauffeurs	Hydro cureuse 1	2 ouvriers 1 chauffeur	22 jours	490 m
		Hydro cureuse 2	2 ouvriers 1 chauffeur		
		Engin de curage manuel	4 ouvriers 1 chauffeur		
Kasserine	4 ouvriers 2 chauffeurs	Hydro cureuse	2 ouvriers 1 chauffeur	22 jours	440 m
		Engin de curage manuel	2 ouvriers 1 chauffeur		
Sidi Bouzid	4 ouvriers 2 chauffeurs	Hydro cureuse	2 ouvriers 1 chauffeur	23 jours	390 m
		Engin de curage manuel	2 ouvriers 1 chauffeur		

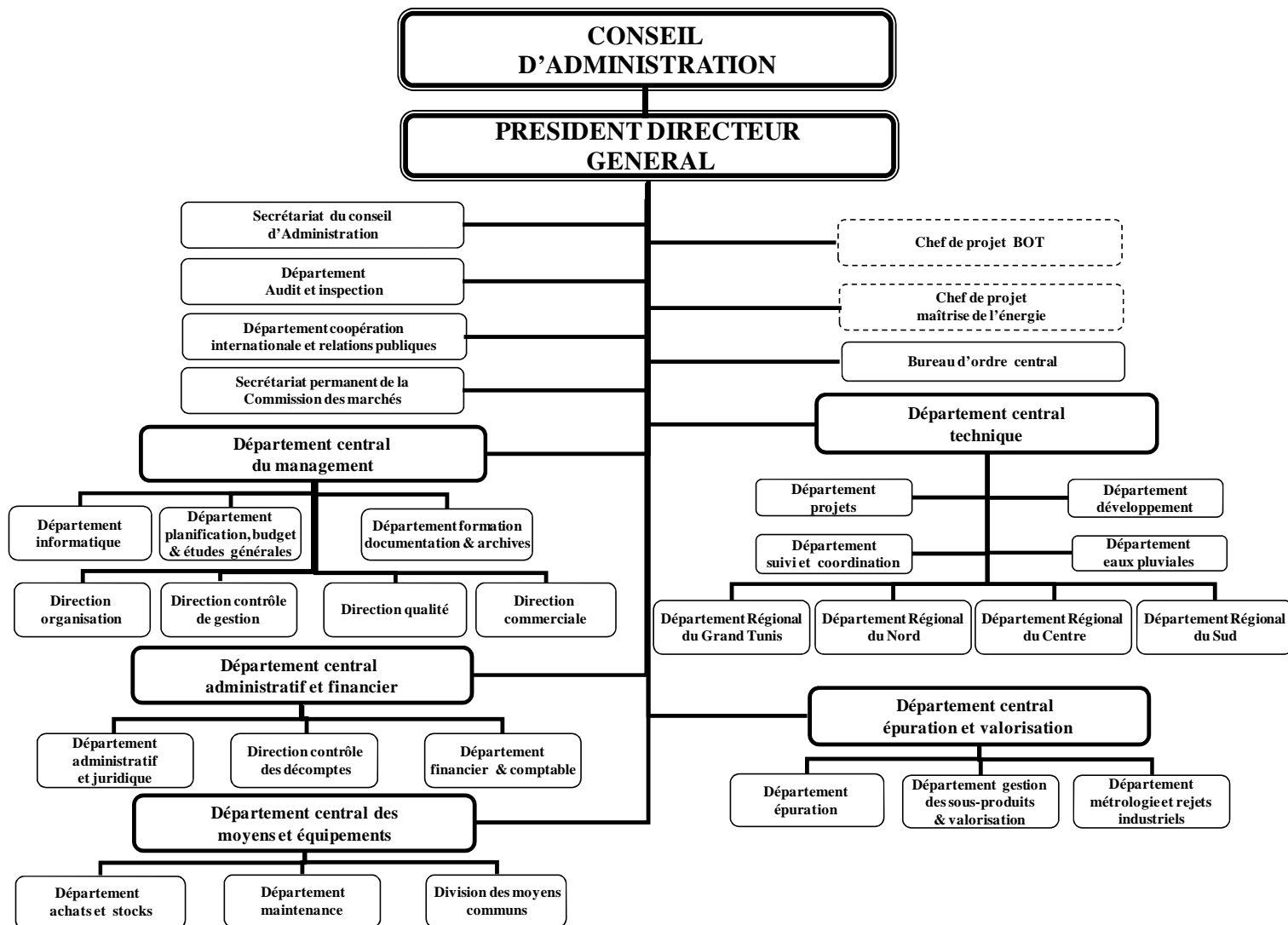


Figure 1.3-5: Organigramme général de l'ONAS

En ce qui concerne les STEP, le coût du personnel des 5 STEP dans le département régional du Nord en 2009 est donné dans le Tableau 1.3-18 (valeurs en TND).

Tableau 1.3-18: Coût du personnel de 5 STEP dans le département régional du Nord

STEP	Personnel	Salaires (total)	Salaires (moyenne mensuelle)
Medjez el Bab	6	61 391	5 115
Tabarka	7	61 898	5 158
Siliana	9	56 037	4 669
Béja	8	90 594	7 549
Jendouba	7	66 860	5 572

1.4 AIDE DES BAILLEURS DE FONDS DANS LE SECTEUR DE L'EAU

Les partenaires extérieurs ont joué un rôle majeur dans le développement du secteur de l'eau et de l'assainissement en Tunisie. L'Agence Française de Développement (AFD), la Banque Africaine de Développement, la Banque Européenne d'Investissement, la Banque Allemande de Développement (KfW) et la Banque Japonaise de Coopération Internationale (JBIC) font partie des principaux partenaires extérieurs de la Tunisie dans le secteur de l'eau.

1.4.1 Approvisionnement en eau

Le tableau ci-dessous présente un résumé des principaux projets de coopération internationale mis en œuvre en Tunisie dans le secteur de l'approvisionnement en eau.

Tableau 1.4-1: Projets de coopération internationale dans le secteur de l'approvisionnement en eau

Organisme d'exécution	Projet	Montant (MUSD)	Prêt / Aide non remboursable	Durée
JICA	Etude sur le Projet d'approvisionnement en eau en milieu rural en République de Tunisie (Phase 2)	53	Prêt	2003-2005
	Projet d'approvisionnement en eau en milieu rural de Jendouba	63,8	Prêt	2008-2010
	Etude sur le Projet d'approvisionnement en eau en milieu rural en République de Tunisie (Phase 1)	39,5	Prêt	1999-2003
	Electrification rurale par panneaux solaires et approvisionnement en eau	24,4	Prêt	2008-2011
	Projet d'approvisionnement et d'amélioration du réseau d'assainissement de Tunisie du Sud	89,3	Prêt	1996-2004
	Projet de construction de canalisation d'eau dans le nord de la Tunisie	94,5	Prêt	2004-2011
	Projet pour le dessalement des eaux souterraines dans la région Sud	11,8UNS	Don	2010-2012

Organisme d'exécution	Projet	Montant (MUSD)	Prêt / Aide non remboursable	Durée
AFD	Programme d'alimentation en eau potable du milieu rural du X ^{ème} Plan de développement	41,9	Prêt	2003
	Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau Phase II (PISEAU II)	61	Prêt	2009-2014
WB	Projet d'approvisionnement en eau urbain	38,03	Prêt	2005-
	Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau (PISEAU)	103	Prêt	2000-2007
	Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau Phase II (PISEAU II)	31	Prêt	2009-2014
	Projet d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées	58	Prêt	1994-2003
	Septième Projet d'approvisionnement en eau	50	Prêt	1983-1993
	Projet national d'approvisionnement en eau en milieu rural	30,5	Prêt	1982-1987
	Projet d'extension de l'approvisionnement en eau dans l'ensemble du territoire	25	Prêt	1979-1983
	Quatrième Projet d'approvisionnement en eau	21	Prêt	1977-1984
	Troisième Projet d'approvisionnement en eau	23	Prêt	1974-1980
	Second Projet d'approvisionnement en eau	10,5	Prêt	1970-1976
KfW	Premier Projet d'approvisionnement en eau	15	Prêt	1968-1976
	Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau (PISEAU)	17,5	Prêt	2000-2007
AfDB	Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau Phase II (PISEAU II)	1,2	Prêt	2009-2014
	Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau Phase II (PISEAU II)	31,3	Prêt	2009-2014
	Etude de dessalement de l'eau de mer à Zaarat	0,6	Prêt	2010-
	Amélioration des taux d'approvisionnement en eau potable de Bizerte et Béja	0,5	Prêt	2010-

Le montant total des prêts et des aides financières non remboursables des organisations internationales au GdT depuis la fondation de l'ONAS jusqu'en 2010 dans le secteur de l'approvisionnement en eau est de 1 095 MTND et la contribution par organisation est la suivante :

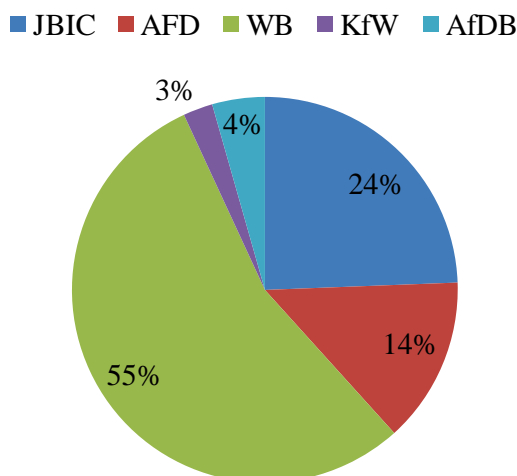


Figure 1.4-1: Pourcentage d'APD au GdT par organisation dans le secteur de l'approvisionnement en eau

1.4.2 Assainissement

Le tableau 1.4-2 présente les principaux projets de coopération internationale qui ont été exécutés en Tunisie dans le domaine de l'assainissement.

Tableau 1.4-2: Projets de coopération internationale dans le secteur de l'assainissement

Nom	Projet	Montant	Prêt / Aide non remboursable	Durée
Banque Mondiale (WB)	Assainissement du Grand Tunis (1 ^{er})	46 M TND	Prêt	1975-1982
	Assainissement du Grand Tunis (2 nd)	46 M TND	Prêt	1978-1984
	Assainissement et réutilisation des eaux usées du Grand Tunis	81 M USD	Prêt	1998-2005
	Assainissement de Korbes, Mrissa, Agareb	13 M TND	Prêt	2003-2009
	Assainissement de Tunis ouest	54 M EUR	Prêt	2006-2011
KfW	Système d'assainissement dans 11 villes du bassin de la rivière Medjerda	115 M TND	Prêt	1990-2008
	Système d'assainissement à Sousse, Kairouan et Nefza	86 M TND	Prêt	2002-2011
	Assainissement du Grand Bizerte	39 M TND	Aide non remboursable	1995-2007
	Système d'assainissement à Boussalem, Jedeida-Siliana, Tebourba, Teboursouk, Tetour-Gaaf, Ghardimaou	64 MDM	Prêt	1993-2010
	Systèmes d'assainissement à Raf-Raf, Mateur, Ras Djebel, Alia	17 M EUR	Aide non remboursable	1996-2010
	Système d'assainissement à Kairouan, Nefza-Sousse	18 M EUR	Prêt	1998-2010
	Assainissement dans les moyennes et petites villes	0,2 M EUR	Prêt	1999-2010
	Système d'assainissement à Sousse	4 M EUR	Prêt	2005-2011
	Système d'assainissement dans les moyennes et petites villes	24 M EUR	Prêt	2005-2011
	Réhabilitation et extension de 19 STP et 130 stations de pompage	55 M EUR	Prêt	2008-2015
JBIC	Systèmes d'assainissement dans 4 villes du Sud	90 M TND	Prêt	1995-2006

Nom	Projet	Montant	Prêt / Aide non remboursable	Durée
BEI	Système d'assainissement dans les moyennes et petites villes	125 M TND	Prêt	1998-2007
	Système d'assainissement dans les moyennes et petites villes	40 M EUR	Prêt	2006-2011
AFD	3 ^{ème} Projet d'assainissement des quartiers populaires et des zones rurales	34 M TND	Prêt	1998-2004
		37 M TND		2001-2007
	4 ^{ème} Projet d'assainissement des quartiers populaires – Premier package des soumissions	60 M TND	Prêt	2004-2008
	4 ^{ème} Projet d'assainissement des quartiers populaires et des zones rurales (PNAQP4)	34 M EUR	Prêt	2004-2010
	PRERERC : Réhabilitation et extension de 7 villes (Tunis, Ariana, Manouba, Ben Arous, Nabeul, Kairouan, Tozeur) et réhabilitation des STP de Meliane et Sousse	80 M EUR	Prêt	2007-2012
	Réhabilitation et extension de 19 STP et 130 stations de pompage	18,5 M EUR	Prêt	2008-2015
IDB	Extension de 2 unités de traitement	44 M TND	Prêt	2005-2007
Gouvernement belge	Assainissement d'El Kef	200 M BF	Aide non remboursable	1996-2008
	Assainissement de Zaghouan	85 M BF	Aide non remboursable	1999-2009
Gouvernement suisse	Assainissement de Sousse nord	2 M TND	Prêt	2008-2009
Banque d'Autriche	Assainissement de Sousse nord	4,4 M TND	Prêt	2008-2009
UE	Réhabilitation et extension de 19 STP et 130 stations de pompage	3 M EUR	Prêt	2008-2015

Source : ONAS, Banque mondiale "Document d'évaluation du projet pour le projet d'assainissement de Tunis Ouest", et d'autres



Projets ciblés de "Programme de réhabilitation et extension des réseaux d'assainissement et stations de pompage" de l'ONAS (Juillet 2009)

Le montant total des prêts et des aides financières non remboursables des organisations internationales à l'ONAS depuis sa fondation jusqu'en 2008 dans le secteur de l'assainissement est de 1 082 MTND et la contribution par organisation est la suivante :

■ BEI ■ JBIC ■ AFD
 ■ Others ■ IDB ■ KfW

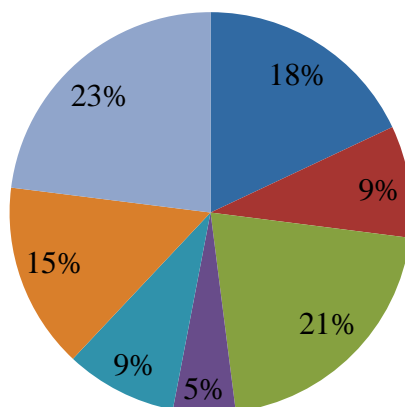


Figure 1.4-2: Pourcentage d'APD à l'ONAS par organisation dans le secteur de l'assainissement

CHAPITRE II

SOLUTIONS PROPOSEES POUR LES RESEAUX D'EAUX USEES ET LES STATIONS DE POMPAGE

CHAPITRE II : SOLUTIONS PROPOSEES POUR LES RESEAUX D'EAUX USEES ET LES STATIONS DE POMPAGE

2.1 SITUATION ACTUELLE DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DE CHAQUE GOUVERNORAT

2.1.1 Objectifs généraux du projet pour les réseaux d'assainissement et les stations de pompage

Les objectifs généraux du projet en ce qui concerne les réseaux d'assainissement et les stations de pompage sont d'améliorer les conditions de vie des citoyens, de mettre à niveau les infrastructures d'assainissement et d'assurer une protection contre la pollution hydrique. Afin de satisfaire à une demande de plus en plus pressante de services d'assainissement, de rentabiliser les infrastructures en exploitation et d'assurer une bonne qualité de service, des interventions d'extension et de réhabilitation de stations de pompage et de réseaux d'assainissement sont proposées. Les interventions de réhabilitation prévues doivent également permettre de régler le problème des affaissements et les fissurations des réseaux, qui deviennent de plus en plus fréquents malgré les efforts réalisés par l'ONAS à travers ses programmes annuels.

Les objectifs spécifiques de la réhabilitation sont :

- Réduction des nuisances causées par les affaissements et les fuites ;
- Amélioration de la qualité des services rendus au client ;
- Optimisation des charges d'exploitation.

Les objectifs de l'extension des réseaux et de la construction de nouvelles stations de pompage sont :

- Optimisation de la rentabilité des infrastructures d'assainissement primaires et particulièrement des stations d'épuration ;
- Augmentation des ressources financières de l'ONAS par un accroissement des redevances d'assainissement (augmentation du taux de connexion actuellement constaté dans les gouvernorats).

2.1.2 Zone d'intervention

La zone d'intervention comprend 10 gouvernorats sur les 24 de la Tunisie, et s'étend du nord au centre du pays. Le gouvernorat le plus au nord est celui de Bizerte et le plus au sud celui de Kébili. Les autres gouvernorats dans la zone d'intervention sont Béja, Jendouba, Kasserine, El Kef, Sfax, Sidi Bouzid, Siliana et Zaghouan.

Le gouvernorat le plus peuplé est le gouvernorat de Sfax (923 000 habitants), qui est également celui dans lequel le plus grand nombre d'interventions est prévu dans l'étude (61 interventions). Sfax est aussi le gouvernorat avec le plus grand nombre de communes incluses dans la présente étude (12). A l'inverse, l'étude ne comprend qu'une seule commune dans le gouvernorat de Sidi Bouzid. Les gouvernorats d'El Kef, de Siliana et de Zaghouan comptent chacun trois communes, Kasserine quatre, Jendouba cinq, Béja six, Kébili huit et Bizerte neuf communes. La Figure 2.1-1 présente la zone d'intervention avec la localisation des gouvernorats et de quelques communes incluses dans la présente étude.

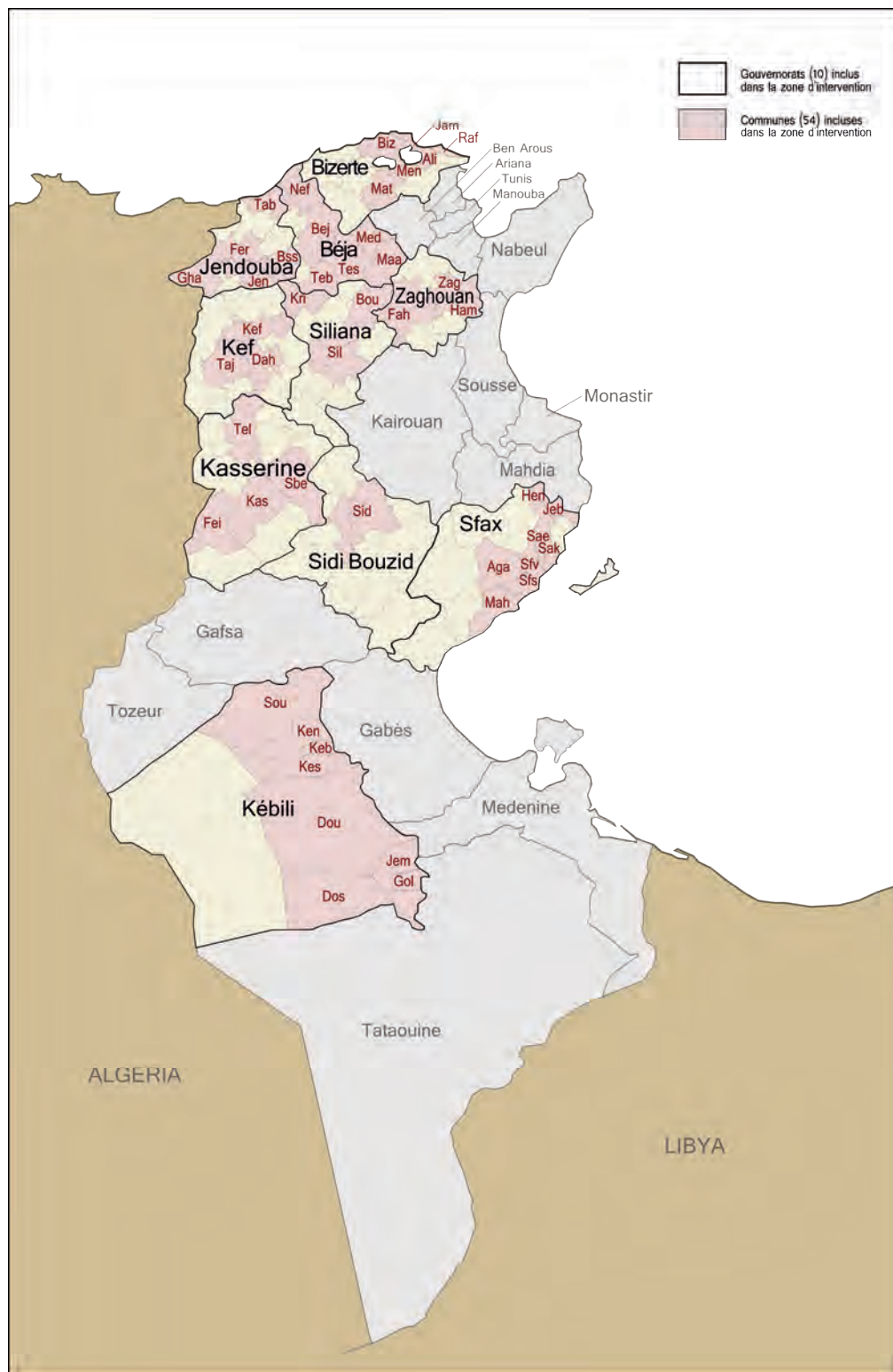


Figure 2.1-1: Zone d'intervention – gouvernorats et communes

303 interventions de réhabilitation et d'extension des réseaux d'assainissement et des stations de pompage sont prévues pour l'ensemble des 54 communes incluses dans la présente étude, avec la répartition détaillée donnée dans le tableau 2.1-1.

Tableau 2.1-1: Récapitulatif des interventions

Type d'Intervention	Réseaux	Station de Pompage	Total
Réhabilitation	124	23	148
Extension	106	50	154
Total	230	73	303

La distribution des interventions prévues par gouvernorat sont les suivantes (Tableau 2.1-2) :

Tableau 2.1-2: Interventions prévues par gouvernorat

Gouvernorat	Communes	Réhabilitation		Extension		Total
		Réseau	Station de Pompage	Réseau	Station de Pompage	
Beja	6	18	1	16	5	40
Bizerte	9	16	8	6	7	36
Jendouba	5	6	5	8	6	25
Kasserine	4	14	0	9	4	27
Kébili	8	2	2	12	15	31
Kef	3	11	4	5	2	22
Sfax	12	15	3	38	5	61
Sidi Bouzid	1	9	0	6	1	16
Siliana	3	8	0	1	1	10
Zaghouan	3	25	0	5	4	34
Total	54	124	23	106	50	302

Les différents types d'interventions seront codifiées de la manière suivante : Rh = réhabilitation, Ex = extension, RS= réseau d'eaux usées, SP = station de pompage. Le code fait référence aux travaux principaux impliqués dans l'intervention, mais il peut également inclure des interventions mineures additionnelles. Ainsi, une intervention codée « SP » (station de pompage) pourra inclure certains travaux de construction ou de réhabilitation du réseau gravitaire (comme par exemple la connexion du réseau à la station, ou la conduite gravitaire qui suit la conduite de refoulement). De même, une intervention codée « Rh » peut aussi impliquer une partie extension. Enfin, certaines interventions codées « SP » ne comprennent pas de travaux sur la station de pompage, mais seulement sur ses conduites de refoulement.

Les paragraphes suivants présentent les principales caractéristiques et informations générales de chaque gouvernorat (géographie, économie, climat, population, etc.) et une liste des indicateurs d'assainissement des eaux usées. Les informations compilées pour chaque gouvernorat proviennent de diverses sources et sont en général fiables. Les plans de localisation des gouvernorats proviennent du site du Centre National de la Cartographie et de la Télédétection – CNCT.

Les données statistiques concernant l'année 2004 sont basées sur le dernier recensement de la population en 2004, et ont été obtenues auprès de l'Institut National de la Statistique (INS) du Ministère de la Planification et de la Coopération Internationale (MPCI) de la République de la Tunisie.

Les estimations d'évolution de la population pour 2009 et 2010 ont été fournies par l'ONAS pendant la première mission en Tunisie.

A l'exception des quelques indicateurs calculés, les indicateurs d'ouvrage et les interventions prévues ont été obtenus à partir du Programme d'Assainissement dans 10 gouvernorats élaboré par l'ONAS.

2.1.3 Gouvernorat de Béja

2.1.3.1 Contexte géographique et démographique

Le gouvernorat de Béja est limité par la mer Méditerranée au nord, le gouvernorat de Siliana au sud, le gouvernorat de Jendouba à l'ouest, le gouvernorat de l'Ariana à l'est et le gouvernorat de Zaghouan au sud-est.

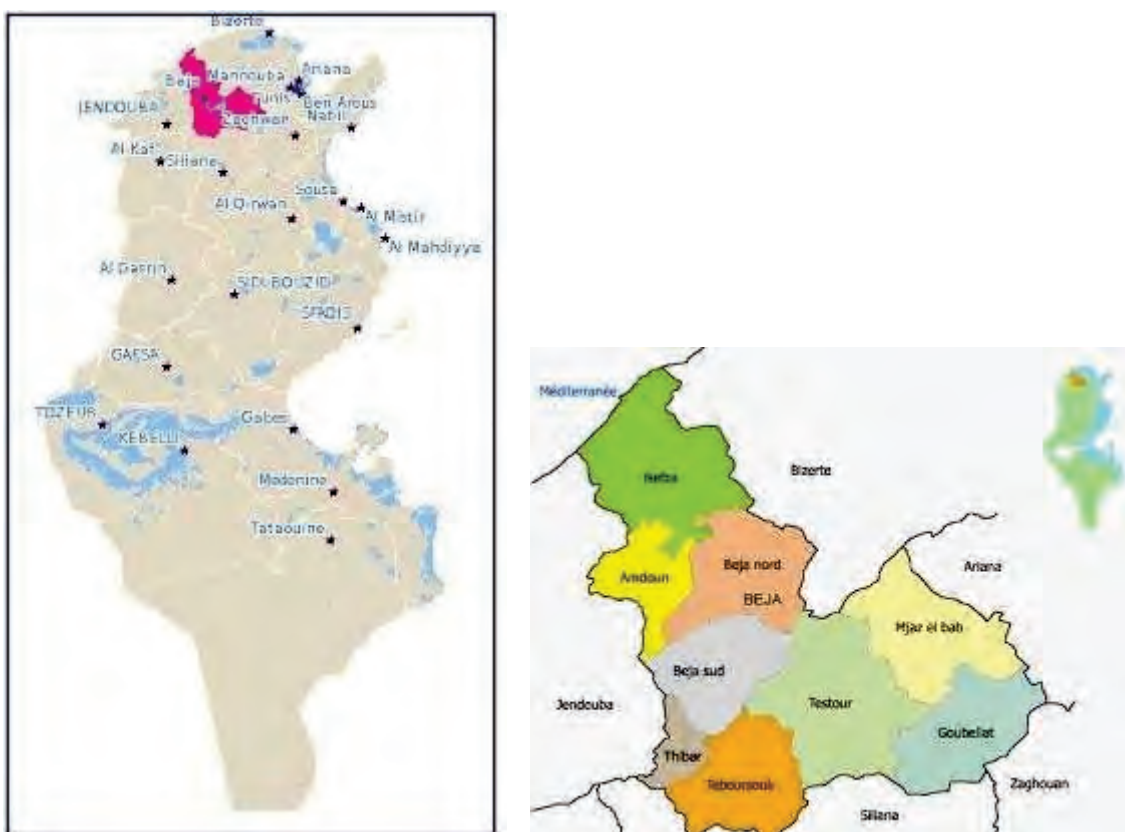


Figure 2.1-2: Plans de localisation et découpage administratif du gouvernorat de Béja

Le gouvernorat de Béja comptait une population de 304 051 habitants en 2004, ce qui correspondait à 3,14% de la population de la Tunisie. Le total des ménages était évalué cette même année à 68 584 unités et celui des logements à 72 058 unités.

Les communes de la présente étude qui font partie de ce gouvernorat sont: Béja, Maagoula, Medjez El Bab, Nefza, Tébourouk et Testour.

La commune de Béja est située à la limite Ouest de la plaine Alluviale de l'oued Béja, à une distance de 105 km environ de Tunis et à une centaine de km des chefs-lieux des autres gouvernorats du Nord de la Tunisie.

La ville de Medjez El Bab, siège de délégation du gouvernorat de Béja, est située dans la partie haute de la basse vallée de la Medjerda à 60 km de Tunis. Elle s'est développée le long des axes routiers RN5, reliant Tunis à la ville du Kef, et RN6 qui se greffe à ce niveau pour relier Tunis à Béja et Jendouba.

La ville de Nefza, siège d'une des délégations du gouvernorat de Béja, est située à 15 km de la mer méditerranée (Chott Zouaraa). Elle s'est développée autour du croisement de la RN7 reliant Tunis à Tabarka et de la RR52 qui relie Nefza à la ville de Béja.

La ville de Tébourouk, siège d'une des délégations du gouvernorat de Béja, est située à 100 km au Sud-Ouest de Tunis et à 50 km de la ville de Béja sur la route nationale RN5. Les ruines romaines de Dougga, situées à 3 km au Sud-ouest de la ville, constituent un pôle touristique important.

La ville de Testour, siège d'une des délégations du gouvernorat de Béja, est située sur la rive droite de l'oued Medjerda, à 5 km en aval du barrage de Sidi Salem et à 80 km de Tunis. Elle est traversée par la route RN5 reliant Tunis à la ville du Kef.

Ces communes correspondent aux six communes prises en charge par l'ONAS. Le tableau suivant présente les données extraites des résultats du recensement de 2004 concernant les communes prises en charge :

Tableau 2.1-3: Population, Ménages et Logements pour les communes prises en charge dans le gouvernorat de Béja (2004)

Communes	Population	Ménages	Logements
Béja	56 677	14 126	15 698
El Maagoula	7 690	1 710	1 640
Nefza	6 039	1 457	1 631
Tébourouk	10 987	2 644	3 039
Testour	12 732	2 907	3 193
Medjez El Bab	20 308	4 810	4 934
Total	114 433	27 654	30 135

2.1.3.2 Contexte physique

Topographie

Les principales caractéristiques topographiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

La ville de Béja est caractérisée par un relief en grande partie montagneux, mais peu élevé : entre 300 et 600 m d'altitude, souvent éclairci de plaines et de vallées.

Le relief de Medjez El Bab est caractérisé par une très faible pente uniforme vers l'oued Medjerda, les côtes du terrain naturel variant de 50 à 60m NGT sauf dans le Sud où un promontoire collinaire monte jusqu'à 75m NGT.

La ville de Nefza est située au pied des versants des Djebels Abiod et Essiouf qui limitent la ville respectivement au Sud et à l'Est.

La ville de Tébourouk est caractérisée par des pentes d'écoulement naturel vers l'oued Barbari. La cote du terrain naturel varie de 528m NGT à 350m NGT.

La ville de Testour est accrochée aux petites collines qui bordent la rive droite de l'oued Medjerda. Topographiquement, la ville possède une pente naturelle générale vers cet oued. La cote du terrain naturel varie de 130m NGT à 70m NGT au niveau de l'oued.

Géologie

Les principales caractéristiques géologiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

Les sols de la ville de Béja sont constitués de calcaires et de marnes (vers le Sud) notés Qs sur la carte ci-après (sols anciens).

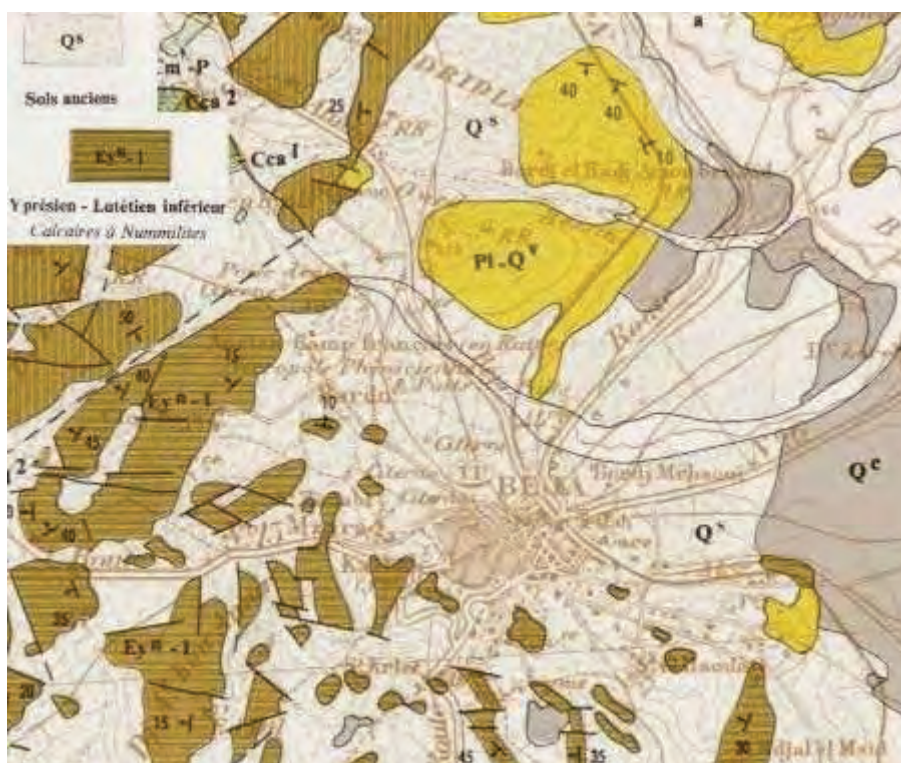


Figure 2.1-3: Carte géologique de la ville de Béja

Dans la ville de Medjez El Bab, les séries quaternaires rencontrées sont :

- Argiles sableuses grisâtres à brunâtres des plaines de la Medjerda. Holocène (Qh sur la figure) ;
- Silts fins de zone inondable et silts fins de sebkhas (sQ sur la figure) ;
- Argiles sableuses à concrétions carbonatées et croûte calcaire feuilletée (Qc sur la figure).



Figure 2.1-4: Carte géologique de la ville de Medjez El Bab

A Nefza, les sols des zones basses sont de nature alluvionnaire du côté de l'oued Maâden, et argilo-marneux du côté des montagnes.

A Teboursouk, les sols comprennent des natures rocheuses aussi bien qu'argileuses.

Hydrologie - Hydrogéologie

Les principales caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

La ville de Béja est délimitée par une série de Djebels et traversée par plusieurs chaâbets (petit oueds), dont les lits sont souvent déviés au cours des opérations de lotissement. Tous ces oueds se jettent en aval de la ville dans l'oued Bouzegdem, affluent de l'oued Béja.

L'analyse des ramifications du réseau hydrographique montre que la traversée de Medjez El Bab par la Medjerda est composée de méandres. Le seul affluent ayant une certaine importance est l'oued Bourdim dont la confluence avec la Medjerda est située en plein centre-ville. En aval et au Nord de la ville, un deuxième affluent, l'oued Meziz, passe sous la voie ferrée avant de rejoindre la Medjerda.

Nefza est limitée au Nord par la plaine de l'oued Maâden, principal cours d'eau traversant la ville et recevant la retenue du barrage Sidi El Barrak. La ville de Nefza est aussi traversée par une multitude de cours d'eau, dont le plus important est chaâbet El Agoues qui borde à l'ouest le domaine communal de Nefza et rejoint plus en aval l'oued Maâden.

2.1.3.3 Climat

Le climat est hétérogène, avec une température moyenne de 18,4°C et quatre zones bioclimatiques distinctes :

- Zone humide inférieure au nord avec une pluviosité de 800 à 1 200 mm/an (26,7% du gouvernorat) ;
- Zone subhumide pour les délégations de Béja Nord, Béja Sud et une partie de TébourSouk, avec une pluviosité de 600 mm/an (21,4% du gouvernorat) ;
- Zone semi-aride supérieure pour les délégations de Medjez el Bab, Testour, Thibar et une partie de TébourSouk (35% du gouvernorat) ;
- Zone semi-aride moyenne pour la région de Goublat, l'est de la délégation de Medjez-el-Bab et le sud de la délégation de Testour (17,1% du gouvernorat).

Les moyennes annuelles des précipitations enregistrées sur 31 ans d'observation (1976-2006) au niveau des stations de Béja Inrat, Nefza et TébourSouk sont de 635 mm, 905 mm et 567 mm par an.

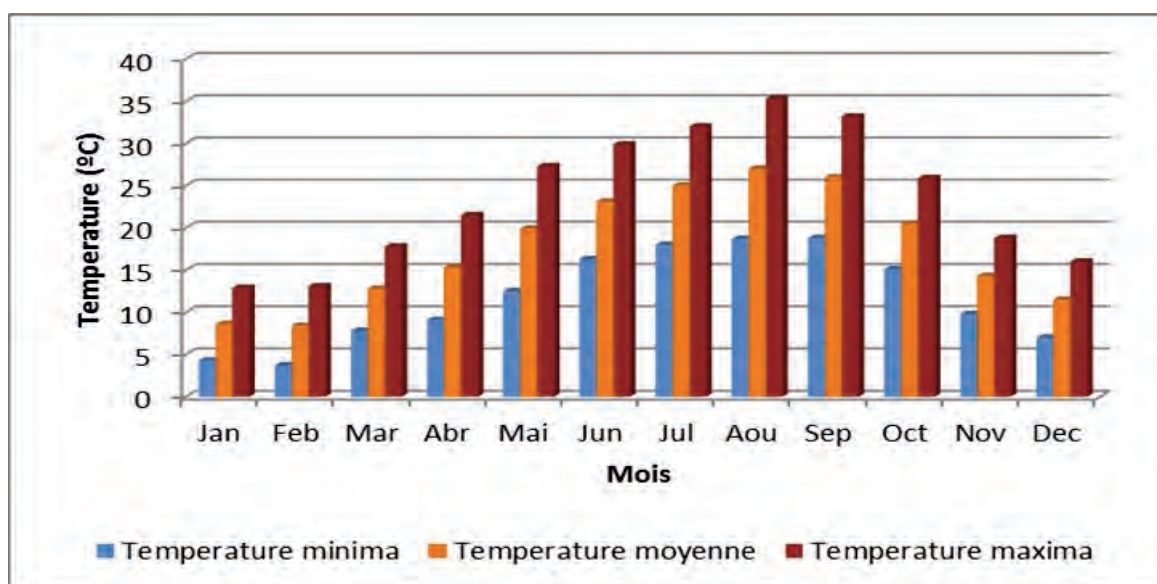


Figure 2.1-5: Température minimales, moyennes et maximales pour Béja

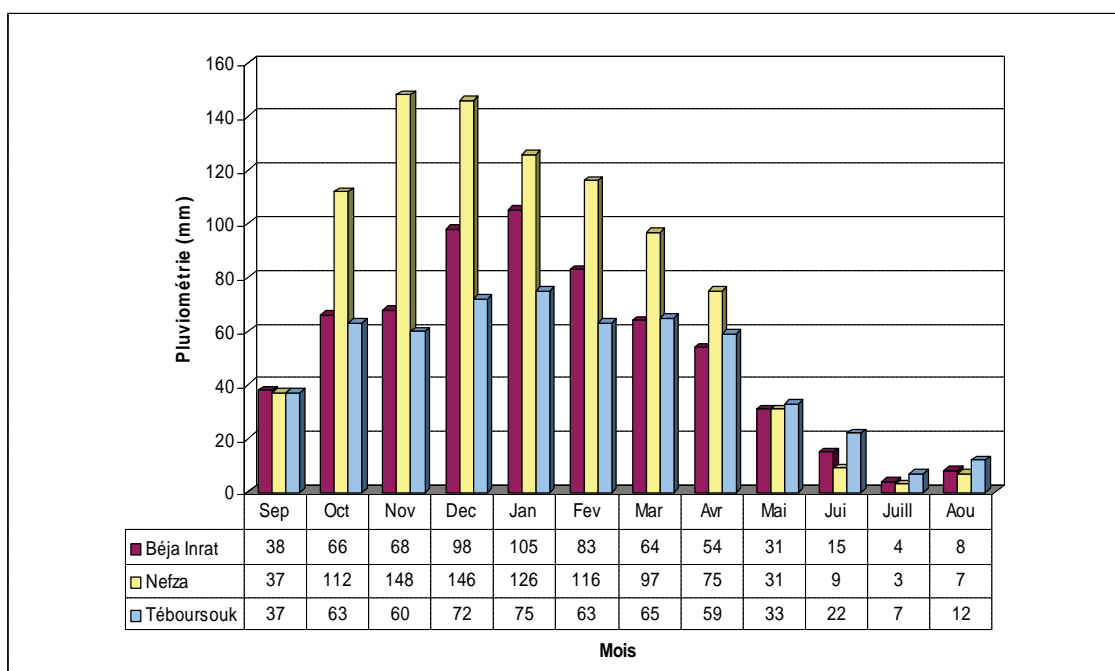


Figure 2.1-6: Pluviométrie annuelle de Béja (Source : INM)

2.1.3.4 Activités économiques

Les principales activités économiques du gouvernorat sont l'agriculture et l'industrie agroalimentaire. Néanmoins, quelques autres industries et hôtels parsèment le gouvernorat. Les tableaux ci-dessous présentent le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS.

Tableau 2.1-4: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Béja	8	160	4	391
Medjez El Bab	1	46	2	335
Nefza	-	-	-	-
Testour	1	20	-	-
TébourSouk			-	-
El Maagoula	-	-	-	-
Total	10	226	6	726

Source : Fédération Tunisienne de l'Hôtellerie – 2010 et ONAS 2010

2.1.3.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente les principaux indicateurs de service d'assainissement des eaux usées estimés pour le gouvernorat de Béja, divisés en indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs d'ouvrage et indicateurs d'exploitation. Ces indicateurs ont été estimés sur la base des dernières données fournies par les entités consultées pendant cette étude.

Tableau 2.1-5: Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat de Béja

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	6
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	114 433
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	117 668
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	27 654
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	30 135
	Habitants par logement en 2004	hab.	3,8
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	6,52
	Surface du gouvernorat	km ²	3 558
	Estimation de la densité de population de la commune chef-lieu (Béja) en 2004	hab. /km ²	4 497
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population connectée en 2010	hab.	116 256
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	32 850
	Taux de branchement en 2010	%	98,8
	Taux de branchement prévu en 2029	%	99,2
	Boîtes de branchement en 2010	u.	22 839
Indicateurs d'ouvrage	Linéaire du réseau	km	344
	Stations de pompage	u.	19
	Stations d'épuration	u.	6
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	30,2
	Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	8,4
	Estimation de réalisation de boîtes de branchement	u.	900
	Stations de pompage à réhabiliter	u.	1
	Stations de pompage à construire	u.	5
Indicateurs d'exploitation	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, industriels, commerciaux/collectifs et touristiques) ⁽¹⁾	m ³ /jour	17 792
	Estimation du débit parasite	m ³ /jour	889
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	18 681

⁽¹⁾ Source principale de l'alimentation en eau potable : SONEDE

Gros consommateurs d'eau : Société de levurerie de Béja, usine de sucre, usine de boisson gazeuse, usine SICAM.

(*) – Données non disponibles pour 2010

La consommation moyenne spécifique d'eau potable du gouvernorat est de 104 l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie en 2009). Pour chaque commune, la consommation spécifique d'eau potable se répartit comme suit :

Tableau 2.1-6: Consommation spécifique d'eau potable (2009)

Commune	Consommation spécifique d'eau potable (L/hab/j) 2009
Béja	110
Medjez El Bab	120
Nefza	85
Testour	85
Téboursouk	85

Les interventions prévues pour chaque commune du gouvernorat de Béja sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1-7: Interventions prévues par commune pour le gouvernorat de Béja

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
Béja	5	0	2	0
Maagoula	1	0	0	1
Medjez El Bab	7	1	0	0
Nefza	2	0	10	2
Téboursouk	2	0	2	1
Testour	1	0	2	1
Total	18	1	16	5

2.1.4 Gouvernorat de Bizerte

2.1.4.1 Contexte géographique et démographique

Le gouvernorat de Bizerte, dont la limite Sud-Est située à une trentaine de kilomètres de la capitale Tunis, abrite le point le plus septentrional d'Afrique. Il est limité par la mer Méditerranée au nord (avec un linéaire côtier de 250 kilomètres), par le gouvernorat de Béja au sud-ouest, et par les gouvernorats de La Manouba et de l'Ariana au sud-est.



Figure 2.1-7: Plan de localisation et découpage administratif du gouvernorat de Bizerte

Le gouvernorat de Bizerte comptait une population de 524 128 habitants en 2004, ce qui correspondait à 5,29% de la population de la Tunisie. Cette même année, le total des ménages était de 119 976, avec un nombre de logements de 137 176.

Les communes incluses dans la présente étude sont: Alia, Bizerte, Mateur, Menzel Abderrahmen, Menzel Bourguiba, Menzel Jamil, Raf Raf, Tinja et Zarzouna.

Chef-lieu du gouvernorat, la ville de Bizerte se trouve à 60 kilomètres au Nord-Ouest de Tunis et à 5 kilomètres du cap Blanc, la pointe septentrionale de l'Afrique. La ville se situe à la pointe sud-est d'un isthme sur la rive nord du canal de Bizerte reliant la mer au lac de Bizerte. Elle est reliée par un pont mobile au reste de son aire urbaine sur la rive sud du canal, formé par la localité de Zarzouna et les villes de Menzel Jamil et Menzel Abderrahmane.

La ville de Menzel Bourguiba est située à une quinzaine de kilomètres au sud de Bizerte. Elle occupe le rang de deuxième ville du gouvernorat après le chef-lieu.

La commune de Tinja est une localité de la délégation de Menzel Bourguiba. Elle est délimitée à l'Est par la ville de Menzel Bourguiba, au Nord-Ouest par Djebel Tinja et à l'Ouest par le Lac Ichkeul.

La ville de Raf Raf, commune de la délégation de Ras Djebel, est située à 5 km de Ras-Djebel dans une région à vocation agricole.

La ville d'El Alia est située à une vingtaine de kilomètres au Sud-Est de Bizerte. Elle occupe un versant du Djebel Touabine qui culmine à 295 m.

Le tableau suivant présente les chiffres du recensement de 2004 concernant les communes et les arrondissements pris en charge:

Tableau 2.1-8: Population, Ménages et Logements pour les communes et arrondissements pris en charge dans le gouvernorat de Bizerte (2004)

Communes Arrondissements	Population	Ménages	Logements
Bizerte	114 371	29 260	34 817
Bizerte Medina	25 432	6 888	8 561
Zarzouna	24 428	6 563	6 876
Ain Mariam	46 060	11 536	14 731
Hached	18 451	4 273	4 649
Mateur	31 345	7 339	7 604
Mateur	18 944	4 656	4 972
Cité El Omrane	12 401	2 683	2 632
Menzel Bourguiba	47 742	11 383	12 458
Menzel Bourguiba	12 631	3 288	3 864
Cité Etthaoura	11 003	2 654	2 845
Cité En-Najah	24 108	5 441	5 749
Tinja	17 454	4 009	4 611
Menzel Jamil	18 344	4 368	6 712
Menzel Abderrahmen	16 824	3 805	4 768
El Alia	16 819	3 531	4 210
Raf Raf	9 839	2 522	4 867
Raf Raf	7 883	2 040	2 624
Raf Raf plage	1 956	482	2 243
Total	272 738	66 217	80 047

2.1.4.2 Contexte physique

Topographie

Les principales caractéristiques topographiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

Les affleurements du crétacé supérieur, de l'Yprésien et de l'Oligocène constituent l'ossature principale des reliefs du gouvernorat de Bizerte. C'est ainsi que d'Ouest en Est, les altitudes diminuent de 300m (Jebels Hadida, Loubera, Zoukar) à 150 à 200m (Jebels Ed Dib, Rhezlane, Et Touila, Béni Moslem et Ali Ben Trad).

Des replats souvent assez vastes (Henchir Ez Zafta, El Mouajène, Zebboudje, Ben Aouf, etc...) sont traversés par des oueds, dont les plus importants sont : l'oued El Mechra, l'oued El Merazig et l'oued Damous.

A Tinja, la topographie générale de la ville présente une zone quasiment plate au centre avec une cote de 9m NGT dans la zone située entre la route de Mateur et la gare. De part et d'autre, les cotes baissent jusqu'à 5m NGT aussi bien au Nord qu'au Sud.

Raf Raf est perchée sur le contrefort de la pointe Nord du Djebel Boukornine de la Dorsale Tunisienne. Elle est située sur la rupture de pente d'un versant.

La ville d'El Alia se situe entre 70m NGT et 140m NGT d'altitude au-dessus du niveau de la mer qui se trouve à 10 km de la ville. Elle présente des pentes fortes dépassant parfois 15 %.

La ville de Mateur est située sur une plaine à pente générale très faible bordée par un terrain au relief relativement prononcé sur les côtés Est, Sud et Ouest.

Géologie

Les principales caractéristiques géologiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

La ville de Bizerte et ses environs est située dans une zone de terrains quaternaires constitués par :

- Qp^c sur la figure 2.1-8: Colluvions sableuses à sablo-limoneuses et limons bruns ;
- O sur la figure 2.1-8: Argiles sableuses et glauconieuses et grés (Faciès Djebel Sébaa).



Figure 2.1-8: Carte géologique de la ville de Bizerte

Hydrogéologie - Hydrologie

Les principales caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

La ville de Bizerte est traversée par « canal de Bizerte » reliant la mer Méditerranée et le Lac de Bizerte ». On constate par ailleurs la présence de dépressions salées (sQ), lacs générées par la proximité de la mer et non pas par les écoulements pluviaux (oueds) inexistantes.

La région de Menzel Bourguiba est caractérisée par la présence du Lac de Bizerte. Celui-ci constitue l'exutoire de l'oued Tinja et du Bassin d'Ichkeul. Ayant une superficie de 120 km² et une profondeur maximale de 12 m, le lac est un bassin d'effondrement qui a constitué de tout temps pour les marins un refuge exceptionnel.

La ville de Raf Raf est traversée principalement par les oueds Ain Bled et El Mâa qui collectent les eaux pluviales issues des bassins dominants de Djebel Nadhour et Sidi Brahem.

A El Alia, les eaux pluviales de Djebel Touabine transitent en partie par la ville, avant d'atteindre les oueds Zorhba et El Melah situés respectivement à l'Est et à l'Ouest de la ville, ce qui provoque, l'ensablement problématique de la route régionale RR70 après chaque pluie.

La ville de Mateur est traversée par les oueds « Tine » et « Joumine » qui se déversent dans le Lac Ichkeul.

2.1.4.3 Climat

Le climat de la région de Bizerte, de type subhumide, est influencé par la proximité de la mer. Les amplitudes journalières et saisonnières sont faibles et les risques de gelée sont quasiment nuls. La figure ci-après récapitule les températures moyennes enregistrées par la station météorologique de la région de Bizerte (1965-1990).

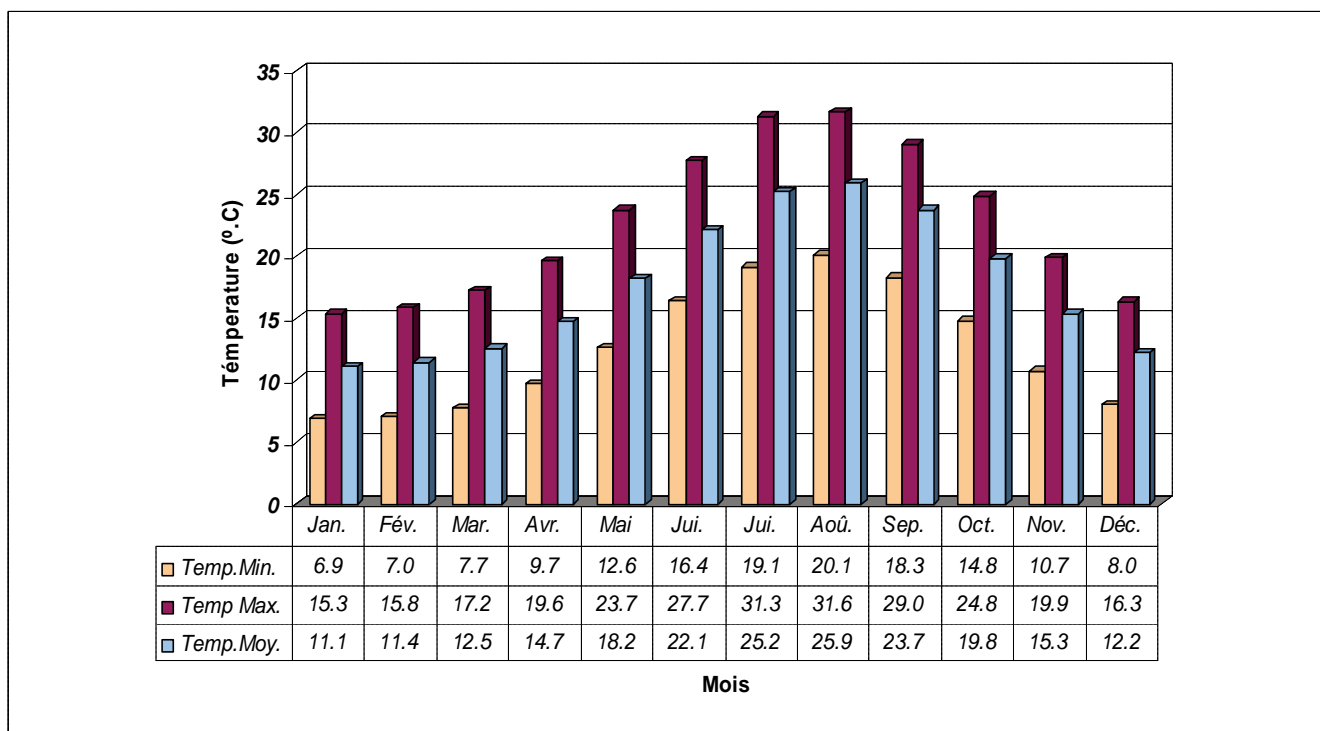


Figure 2.1-9: Température minimales, moyennes et maximales pour Bizerte

Les moyennes annuelles des précipitations enregistrées sur 31 ans d'observation (1976-2006) au niveau des stations de Bizerte Bechateur, Tinja HER et Mateur Sidi M'barek sont de 663 mm, 539 mm et 549 mm par an.

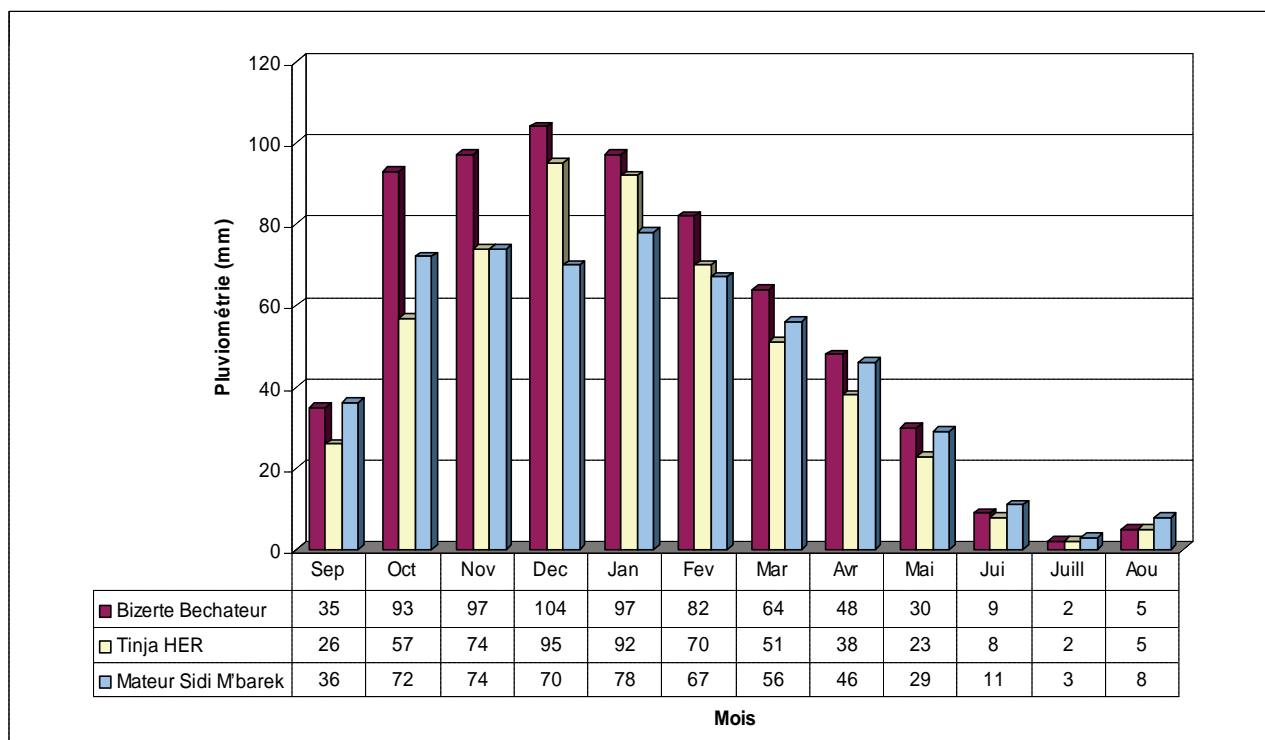


Figure 2.1-10: Pluviométrie annuelle de Bizerte (Source : INM)

La localité de Tinja se situe dans une région relativement pluvieuse présentant une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 600 mm.

La ville de Menzel Bourguiba se situe dans une région relativement pluvieuse présentant une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 600 mm. La température est élevée en été et douce en hiver. L'écart de température peut atteindre 40°C.

La région de Raf Raf est caractérisée par son climat relativement humide. La pluviométrie moyenne annuelle est de 600 mm et la température annuelle moyenne de 18°C.

De point de vue climatique, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la région d'El Alia – Bizerte est de 625 mm répartis sur 113 jours. La température moyenne annuelle est de 18°C alors que la température moyenne minimale est de 6°C.

La ville de Mateur se situe dans une région relativement pluvieuse présentant une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 600 mm. La température est élevée en été et basse en hiver. L'écart de température peut atteindre 40°C.

2.1.4.4 Activités économiques

Les activités économiques principales du gouvernorat de Bizerte sont l'agriculture, la pêche, l'industrie agro-alimentaire et l'industrie mécanique. Plusieurs efforts ont été déployés dans ce secteur, particulièrement dans certains domaines : aménagements hydro-agricoles, apurement foncier, protection du milieu naturel, soutien à la petite et moyenne exploitation et intensification de la production. On enregistre un développement des activités agro-alimentaires dans cette région qui produit 25% de la production laitière nationale.

Pour les autres secteurs économiques, les activités industrialo-portuaires constituent un des secteurs primordiaux de l'économie Bizertine.

Il existe des hôtels dans tout le gouvernorat. Les tableaux ci-dessous, établis d'après les rapports annuels d'exploitation de l'ONAS, présentent le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune, ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS.

Tableau 2.1-9: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Bizerte	10	692	85	814
Zarzouna	-	-	6	40
Tinja	-	-	6	16
Menzel Bourguiba			3	74
Raf Raf	2	42	-	-
Menzel Jamil	-	-	2	21
Menzel Abderrahmane	-	-	-	-
Alia	-	-	-	-
Mateur	-	-	25	178
Total	12	734	127	-

Source : Fédération Tunisienne de l'Hôtellerie – 2010 et ONAS 2010

2.1.4.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente et récapitule les principaux indicateurs de service d'assainissement des eaux usées qui ont été estimés pour le gouvernorat de Bizerte, divisés en indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs d'ouvrage et indicateurs d'exploitation.

Tableau 2.1-10: Indicateurs de service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat de Bizerte

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	10
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	284 845
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	301 145
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	68 939
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	83 315
	Habitants par logement en 2004	hab.	5
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	N.D.
	Surface du gouvernorat	km ²	3 685
	Estimation de la densité de population de la commune chef-lieu (Bizerte) en 2004	hab. /km ²	3 364
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population branchée en 2010	hab.	295 423
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	60 562
	Taux de branchement en 2010	%	98,1
	Taux de branchement prévu en 2029	%	99,5
	Boîtes de branchement en 2010	u.	53 080
Indicateurs d'ouvrage	Linéaire du réseau	km	714
	Stations de pompage	u.	46
	Stations d'épuration	u.	3
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	67,3
	Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	26,5
	Estimation de réalisation de boîtes de branchement	u.	2 000
	Stations de pompage à réhabiliter	u.	10
	Stations de pompage à construire	u.	6
Indicateurs d'exploitation	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, commerciaux/collectifs et touristiques) ⁽¹⁾	m ³ /jour	65 075
	Estimation du débit parasite	m ³ /jour	N.D.
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	39 030

N.D. - Donnée non disponible

⁽¹⁾ Source de l'alimentation en eau potable : SONEDE à partir de barrages et forages
 Abonnés SONEDE en 2009 : 98 682 domestiques, 9 197 industriels, 55 touristiques
 12 gros consommateurs (consommation trimestrielle dépassant 500 m³).

(*) – Données non disponibles pour 2010

La consommation moyenne spécifique d'eau potable du gouvernorat est de 102 l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie en 2009). Pour chaque commune, la consommation spécifique d'eau potable se répartit comme suit:

Tableau 2.1-11: Consommation spécifique d'eau potable (2009)

Commune	Consommation spécifique d'eau potable (L/hab/j) 2009
Bizerte	120
Zarzouna	110
Tinja	85
Menzel Bourguiba	100
Raf Raf	160
Menzel Jamil	80
Menzel Abderrahmane	80
Alia	85
Mateur	80

La consommation spécifique de la ville de Raf Raf est élevée en raison de la forte consommation d'eau en période estivale due au tourisme local.

Les interventions prévues pour chaque commune du gouvernorat de Bizerte sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1-12: Interventions prévues pour le gouvernorat de Bizerte par commune

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
Bizerte	6		1	1
El Alia	1			
Mateur		2		
Menzel Abderrahmen	1	1		
Menzel Bourguiba	2		2	1
Menzel Jamil	2	1		1
Raf Raf	1			2
Tinja	2	1	3	2
Zarzouna	1	3		
Total	16	8	6	7

2.1.5 Gouvernorat de Jendouba

2.1.5.1 Contexte géographique et démographique

Le gouvernorat de Jendouba est situé à l'extrémité Nord-Ouest de la Tunisie, à 150 kilomètres de la capitale, Tunis. Il est délimité par les gouvernorats d'El Kef et de Siliana au sud et par celui de Béja à l'est. Il a 135 kilomètres de frontière avec l'Algérie à l'ouest, et est limité par la mer Méditerranée au nord avec un littoral de 25 kilomètres de longueur.

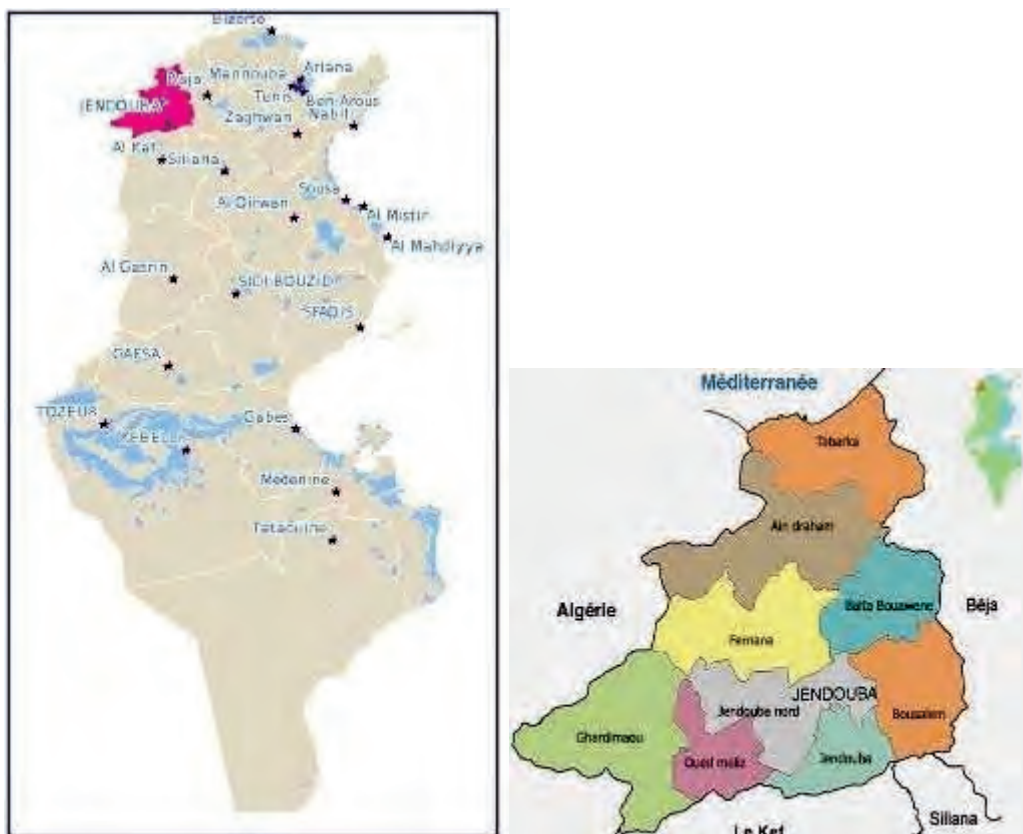


Figure 2.1-21: Plan de localisation et découpage administratif du gouvernorat de Jendouba

Le gouvernorat de Jendouba comptait une population de 416 608 habitants en 2004, ce qui correspondait à 4,20% de la population de la Tunisie. Cette même année, le total des ménages était de 92 877, avec un nombre de logements de 103 244.

Les communes du gouvernorat incluses dans la présente étude sont: Jendouba, Boussalem, Tabarka, Fernana, Ghardimaou.

La ville de Jendouba chef-lieu du gouvernorat, est située à 155km de Tunis par la route RN6 et à 40km de la frontière Tuniso-Algérienne. Elle constitue un nœud de communication important sur les axes routiers Nord-Sud (El Kef – Tabarka) et Est-Ouest (Tunis – Algérie). Elle est en outre traversée par la voie ferrée Tunis – Algérie. Jendouba s'étend à l'intérieur d'un grand méandre de l'oued Medjerda. L'extension urbaine l'a amené à traverser l'oued et à s'étendre vers l'Ouest jusqu'aux contreforts collinaires qui dominent la ville.

La ville de Boussalem, délégation du Gouvernorat de Jendouba, est située au milieu de la plaine alluviale de la haute Medjerda, sur la rive gauche de l'oued Medjerda, entre l'oued Bou Hertma et l'oued Kasseb. Elle est traversée par la route RN6 et par la voie ferrée.

La ville de Ghardimaou, délégation du Gouvernorat de Jendouba, est localisée au Nord-Ouest de la Tunisie, à 190 km de Tunis et à quelques kilomètres de la frontière Tuniso-Algérienne, au fond de la haute vallée de la Medjerda. Elle est traversée par la route RN6 et par la voie ferrée. Fondée autour de sa gare, la ville est coupée en deux par le lit de l'oued Medjerda.

La ville de Tabarka, siège de délégation du gouvernorat de Jendouba, est située en bordure de la mer. La région fait partie du massif tellien du Kroumirie.

Le tableau suivant présente les chiffres du recensement de 2004 concernant les communes et les arrondissements mentionnés:

Tableau 2.1-13: Population, Ménages et Logements pour les communes et arrondissements pris en charge dans le gouvernorat de Jendouba (2004)

Communes Arrondissements	Population	Ménages	Logements
Jendouba	43 997	10 515	12 031
Jendouba	31 167	7 597	8 720
El Hédi Ben Hassine	12 830	2 918	3 311
Boussalem	20 098	4 769	5 518
Tabarka	15 634	3 831	5 926
Fernana	2 395	557	645
Ghardimaou	19 688	4 562	5 764
Total	101 812	24 234	29 884

2.1.5.2 Contexte physique

Topographie

Les principales caractéristiques topographiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

La région de Jendouba couvre deux domaines morphologiques bien distincts:

- Au Sud, une région montagneuse relativement étendue et représentée par le Djebel Goraa et le Djebel Ghozlane qui sont séparés par la plaine de Hammam Biadha.
- Au Nord, la plaine de Boussalem - Thibar

Le Djebel Goraa constitue le trait orographique le plus important de la région. Il s'étend SO-NE sur plus de 30 km. Les crêtes atteignent leur maximum au niveau de la cuvette synclinale éocène.

A Tabarka, l'ensemble du relief est accidenté et parfois même montagneux. Les pentes sont fortes, les versants sont des lieux de ruissellement intense résultant d'une pluviométrie importante et de la nature imperméable du sol.

Géologie

Les principales caractéristiques géologiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

La ville de Jendouba est située dans la moyenne vallée de la Medjerda, une plaine alluviale qui occupe un vaste fond synclinal où se sont accumulées d'épaisses couches sédimentaires. Les sols alluviaux sont des sols souvent assez lourds qui donnent d'excellentes terres à blé.



Figure 2.1-12: Carte géologique de la ville de Jendouba

La région de Tabarka constitue une unité structurale formée de dépôts détritiques (grés, marnes et argile). Ces affleurements gréseux ou grés-argileux ont conduit essentiellement au développement de sols bruns, caractérisés par une texture moyenne à fine (limono-sableux ou argilo-sableux) très peu perméable.

La région de l'extrême Nord-Ouest est dominée par l'affleurement d'une grande masse de flysch datant de l'Oligocène.

Cette série monotone se compose d'une alternance de couches gréseuses et de couches argileuses. La fréquence des bancs gréseux détermine généralement les points hauts de la topographie.

Presque tous les oueds traversent la zone de flysch sur une grande partie de leur parcours. La faible dureté et l'hétérogénéité de cette formation ont été à l'origine du creusement de larges et profonds thalwegs.



Figure 2.1-13: Carte géologique de la ville de Tabarka

Hydrogéologie - Hydrologie

Les principales caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

La ville de Jendouba est située dans la moyenne vallée de la Medjerda. L'importance hydrogéologique des calcaires éocènes et leur situation en synclinal perché du Djebel Goraa constitue une véritable cuvette saturée en eau qui alimente les différentes sources de la région (Aïn Seyala, Aïn Midoun, Aïn Dinar).

Dans la plaine de Tabarka, il a été mis en évidence l'existence d'une seule nappe aquifère peu épaisse, à surface libre près de la limite Est de la vallée et qui devient captive à l'ouest et à l'aval, sous des argiles de couverture. Le débit de cette nappe est évalué à 180l/s. Elle n'est plus utilisée pour l'alimentation en eau potable de la ville de Tabarka en raison du caractère trop ferrugineux de ses eaux et elle ne sert actuellement qu'à l'irrigation de petits périmètres.

La ville de Boussalem se trouve dans une cuvette allongée et peu profonde, ce qui empêche l'écoulement des eaux vers l'oued Medjerda.

Ghardimaou est délimitée au Sud par les Djebels qui engendrent d'importants problèmes d'inondations dans la ville.

2.1.5.3 Climat

Le gouvernorat de Jendouba, se distinguant par un climat continental rigoureux, est le plus pluvieux de Tunisie avec des précipitations de 405,6 mm/an en moyenne et de 1,000 mm/an sur le littoral. La température moyenne annuelle y est de 17,7 °C.

On observe dans les villes de Jendouba et Boussalem une nuance semi-aride typique du bassin de la Medjerda où les étés sont très chauds. La pluviométrie annuelle moyenne est de 450 mm et la température annuelle moyenne est de 17°C.

La région de Ghardimaou a un climat méditerranéen pluvieux, avec une pluviométrie annuelle moyenne de 1000 mm. Les températures sont modérées.

Tabarka est caractérisée par son climat humide et ses hivers doux. La pluviométrie annuelle moyenne y est de 1048 mm. La température annuelle moyenne est de 18°C, avec des valeurs maximales élevées au mois d'août.

La figure suivante présente les températures minimales, moyennes et maximales fournies par la station principale de météorologie de Tabarka et Jendouba entre 2003 et 2007.

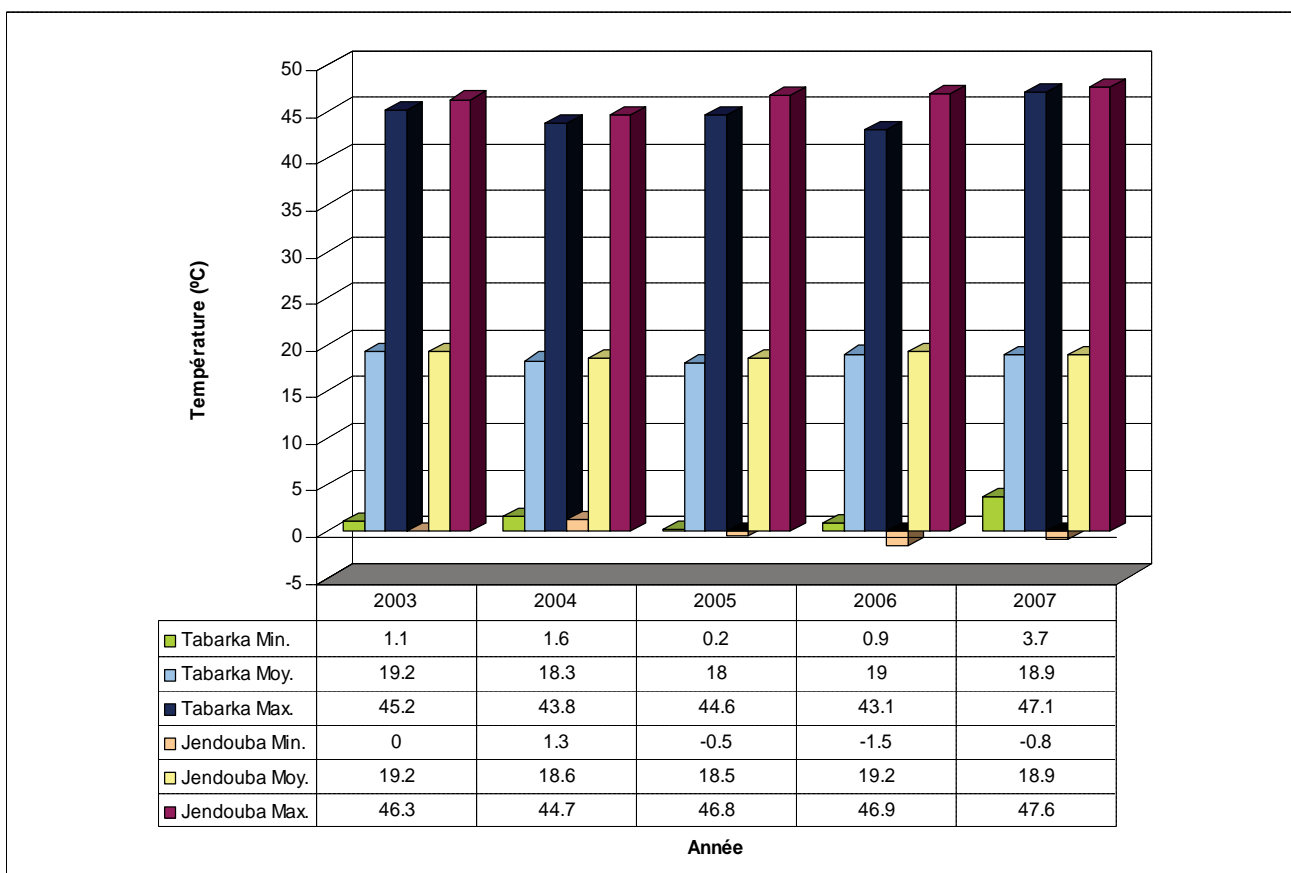


Figure 2.1-14: Température minimales, moyennes et maximales pour Tabarka et Jendouba (Source : INM 2010)

La figure suivante présente la pluviométrie annuelle ainsi que le nombre annuel de jours de pluie pour Tabarka et Jendouba.

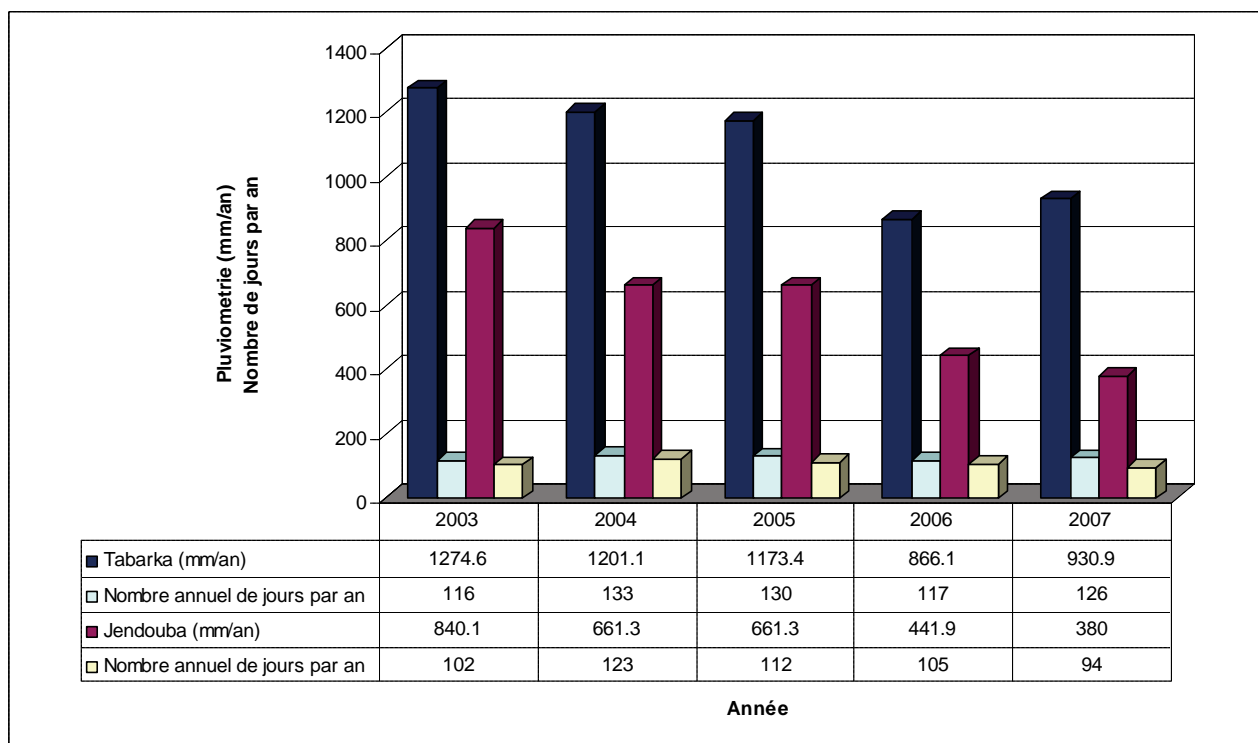


Figure 2.1-15: Pluviométrie annuelle de Tabarka et Jendouba (Source : INM 2010)

2.1.5.4 Activités économiques

Les principales activités économiques du gouvernorat sont l'agriculture, l'industrie agroalimentaire et également le tourisme, surtout dans la région de Tabarka qui est réputée pour la plongée sous-marine (fonds marins poissonneux où la pêche au mérou et à la langouste est pratiquée) et pour l'utilisation de corail dans la bijouterie.

Les tableaux ci-dessous présentent le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune, ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS.

Tableau 2.1-14: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Jendouba	3	86	9	396
Tabarka	20	5304	6	314
Boussalem	-	-	5	112
Ghardimaou	1	26	2	34
Fernana	-	-	1	14
Total	24	5416	23	870

Source : Fédération Tunisienne de l'Hôtellerie – 2010 et ONAS 2010

2.1.5.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente et récapitule les principaux indicateurs de service d'assainissement des eaux usées qui ont été estimés pour le gouvernorat de Bizerte, divisés en indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs d'ouvrage et indicateurs d'exploitation. Ces indicateurs ont été estimés en prenant en compte les dernières données fournies par les entités consultées pour cette étude.

Tableau 2.1-15: Indicateurs de service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat de Jendouba

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	5
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	101 812
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	106 877
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	24 234
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	29 884
	Habitants par logement en 2004	hab.	3,6
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	2
	Surface du gouvernorat	km ²	3 102
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population branchée en 2010	hab.	97 258
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	29 615
	Taux de branchement en 2010	%	91
	Taux de branchement prévu en 2029	%	92
Indicateurs d'ouvrage	Boîtes de branchement en 2010	u.	21 000
	Linéaire du réseau	km	307
	Stations de pompage	u.	37
	Stations d'épuration	u.	5
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	29
Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	30	

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
	Estimation de réalisation de boîtes de branchement	u.	1 700
	Stations de pompage à réhabiliter	u.	5
	Stations de pompage à construire	u.	4
Indicateurs d'exploitation	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, industriels, commerciaux/collectifs et touristiques) ⁽¹⁾	m ³ /jour	31 998
	Estimation du débit parasite	m ³ /jour	44
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	12 666

⁽¹⁾ Source : SONEDE

(*) – Données non disponibles pour 2010

La consommation moyenne spécifique d'eau potable du gouvernorat est de 120 l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie en 2009). Pour chaque commune, la consommation spécifique d'eau potable est indiquée comme suit:

Tableau 2.1-16: Consommation spécifique d'eau potable (2009)

Commune	Consommation spécifique d'eau potable (l/hab/j 2009)
Jendouba	110
Tabarka	110 500 *
Boussalem	64
Ghardimaou	65
Fernana	64

* - consommation spécifique en AEP pour les usagers touristiques

La consommation spécifique de la ville de Tabarka est élevée du fait de la forte demande en eau de la zone touristique en période estivale.

Les interventions prévues pour chaque commune du gouvernorat de Jendouba sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1-17: Interventions prévues pour le gouvernorat de Jendouba par commune

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
Boussalem			1	1
Fernana	1		1	1
Ghardimaou	1		2	1
Jendouba	3	4	1	1
Tabarka	1	1	3	2
Total	6	5	8	6

2.1.6 Gouvernorat de Kasserine

2.1.6.1 Contexte géographique et démographique

Le gouvernorat de Kasserine est limité par les gouvernorats d'El Kef et de Siliana au nord, de Sidi Bouzid à l'est, de Gafsa au sud et par l'Algérie (220 kilomètres de frontière) à l'ouest.

Située au centre d'un triangle Thala-Sbeïtla-Feriana, la région de Kasserine appartient à la zone des Hauts Plateaux du centre de la Tunisie, tant par sa position géographique que par son climat et sa morphologie.

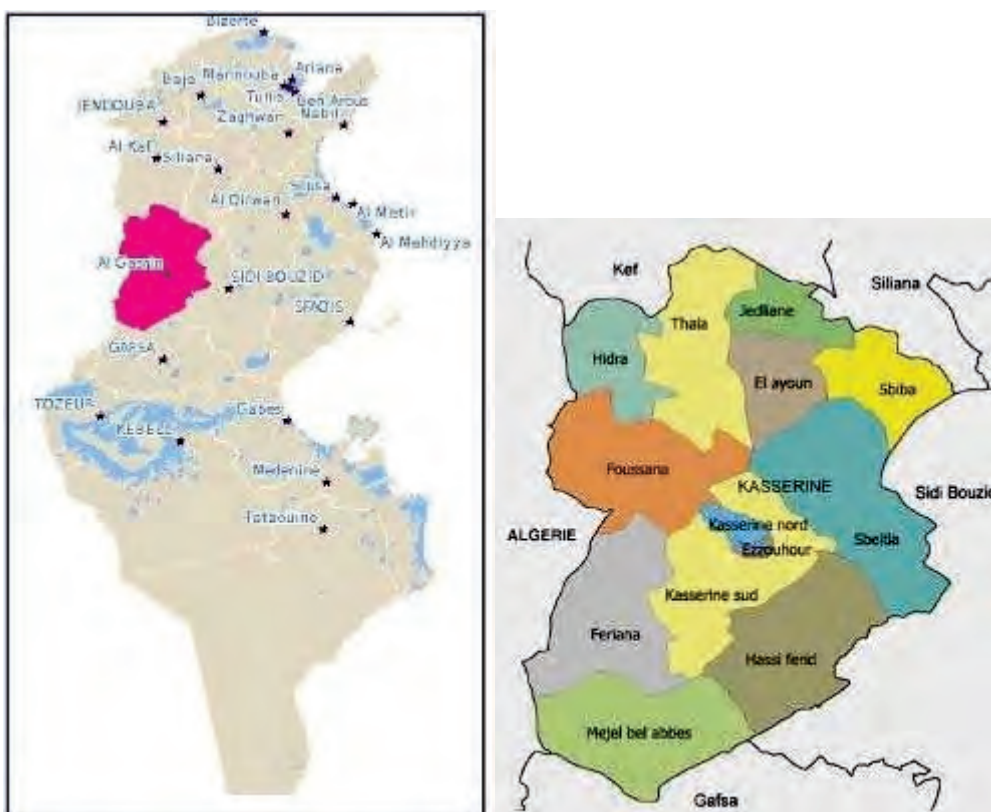


Figure 2.1-16: Plan de localisation et découpage administratif du gouvernorat de Kasserine

Le gouvernorat de Kasserine comptait une population de 412 278 habitants en 2004, ce qui correspondait à 4,16% de la population de la Tunisie. Cette même année, le total des ménages était de 79 448, et le nombre de logements de 89 737.

Les communes de la présente étude qui font partie de ce gouvernorat sont: Kasserine, Sbeïtla, Thala, et Feriana.

Le tableau suivant présente les données extraites des résultats du recensement de 2004 concernant les communes et les arrondissements pris en charge :

Tableau 2.1-18: Population, ménages et logements pour les communes et arrondissements pris en charge dans le gouvernorat de Kasserine (2004)

Communes Arrondissements	Population	Ménages	Logements
Kasserine	76 243	15 717	17 323
Kasserine	19 982	4 436	5 118
Cité Ennour	35 984	7 247	7 803
Ezzouhour	20 277	4 034	4 402
Sbeitla	20 253	4 168	4 628
Total	96 496	19 885	21 951

2.1.6.2 Contexte physique

Topographie

L'altitude moyenne du gouvernorat de Kasserine est relativement élevée, avec le point culminant de la Tunisie : le Kef Châmbi (1544m). Le point le plus bas de Kasserine se trouve encore à 565m.

Géologie

La géologie de la ville de Kasserine et ses environs est constituée principalement par :

- des éluvions et alluvions de pente avec ou sans cailloux de surface (désignées Aa sur la figure 2.1-17).
- Grés, sables et argiles à végétaux silicifiés (m³ sur la figure 2.1-17).



Figure 2.1-17: Carte géologique de la ville de Kasserine

Hydrologie - Hydrogéologie

La région de Kasserine connaît deux systèmes hydrauliques bien distincts:

a) La plaine de Kasserine

La plaine de Kasserine (zone Nord-Est) est un fossé d’effondrement transversal comblé par une puissante accumulation de sédiments quaternaires continentaux dont l’épaisseur dépasse 300m.

L’étude stratigraphique des sondages a montré que les sédiments quaternaires de la plaine étaient constitués d’alternances de sables plus ou moins argileux, de galets et d’argiles, donc de niveaux perméables séparés par des écrans étanches. Ces formations lenticulaires communiquent entre elles. Les zones sableuses et grossières sont plus importantes en bordure et passent au centre à des horizons plus marneux. C’est pourquoi il a été admis l’existence d’une nappe unique compartimentée.

Du point de vue hydraulique, il a été mis en évidence un niveau superficiel hétérogène de la nappe. L’eau est partout proche de la surface. L’écoulement s’effectue avec une pente faible d’Ouest en Est. Au Nord-Ouest, l’oued El Hattab alimente la nappe. A l’Est, par contre, il joue le rôle de drain collecteur central. Les côtes du terrain varient de 628 à 671 m NGT ; les côtes de la nappe varient respectivement de 622,5 à 645,20 m NGT.

b) La falaise de Kasserine

Le seuil hydraulique de Kasserine, marqué par la falaise de Kasserine et sa grande faille, est lié au fossé quaternaire d'effondrement de l'oued el Hattab. La région de la falaise de Kasserine constitue une unité structurale et hydraulique nettement individualisée.

Les terrains, connus en affleurements sur les flancs des plis et en profondeur par forages, sont, de bas en haut :

b-1) Les calcaires du crétacé supérieur

Calcaires crétacés et grès miocènes constituent un matériau aquifère unique, chaque horizon différant uniquement par ses caractéristiques hydrauliques. Les calcaires sont perméables en général par circulation karstique dans les fissures ouvertes. Leur débit spécifique est élevé. Les grès perméables par circulation d'interstices constituent également un horizon aquifère favorable.

b-2) Les grès miocènes

La falaise de Kasserine correspond, ainsi que le montrent les travaux de reconnaissance, à une zone de fractures qui met en contact deux compartiments lithologiques différenciés: au Sud les grès miocènes reposant sur les calcaires et au nord, la plaine quaternaire effondrée de l'oued El Hattab. La zone de fracture complexe réalise en quelques sortes un barrage souterrain naturel.

La surface libre de la nappe s'abaisse, du Sud au Nord, des cotes 750 à 650 m NGT, traduisant ainsi un écoulement général en direction de la falaise.

2.1.6.3 Climat

La figure suivante présente les températures minimales, moyennes et maximales des dernières années à Kasserine.

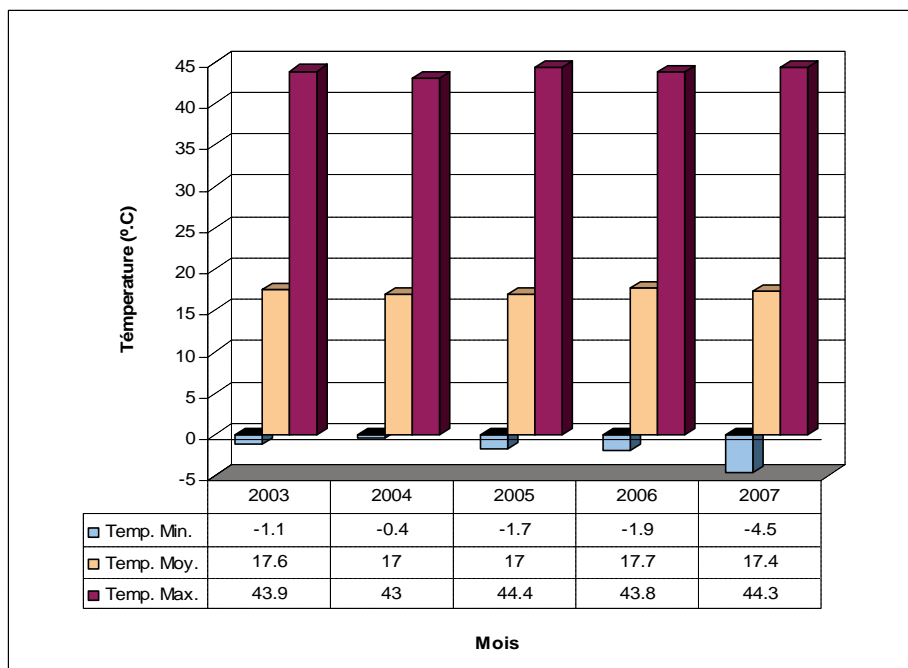


Figure 2.1-18: Température minimales, moyennes et maximales pour Kasserine (Source : INM 2010)

La figure suivante présente la pluviométrie annuelle des dernières années à Kasserine ainsi que le nombre annuel de jours de pluie. La moyenne annuelle des précipitations enregistrées sur 2003, 2004, 2005, 2006 et 2007 est de 546,4 mm par an.

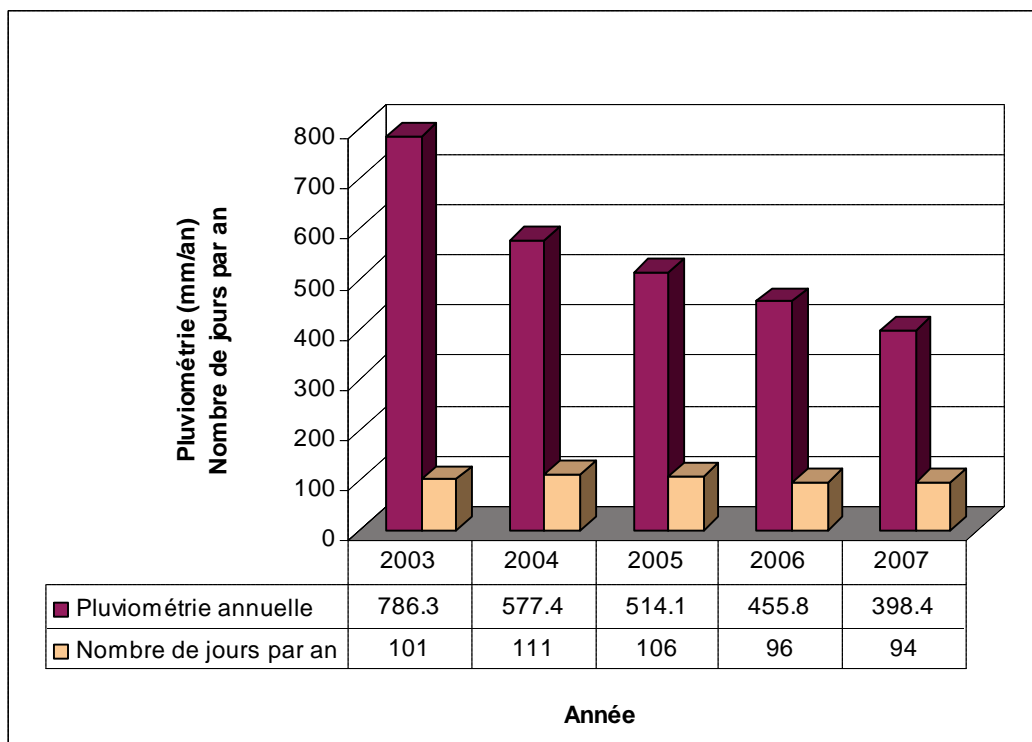


Figure 2.1-19: Pluviométrie annuelle de Kasserine (Source : INM 2010)

2.1.6.4 Activités économiques

La principale activité économique du gouvernorat de Kasserine est l'agriculture. Il existe néanmoins des unités industrielles et des hôtels dans tout le gouvernorat. Le tableau ci-dessous présente le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS (données issues des rapports annuels d'exploitation de l'ONAS).

Tableau 2.1-19: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Kasserine	3	54	12	463
Sbeitla	4	146	5	183
Thala	-	-	2	27
Feriana	-	-	1	18
Total	7	200	20	-

Source : Fédération Tunisienne de l'Hôtellerie – 2010 et ONAS 2010

2.1.6.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente les principaux indicateurs estimés pour le gouvernorat de Kasserine. Les indicateurs concernent le service d'assainissement des eaux usées et ont été divisés par indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs d'ouvrage et indicateurs d'exploitation. Les dernières données fournies par les entités consultées pour l'élaboration de cette étude ont été prises en compte pour l'estimation de ces indicateurs.

Tableau 2.1-20: Indicateurs de service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat de Kasserine

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	2
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	134 662
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	124 485
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	27 552
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	30 496
	Habitants par logement en 2004	hab.	5
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	N.D.
	Surface du gouvernorat	km ²	8 066
	Estimation de la densité de population de la commune chef-lieu (Kasserine) en 2004	hab. /km ²	6 354
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population connectée en 2009 (*)	hab.	83 613
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	20 900
	Boîtes de branchement en 2010	u.	17 244
	Taux de branchement en 2010	%	N.D.
	Taux de branchement prévu en 2029	%	N.D.
Indicateurs d'ouvrage	Linéaire du réseau	km	220
	Stations de pompage	u.	4
	Stations d'épuration	u.	2
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	30
	Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	49
	Estimation de réalisation de boîtes de branchement	u.	3 050
	Stations de pompage à réhabiliter	u.	0
	Stations de pompage à construire	u.	4
Indicateurs d'exploitation	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, industriels, commerciaux/collectifs et touristiques)	m ³ /jour	N.D.
	Estimation du débit parasite	m ³ /jour	N.D.
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	N.D.

N.D. - Donnée non disponible

(*) – Données non disponibles pour 2010

La consommation moyenne spécifique d'eau potable du gouvernorat est de 75 l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie).

Les interventions prévues pour chaque commune du gouvernorat de Kasserine sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1-21: Interventions prévues pour le gouvernorat de Kasserine par commune

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
Kasserine	10	0	5	0
Sbeïtla	4	0	2	0
Thala	0	0	1	2
Feriana	0	0	1	2
Total	14	0	9	4

2.1.7 Gouvernorat de Kébili

2.1.7.1 Contexte géographique et démographique

Situé à plusieurs centaines de kilomètres de la capitale Tunis, le gouvernorat de Kébili est limité par le gouvernorat de Gafsa au nord, le gouvernorat de Tozeur et l'Algérie à l'ouest, les gouvernorats de Gabès et de Médenine à l'est et le gouvernorat de Tataouine au sud.

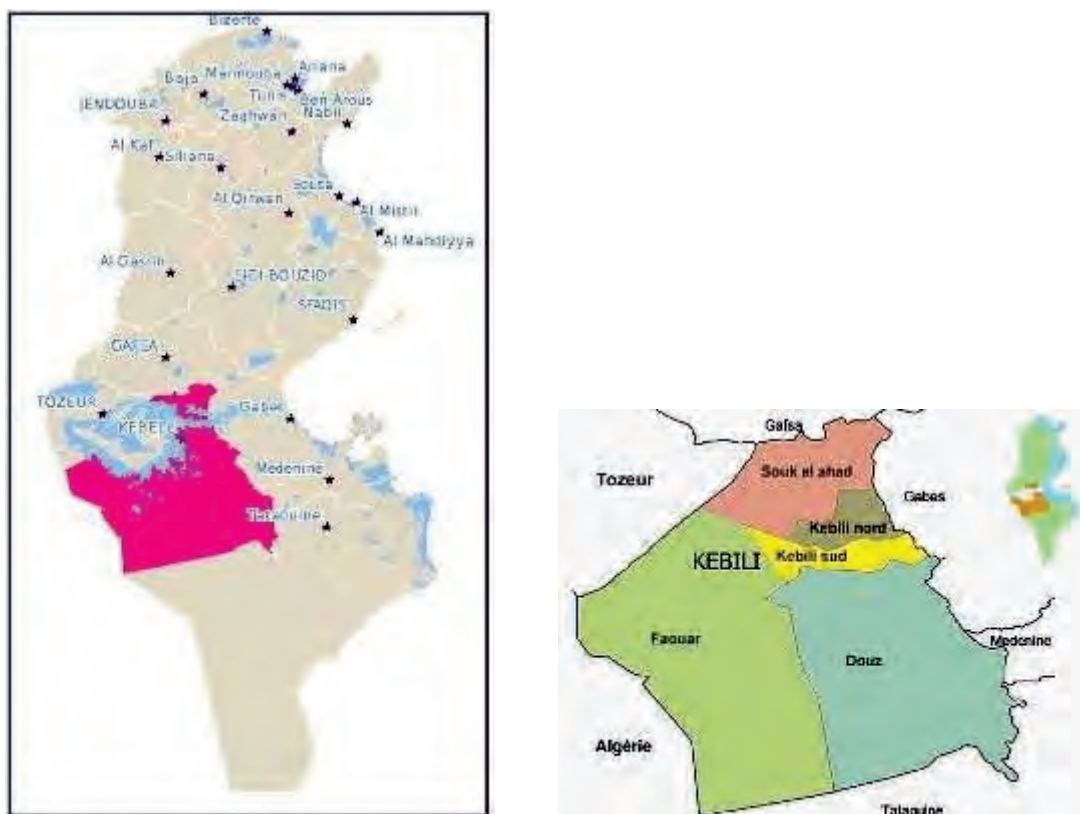


Figure 2.1-20: Plan de localisation et découpage administratif du gouvernorat de Kébili

Le gouvernorat de Kébili comptait une population de 143 218 habitants en 2004, ce qui correspondait à 1,45% de la population de la Tunisie. Le total des ménages était cette année de 26 549, et le nombre de logements était de 8 617.

Toutes les communes du gouvernorat sont incluses dans la présente étude: Douz, El Golaa, Jemna, Kébili (Kébili Nord et Kébili Sud) et Souk Lahad.

La ville de Kébili, siège du gouvernorat, se situe à 115 km à l'Ouest de la ville de Gabès. Elle est limitée par l'oasis de Kébili au Sud et à l'Est, par l'oued El Melah au Nord et par le chott de Kébili à l'Ouest.

La commune de Douz se situe dans la région de Nefzaoua, à 29 km au Sud de la ville de Kébili. Elle est desservie par la route RR206. Elle est limitée par une zone forestière d'Eucalyptus au Nord et à l'Est, par des oasis au Sud et à l'Ouest.

La commune de Jemna se situe à une vingtaine de kilomètres au Sud de la ville de Kébili et à 12 km au Nord de Douz.

La commune de Golaa se situe à 15 km au Sud de la ville de Kébili et à 5 km au Nord de Douz. Elle est limitée au Sud par l'oasis d'el Golaa et à l'Est par la route reliant Kébili à Douz.

La commune de Souk Lahad se situe à 15 km au Nord de Kébili. Elle est limitée au Nord et au Sud par des oasis donnant une forme allongée à la ville, qui s'étale ainsi sur une longueur de 9 km le long de la RN16.

Le tableau suivant présente les données extraites des résultats du recensement de 2004 concernant les communes prises en charge.

Tableau 2.1-22: Population, Ménages et Logements pour les communes prises en charge dans le gouvernorat de Kébili (2004)

Communes	Population	Ménages	Logements
Kébili	18 693	4 189	4 824
Jemna	6 128	1 152	1 332
Douz	27 060	4 675	5 194
El Golaa	7 037	1 219	1 384
Souk Lahad	18 285	3 543	4 049
Total	77 203	14 778	16 783

2.1.7.2 Contexte physique

Topographie

Les principales caractéristiques topographiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

La ville de Kébili est implantée sur un monticule, dont la pente est forte au niveau du centre-ville et douce au niveau des zones limitrophes à l'oasis.

La ville de Douz est implantée dans une plaine désertique, à une dizaine de kilomètres du Sahara. L'ancien noyau urbain est implanté sur une dune assez haute par rapport à l'oasis de Jemna, alors que l'extension de la ville se fait sur une étendue plate.

Le relief général de Souk Lahad est caractérisé par une élévation au milieu de la ville, avec des pentes descendantes vers les oasis.

Géologie

Les terrains quaternaires et actuels de la ville de Kébili et de ses environs sont constitués principalement par :

- a) Des sables éoliens (dunes): (désignés par dQ sur la figure 2.1-21) :

Une grande partie de la surface du chott et de ses alentours est couverte par un voile plus ou moins épais de sable sous forme dunaire. C'est un sable siliceux de teinte variable, blanc, jaunâtre, beige, grisâtre, en général gypseux, fin ou parfois grossier.

- b) Des Sols de sebkhas (argile, vase, sable gypseux et vaseux ; désignés par sQ sur la figure 2.1-21) :

En général, il s'agit de sables vaseux et gypseux, de vases, souvent gypseuses de teinte bleuâtre-foncé et localement de graviers de petite taille, près des embouchures des oueds. Les sédiments sont encroûtés par une mince carapace de sel blanc pendant les périodes sèches, avec fentes de dessiccation. En hiver, les chotts sont recouverts par une mince couche d'eau.

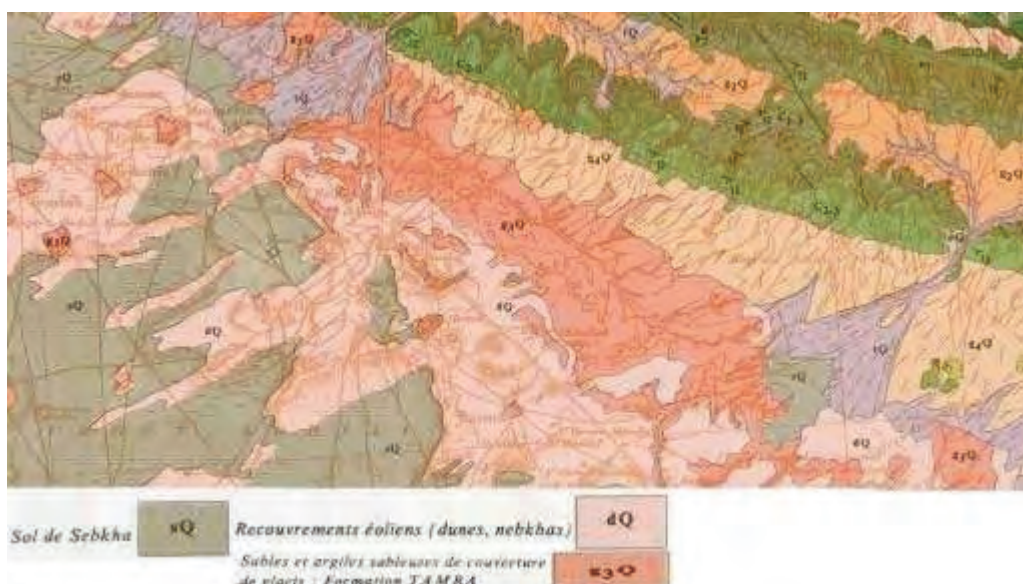


Figure 2.1-21: Carte géologique de la ville de Kébili

Hydrologie - Hydrogéologie

On distingue dans la région de Kébili les nappes suivantes :

- a) Nappes phréatiques:

Elles se cantonnent dans les formations sablo-argileuses et tuffeuses du Plio-Quaternaire.

On rencontre, à partir de la surface du sol, les nappes phréatiques suivantes :

- a-1) Nappe phréatique du chott:

Cette nappe ne s'étend que dans les parties sud-ouest et nord de la région de Kébili sur l'emplacement du Chott Kébili et au niveau du Chott Fedjej.

Elle se localise dans les couches supérieures des alluvions fines du chott et s'alimente par l'infiltration des eaux de surface provenant des pluies, des eaux de colature des oasis ainsi qu'à partir des eaux profondes remontant par drainance à la surface du sol.

Cette nappe présente des fluctuations saisonnières qui résultent de l'effet de l'évaporation (2400mm/an) et de l'infiltration des eaux aboutissant au Chott. Ces fluctuations se situent entre la surface du sol et -1m. Elles se traduisent par une accumulation des sels cristallisés en période estivale.

L'eau de cette nappe, de qualité chimique très mauvaise, présente des salinités qui évoluent entre 60 et 350g/l.

a-2) Nappe phréatique des oasis :

Cette nappe est tributaire, pour son alimentation, des écoulements de surface, des sources et forages captant la nappe profonde. D'une piézométrie très influencée par l'état du réseau de drainage des oasis, cette nappe présente des fluctuations piézométriques à l'échelle saisonnière qui est liées à l'irrigation. L'eau de cette nappe est de qualité chimique médiocre du fait de la dissolution des sels accumulés dans les niveaux supérieurs du sol des oasis. La salinité de l'eau varie entre celle de l'eau des sources (2,5g/l) et celle des forages de la région (10 à 15 g/l).

Les nappes phréatiques de la région de Kébili sont cantonnées dans les formations géologiques récentes (Plio-Quaternaire). L'aquifère est généralement d'une faible épaisseur ne dépassant pas 20 m et de nature lithologique fine. Ces nappes sont ainsi de faibles ressources hydrauliques avec des eaux de qualité chimique mauvaise à médiocre. Ceci s'explique par l'origine de leur alimentation (eaux de drainage) et par la nature lithologique fine de l'aquifère.

Ces nappes constituent des ressources d'intérêt secondaire pour l'économie de la région, mais elles sont un sérieux danger pour la nappe profonde compte tenu de la dépression de celle-ci pouvant entraîner une aspiration des eaux hyper salées de la nappe de surface supérieure.

b) Nappes profondes :

On distingue deux principales nappes profondes qui sont :

b-1) La nappe du complexe terminal

Connue au Sud de la chaîne de Tébaga, cette nappe est logée dans les calcaires du Crétacé supérieur recouverts, dans la Nefzaoua, par le Moi-Plio-Quaternaire sablo-argileux.

L'alimentation de cette nappe se fait sur le versant occidental du Dahar et sur la plate-forme saharienne en Extrême-Sud Tunisien. Elle présente un écoulement du Sud-Est vers le Nord-Ouest. Sa charge artésienne est de l'ordre de quelques mètres à 25m. La salinité de l'eau croit avec le sens de l'écoulement de la nappe ; elle passe de 1,8g/l à Tenkita et Bazma à 2,5g/l à Rabta.

Le débit des sources qui était élevé jusqu'au début des années cinquante n'a cessé de décroître suite à la multiplication des forages et à l'augmentation de leur exploitation.

b-2) La nappe du Continental intercalaire

Connue à Chott Fedjej (région d'el Bahaier) et dans la Nefzaoua. Le réservoir aquifère de cette nappe est constitué par les formations sablo-gréseuses du Crétacé inférieur dont une partie seulement est observable en affleurement.

Par sa pression hydrostatique élevée, son eau chaude et la profondeur de son captage se situant entre 1400m (El Bahaier) et 2500m (Kébili), cette nappe n'est maîtrisable pour les usages usuels dans l'agriculture et l'alimentation en eau potable qu'à des coûts économiques élevés et à l'aide d'une technologie de captage performante. Ceci fait d'elle une ressource d'appoint en eau dont l'exploitation vient en second lieu, après mobilisation des ressources moins profondes et plus faciles à maîtriser.

2.1.7.3 Climat

Le climat du gouvernorat de Kébili est du type saharien, caractérisé par un été sec et chaud. La température moyenne est de 21,5 °C et les précipitations de 90 mm/an répartie sur une trentaine de jours de pluie.

La figure suivante présente les températures minimales, moyennes et maximales des dernières années à Kébili.

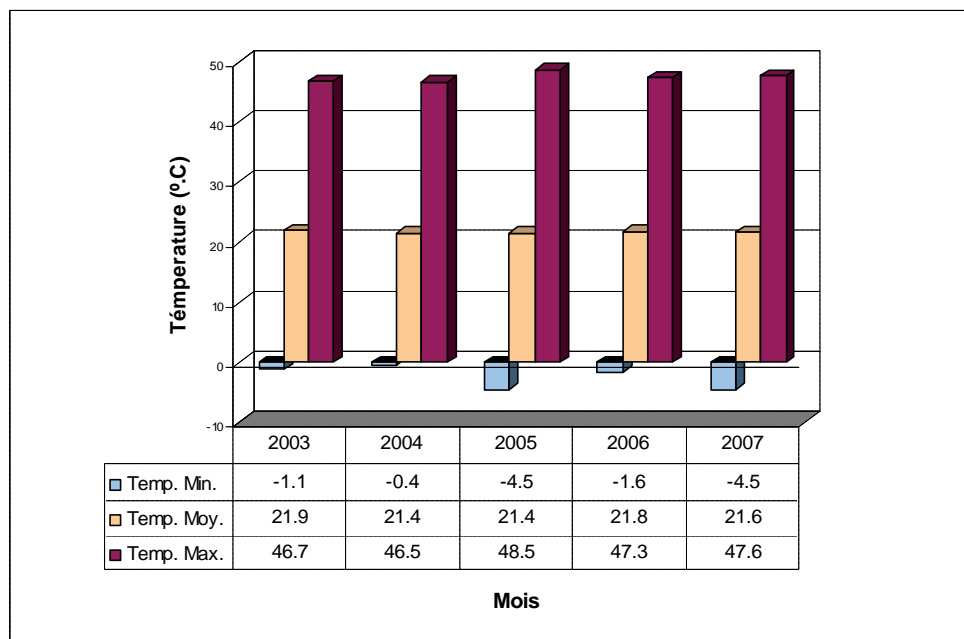


Figure 2.1-22: Températures minimales, moyennes et maximales pour Kébili (Source: INM 2010)

La figure suivante présente la pluviométrie annuelle ainsi que le nombre annuel de jours de pluie à Kébili. La moyenne annuelle des précipitations enregistrées sur 2003, 2004, 2005, 2006 et 2007 est de 121,14 mm par an.

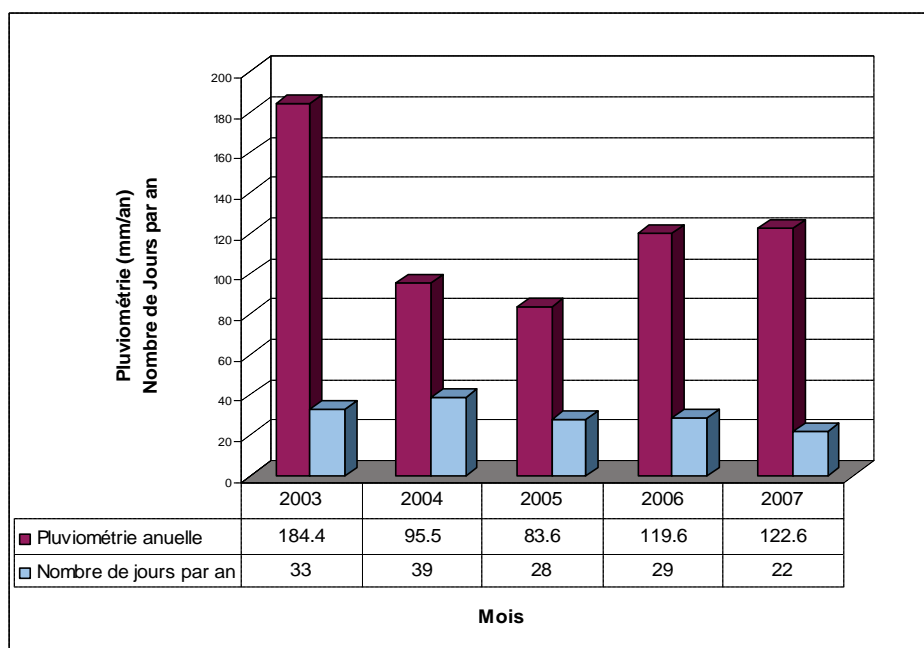


Figure 2.1-23: Pluviométrie annuelle de Kasserine (Source : INM 2010)

2.1.7.4 Activités économiques

Les principales activités économiques du gouvernorat sont l'agriculture et le tourisme. Le tableau ci-dessous présente le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS (données issues des rapports annuels d'exploitation de l'ONAS).

Tableau 2.1-23: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Kébili	8	1192	3	9
Douz	10	2159	1	2
Souk Lahad	-	-	-	-
Golaa	-	-	-	-
Jemna	-	-	-	-
Total	18	3351	4	-

Source : Fédération Tunisienne de l'Hôtellerie – 2010 et ONAS 2010

2.1.7.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente les principaux indicateurs estimés pour le gouvernorat de Kébili. Les indicateurs concernent le service d'assainissement des eaux usées et ont été divisés par indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs

d'ouvrage et indicateurs d'exploitation. Les dernières données fournies par les entités consultées pour l'élaboration de cette étude ont été prises en compte pour l'estimation de ces indicateurs.

Tableau 2.1-24: Indicateurs de service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat de Kébili

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	5
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	77 203
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	81 666
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	14 778
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	16 783
	Habitants par logement en 2004	hab.	4,9
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	32,7
	Surface du gouvernorat	km ²	22 084
	Estimation de la densité de population de la commune chef-lieu (Kébili) en 2004	hab. /km ²	5 635
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population branchée en 2010	hab.	57 166
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	11 061
	Taux de branchement en 2010	%	70
	Taux de branchement prévu en 2029	%	90
Indicateurs d'ouvrage	Boîtes de branchement en 2010	u.	9 150
	Linéaire du réseau	km	194
	Stations de pompage	u.	9
	Stations d'épuration	u.	2
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	7,5
	Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	167
	Estimation de la réalisation de boîtes de branchement	u.	7 050
Indicateurs d'exploitation	Stations de pompage à réhabiliter	u.	2
	Stations de pompage à construire	u.	15
	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, industriels, commerciaux/collectifs et touristiques) ⁽¹⁾	m ³ /jour	8 619
	Estimation du débit parasite	m ³ /jour	607
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	4 540

⁽¹⁾ Source principale de l'alimentation en eau potable : SONEDE à partir de 21 forages
Abonnés SONEDE en 2009 : (31 677 domestiques, 43 industriels, 640 collectifs, 440 commerces). Il n'y a pas de gros consommateurs d'eau dans le gouvernorat de Kébili.

(*) Données non disponibles pour 2010

La consommation moyenne spécifique d'eau potable du gouvernorat est de 65 l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie).

Pour chaque commune la consommation spécifique d'eau potable est indiquée comme suit:

Tableau 2.1-25: Consommation spécifique d'eau potable (2009)

Commune	Consommation spécifique d'eau potable (l/hab/j 2009)
Kébili	65
Douz	72
Souk Lahad	54
Golaa	50
Jemna	49

Les interventions prévues pour chaque commune du gouvernorat de Kébili sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1-26: Interventions prévues pour le gouvernorat de Kébili par commune

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
Douz	1		1	1
Douz sud			1	1
El Golaa			1	
Jemna			1	1
Kébili	1	2	1	1
Kébili nord			4	4
Kébili sud			2	2
Souk Lahad			1	5
Total	2	2	12	15

2.1.8 Gouvernorat du Kef

2.1.8.1 Contexte géographique et démographique

Le gouvernorat du Kef est situé dans la région du Tell supérieur, à 175 kilomètres de Tunis. Il est limité par les gouvernorats de Jendouba au nord, Siliana à l'est, Kasserine au sud, et par l'Algérie à l'ouest (145 kilomètres de frontière).

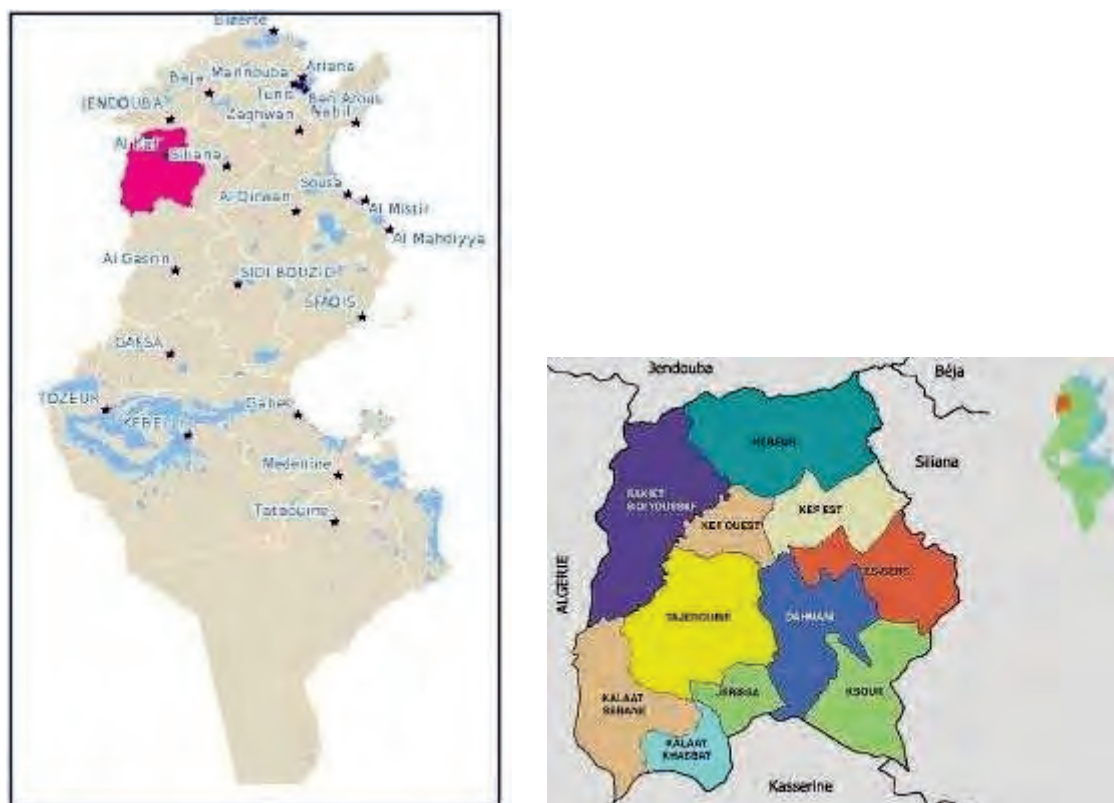


Figure 2.1-24: Plan de localisation et découpage administratif du gouvernorat du Kef

Le Gouvernorat du Kef comptait une population de 258 790 habitants en 2004, ce qui correspondait à 2,61% de la population de la Tunisie. Le total des ménages était cette même année de 59 107 et le nombre de logements de 63 901.

Les communes de la présente étude qui font partie de ce gouvernorat sont: Dahmani, El Kef et Tajerouine. Ces communes correspondent aux trois prises en charge par l'ONAS.

Siège du gouvernorat, la ville du Kef est située à 160km environ de Tunis, à proximité de la frontière Algérienne, entre les massifs de l'Ouargha au Nord, et le plateau de Tajerouine au Sud.

La ville de Tajerouine, délégation du Gouvernorat du Kef, est située dans la zone des Dômes du Nord-Ouest de la Tunisie à environ 40 km au Sud du Kef et à 80 km au Nord de la ville de Kasserine.

La ville de Dahmani est située à environ 25 km au Sud de la ville du Kef.

Le tableau suivant présente les données extraites des résultats du recensement de 2004 concernant les communes prises en charge.

Tableau 2.1-27: Population, Ménages et Logements pour les communes prises en charge dans le gouvernorat du Kef (2004)

Communes Arrondissements	Population	Ménages	Logements
Kef	45 191	11 580	12 673
Kef Medina	26 874	6 927	7 547
Kef Jedida	18 317	4 653	5 126
Tajerouine	18 185	4 342	4 957
Dahmani	14 061	3 211	3 669
Total	77 437	19 133	21 299

2.1.8.2 Contexte physique

Topographie

Le gouvernorat est composé de chaînes montagneuses d'une altitude moyenne de 700 mètres. Parmi les principaux massifs montagneux (djebels) figurent le Djebel Lobreus (809 mètres), le Djebel El Houdh (955 mètres), le Djebel Maïza (887 mètres), la Table de Jugurtha (1 255 mètres), le Djebel Slata (1 103 mètres) et le Djebel Eddyr (1 084 mètres).

La zone du Kef se divise essentiellement en deux régions naturelles : à l'ouest et au nord, la partie la plus étendue, traversée en écharpe par l'oued Mellègue, est assez accidentée, les cotes extrêmes variant de 900 m NGT environ vers les sommets du Djebel Ouarrha et du Dyr el Kef à 300 m NGT seulement dans la vallée du Mellègue. Cette région assez arrosée (moyenne annuelle = 549mm) est recouverte de bois (pin d'Alep) et sous-bois fournis (ciste, alfa, romarin, chêne-vert, bruyère) sur les hauteurs, et de prairies et cultures sur le plateau qui environne la route de Sakiet. L'autre partie de la zone, au Sud-Est, comprend une partie du plateau qui s'étend du Kef vers Tajerouine, accidenté çà et là de collines peu élevées.

La région de Tajerouine est caractérisée par une topographie générale très accidentée longeant les Djebels en particulier Feddam Essema à l'Est et Bouhalloufa au Sud-Est de la ville.

Géologie

Accrochée aux « alignements du Tell » qui bordent au Sud la vallée de l'oued Mellègue et celle de la Medjerda, le Kef domine vers le Sud une plaine qui s'inscrit dans une gouttière de terrain quaternaire allongée du Sud-Ouest au Nord-Est (voir fig. 2.1-25).

Ce terrain quaternaire est composé de couches récentes (Aa sur la figure). Elles sont soit calcaires sur les formations crétacées au Sud-Ouest du Kef, soit gypseuses en aval des massifs triasiques, en particulier sur les pentes douces qui se trouvent de part et d'autre de Ben Gasseur.

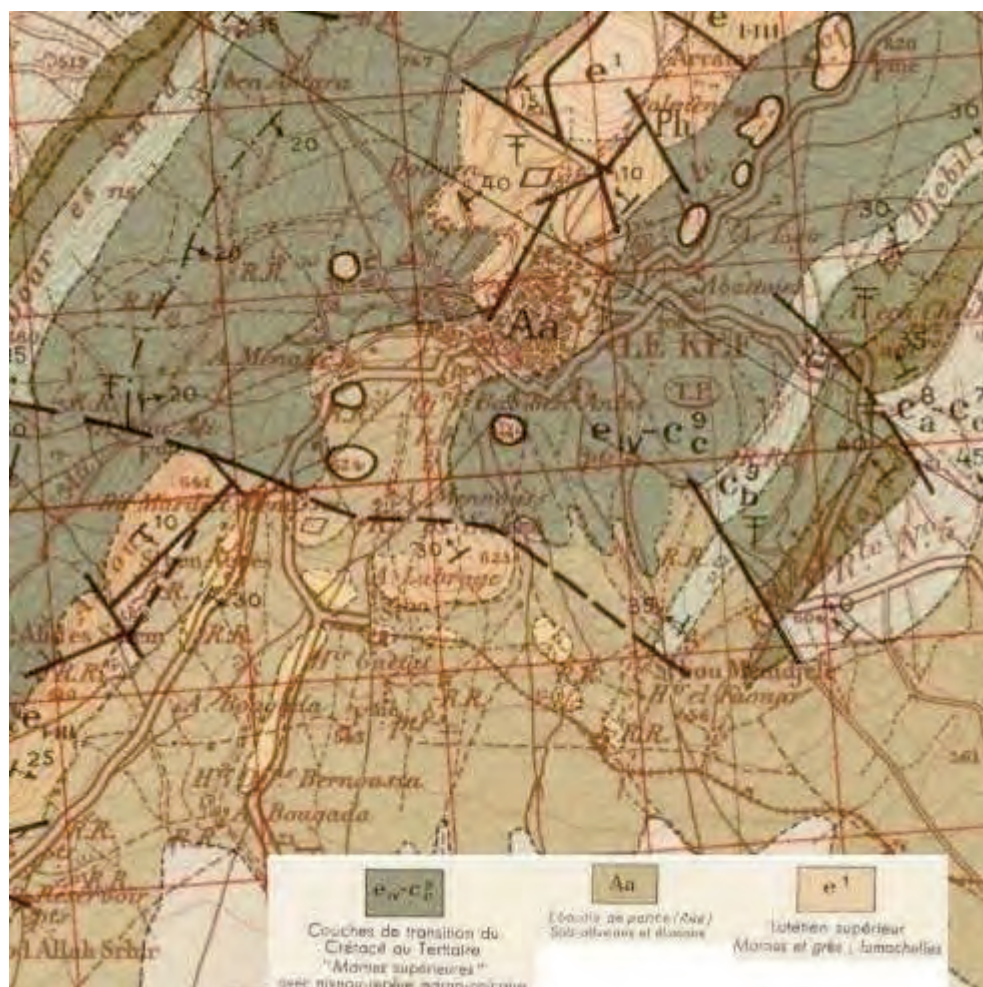


Figure 2.1-25: Carte géologique de la ville du Kef

Hydrogéologie

Le synclinal perché du Djebel Dyr el Kef constitue une unité hydraulique remarquable : le niveau aquifère est constitué par les calcaires et marno-calcaires éocènes très fracturés dont la puissance atteint 45m ; la montagne, en forme de fond de bateau d'une superficie dépassant 5km², est inclinée de 4° environ, vers le Sud-Ouest, ce qui entraîne l'écoulement de la nappe vers la ville du Kef, dans laquelle se trouve l'émergence principale (Aïn el Kef), déjà captée par les Romains au moyen de galeries filtrantes. Des éboulis calcaires tout autour de la montagne sont à l'origine d'une série de petites sources indépendantes à faible débit. L'eau est d'excellente qualité (0,3 à 0,4g de résidu sec par litre), mais en quantité insuffisante (1500 m³ par jour, en moyenne) pour l'alimentation de la ville. En outre la nappe est sujette à d'importantes variations saisonnières.

On ne connaît pas les ressources profondes du plateau situé au Sud de la ville du Kef. Quelques petits sondages ont reconnu, sur une trentaine de mètres, les nappes de faible puissance des couches anciennes.

Hydrologie

La ville du Kef s'étale sur des collines au relief élevé dont le versant Est est drainé par l'oued Cheriaa, l'autre versant plus important donne naissance à l'oued Tine affluent rive droite de l'oued Errmell.

La région du Kef est relativement bien arrosée. Cependant, toute la partie occidentale est pauvre en eau : les formations marneuses sont très étendues, et les niveaux calcaires créacés, peu épais, ne présentent que des rares émergences, toutes à faible débit.

Le réseau hydrographique de Tajerouine est formé essentiellement par l'oued El Garfa et une multitude de petits écoulements de direction générale Est-Ouest.

Dahmani est localisé au piémont du Djebel Ebba et au débouché de la plaine de Zouarine où courent une multitude d'oueds, dont les plus importants sont l'oued Izid et l'oued Djellef, et une multitude de petits écoulements.

2.1.8.3 Climat

Le gouvernorat du Kef est caractérisé par un climat continental rude ou semi-aride. La température moyenne est de 21,5 °C et les précipitations de 325 mm/an, avec un climat particulièrement sec dans la partie ouest et sud-ouest du gouvernorat. Certaines précipitations peuvent dépasser 1 000 millimètres, alimentant ainsi plusieurs barrages. Le gouvernorat connaît également quelques chutes de neige vers le mois de janvier.

La figure suivante présente les températures minimales, moyennes et maximales des dernières années à El Kef.

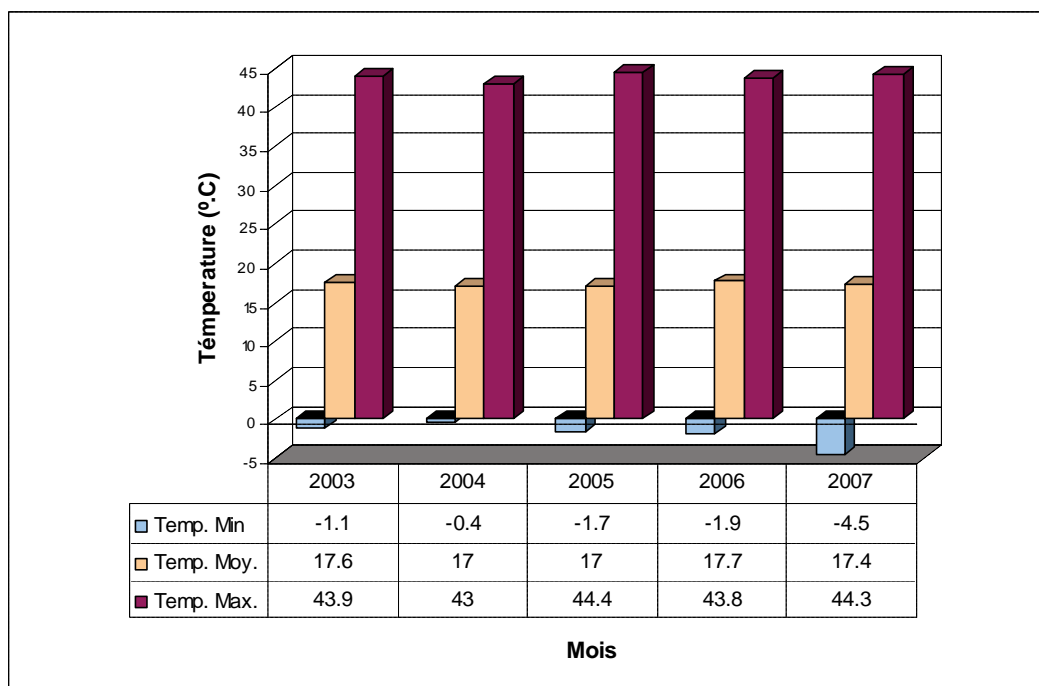


Figure 2.1-26: Températures minimales, moyennes et maximales pour El Kef (Source: INM 2010)

La figure suivante présente la pluviométrie annuelle ainsi que le nombre annuel de jours de pluie pour El Kef. La moyenne annuelle des précipitations enregistrées sur 2003, 2004, 2005, 2006 et 2007 est de 546,4 mm par an.

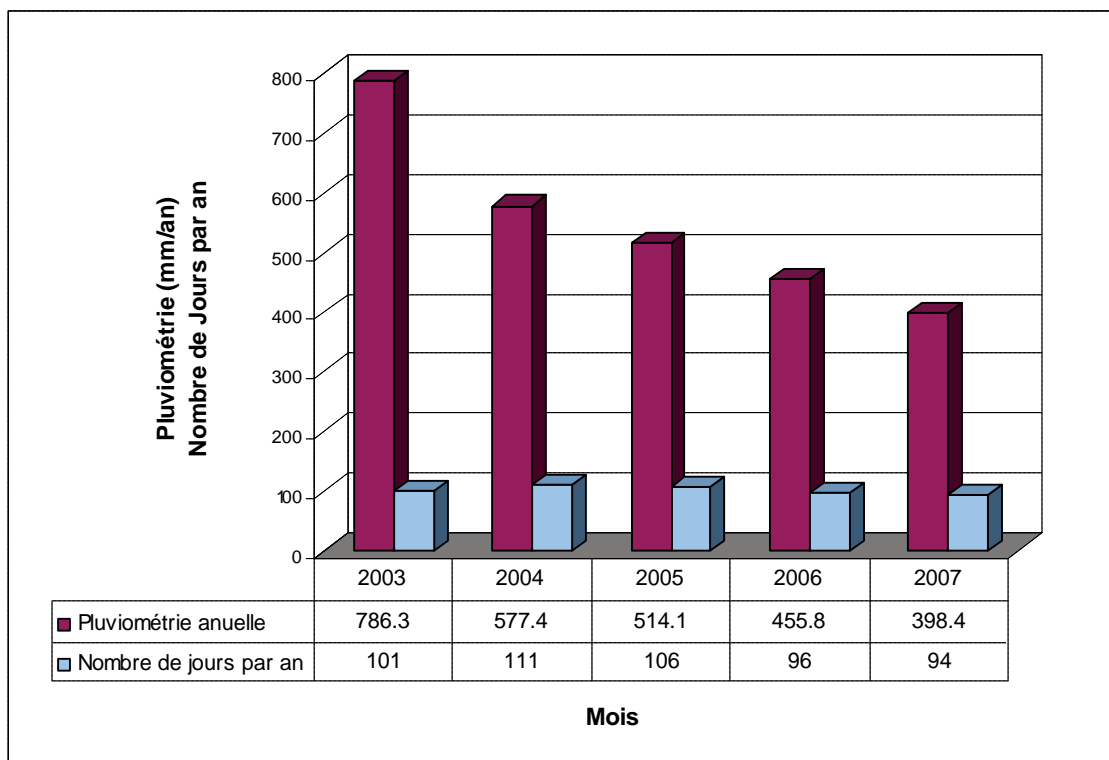


Figure 2.1-27: Pluviométrie annuelle de El Kef (Source : INM 2010)

2.1.8.4 Activités économiques

Les principales activités économiques sont l'agriculture et les matériaux de construction. Le tableau ci-dessous présente le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS (données issues des rapports annuels d'exploitation de l'ONAS).

Tableau 2.1-28: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Kef	8	354	9	29
Dahmani	-	-	1	5
Tajerouine	-	-	2	16
Total	8	354	12	-

Source : La Fédération Tunisienne de l'Hôtellerie – 2010 et ONAS 2010

2.1.8.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente les principaux indicateurs estimés pour le Gouvernorat de Kef. Les indicateurs concernent le service d'assainissement des eaux usées et ont été divisés par indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs d'ouvrage et indicateurs d'exploitation. Les dernières données fournies par les entités consultées pour l'élaboration de cette étude ont été prises en compte pour l'estimation de ces indicateurs.

Tableau 2.1-29: Indicateurs de service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat du Kef

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	3
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	77 437
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	78 240
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	19 133
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	21 299
	Habitants par logement en 2004	hab.	3,7
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	2,94
	Surface du gouvernorat	km ²	4 965
	Estimation de la densité de population de la commune chef-lieu (El Kef) en 2004	hab. /km ²	3 398
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population branchée en 2010	hab.	73 546
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	21 760
	Taux de branchement en 2010	%	94
	Taux de branchement prévu en 2029	%	98
	Boîtes de branchement en 2010	u.	32 958
Indicateurs d'ouvrage	Linéaire du réseau	km	380
	Stations de pompage	u.	14
	Stations d'épuration	u.	1
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	23,6
	Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	8
	Estimation de réalisation de boîtes de branchement	u.	300
	Stations de pompage à réhabiliter	u.	4
	Stations de pompage à construire	u.	1
Indicateurs d'exploitation	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, industriels, commerciaux/collectifs et touristiques) ⁽¹⁾	m ³ /jour	121 786
	Estimation du débit parasite	m ³ /jour	32
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	10 278

⁽¹⁾ Source principale de l'alimentation en eau potable : SONEDE à partir de 26 points de forages, 2 puits et 4 sources naturelles.

Abonnés SONEDE en 2009 (31 500 domestiques, 1 200 industriels, 7 500 collectifs, 4 800 commerces)

(*) Données non disponibles pour 2010

La consommation moyenne spécifique d'eau potable du gouvernorat est de 82 l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie).

Pour chaque commune la consommation spécifique d'eau potable est indiquée comme suit :

Tableau 2.1-30: Consommation spécifique d'eau potable (2009)

Commune	Consommation spécifique d'eau potable (L/hab/j) 2009
Kef	84
Dahmani	78
Tajerouine	78

Les interventions prévues pour chaque commune du gouvernorat du Kef sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1-31: Interventions prévues pour le gouvernorat du Kef par commune

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
Dahmani	1	1	1	
Kef	7	2	1	1
Tajerouine	3	1	3	1
Total	11	4	5	2

2.19 Gouvernorat de Sfax

2.1.9.1 Contexte géographique et démographique

Le Gouvernorat de Sfax est limité par la mer Méditerranée à l'est, le gouvernorat de Gabès au sud, le gouvernorat de Mahdia au nord et les gouvernorats de Kairouan, Sidi Bouzid et Gafsa à l'ouest. Il inclut également l'archipel des Kerkennah. Le gouvernorat couvre une superficie totale de 7545 km², soit 5 % de la superficie totale du pays.

Sa position géographique privilégiée entre le Centre et le Sud du pays, et sa large ouverture sur la mer avec un littoral de près de 235 km, lui offrent un rôle prédominant dans les échanges de produits au niveau national et international.

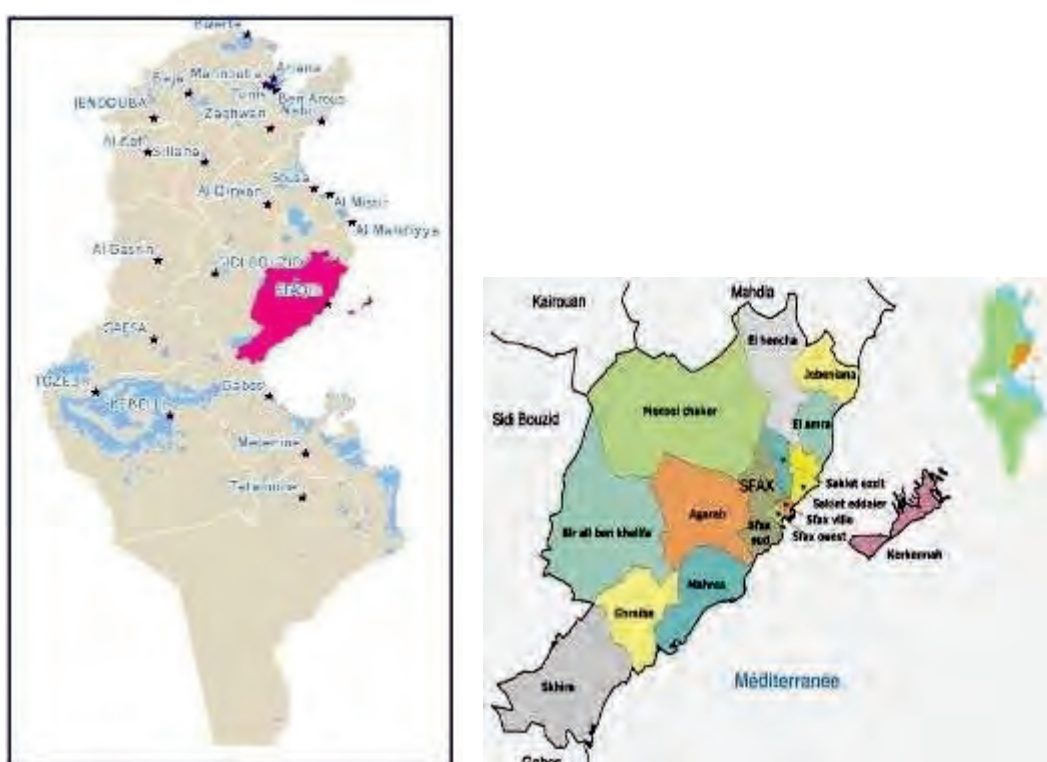


Figure 2.1-28: Plan de localisation et découpage administratif du gouvernorat de Sfax

Le gouvernorat de Sfax comptait une population de 855 256 habitants en 2004, ce qui correspondait à 8,63% de la population de la Tunisie. Cette même année, le total des ménages était de 198 565 et le nombre de logements de 233 058.

Les communes de la présente étude qui font partie de ce gouvernorat sont: la commune chef-lieu de Sfax, Sakiel Ezzit, Chihia, Sakiel Eddaier, Gremda, El Ain, Tyna, Agareb, Jebeniana, El Hencha et Mahres.

La ville de Sfax est à 260km de Tunis. Elle est connectée à Tunis et à Sousse par l'autoroute A-1 et la RN1, au centre et à Kasserine par la RN13, et à l'Ouest jusqu'à Gafsa par la RN14. Elle est bordée à l'Est par la Mer Méditerranée.

La ville de Mahres est au Sud-Ouest de Sfax et surplombe le golfe de Gabès. Sa place dans le gouvernorat est assez importante. C'est une ville rurale vivant de l'agriculture.

La ville d'Agareb, siège de délégation dans le gouvernorat de Sfax, est située à 30 km à l'Ouest de la ville de Sfax. Située sur la RR119 à 2 km de la RN14 reliant Sfax à Gafsa, la commune d'Agareb connaît une expansion industrielle due notamment à sa localisation à proximité du pôle industriel de Sfax.

La ville d'El Hencha, située à environ 40 km au Nord de la ville de Sfax, représente l'une des principales délégations du gouvernorat de Sfax. Son urbanisation, limitée à l'Ouest par la ligne de chemin de fer, connaît un développement rapide et s'étend autour de deux axes principaux, la RN1 et la RR119, deux liaisons interrégionales de grande importance pour la ville.

La ville de Jebeniana est située à 30 km au Nord de la ville de Sfax. La commune de Jebeniana se développe linéairement le long de la route RR82 qui relie Mahdia à Sfax. Elle s'étend sur une longueur de 2 km environ et sur une largeur de 1 km.

Le tableau suivant présente les données extraites des résultats du recensement de 2004 concernant les communes prises en charge:

Tableau 2.1-32: Population, Ménages et Logements pour les communes prises en charge dans le gouvernorat de Sfax (2004)

Communes Arrondissements	Population	Ménages	Logements
Sfax	265 131	68 663	80 722
El Medina	21 293	6 453	9 111
Er-Rbadh	41 977	11 178	13 015
Chamalia	26 981	7 002	7 957
Cité El Habib	56 656	14 187	16 279
Merkez Chaker	48 342	12 466	14 216
Sidi Mansour	54 175	13 216	15 355
El Bostane	15 707	4 161	4 789
Sakiet Ezzit	44 886	10 793	12 831
Chihia	23 625	5 857	6 418
Sakiet Eddaier	40 717	9 487	10 827
Gremda	36 405	8 866	10 069
El Ain	38 250	9 256	10 436
Tyna	26 635	6 024	6 858
Agareb	9 610	2 074	2 262
Jebeniana	6 576	1 533	1 801
El Hencha	6 277	1 381	1 665
Mahres	14 499	3 541	4 963
Total	512 611	127 475	148 852

2.1.9.2 Contexte physique

Topographie

D'un point de vue morphologique, la région présente une topographie quasi-monotone avec, par endroits, des plateaux et des monticules moyennement élevés culminant à 183m à Ksar El Mardine et à 141 m à Hmadet El Houch.

Le gouvernorat de Sfax est situé sur une plaine côtière de base altitude (moyenne 100m) s'abaissant en pente douce vers la mer.

Son relief et son climat incluent Mahres dans le domaine semi-aride de la Tunisie. La topographie est peu accidentée. C'est une plaine large, ouverte sur la mer, et seules quelques petites collines éparpillées rompent la monotonie. Une pente très légère de direction Nord-Sud oriente cette plaine, les altitudes varient de 50 à 5m en moyenne.

Le périmètre de l'agglomération de Jebeniana s'étend sur un terrain pratiquement plat. L'écoulement naturel s'effectue du Nord au Sud.

Géologie

Les principales caractéristiques géologiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

La géologie de la ville de Sfax et de ses environs est constituée par des limons et sables rouges de la terrasse moyenne (il s'agit du pléistocène supérieur noté IQ sur la figure 2.1-29).

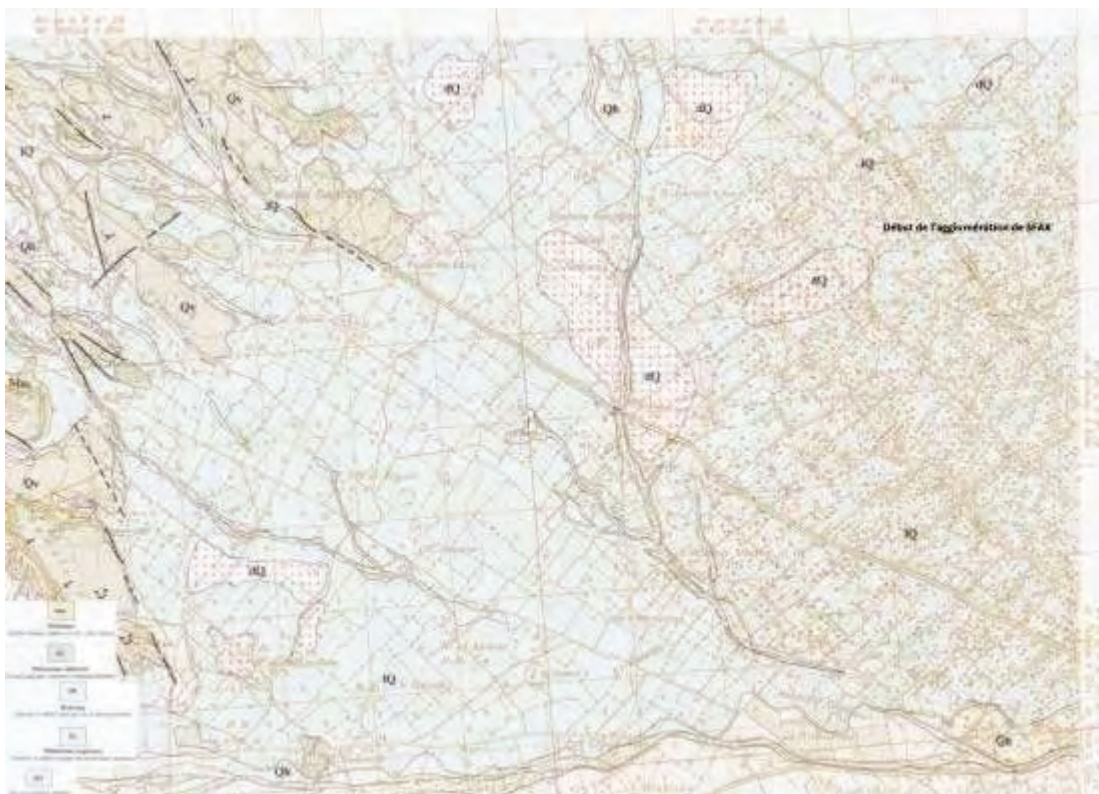


Figure 2.1-29: Carte géologique de la ville de Sfax

Trois niveaux susceptibles d'être considérés comme substratum ont été identifiés dans la région de Sfax :

- La croûte zonée, qui surmonte les limons sableux rouges;
- En absence de cette croûte, ce sont les limons sableux rouges qui constituent le substratum au-dessus duquel se développent les sols continentaux ou marins de la zone urbaine de Sfax.

- Les sables silteux dans la zone du delta des oueds Agareb et El Maou, où les limons sableux et la croûte zonée qui les surmontent existent à des profondeurs de l'ordre de 15m suite à un effondrement tectonique récent.

La ville d'Agareb est construite sur un terrain vallonné, délimité par l'oued El Kébir et l'oued Zaraa. Le sol est argileux et la nappe est rencontrée à partir de 8 m de profondeur.

Les sols d'El Hencha sont constitués par des sédiments marins du quaternaire moyen à prédominance sablonneuse. Les vallées sablonneuses constituent les meilleurs sols arboricoles de la région. Les cuvettes alluviales sont généralement couvertes de sols salés, halomorphes, argilo-sableux de valeur médiocre. Sur les collines et les piedmonts, on trouve des sols argilo-gypseux ou calcaire-gypseux.

Les sols de Jebeniana sont sableux et constitués de roche, la nappe est assez profonde à 30 m du terrain naturel.

Les sols de la ville de Mahres varient en fonction de l'endroit: Terrain vaseux au bord de la mer, et tuf et sable sur les collines.

Hydrologie

La région est fortement ravinée par d'importants cours d'eau délimitant trois principaux bassins versants : le bassin de l'oued Agareb, le bassin de l'oued Bouladhiab-Chaffar et le bassin de l'oued el Gouna.

Le réseau hydrographique de la ville de Mahres est formé par l'oued El Hachana à l'Est de la ville et par l'oued Ezzir à l'Ouest.

En ce qui concerne le réseau hydrographique côtier au sud de Sfax, on trouve, du Sud vers le Nord, deux cours d'eau :

L'oued Hakmouni : Il draine les petits cours d'eau qui s'écoulent à l'Ouest de l'aéroport et à travers la rocade Km 11. Ce cours d'eau parcourt tout d'abord une zone agricole à caractère plutôt rural mais comportant quelques concentrations urbaines assez structurées. Il traverse par la suite une partie du terrain réservé à l'aéroport pour aboutir enfin dans la localité BEN SAIDA. Au niveau de cette localité, il se déverse en aval de la RN1 dans un lit à l'état naturel qui draine la partie sud de l'ancien dépôt de margine et la partie sud de la décharge de Tyna au sud de la SIAPE. Ce canal rejoint le canal de drainage des rejets de la SIAPE entre la STEP et la décharge. Le lit de l'oued est très peu marqué.

L'oued Maou (oued Khlifa) : L'oued est caractérisé par un bassin versant de superficie totale 519 Km² et a une longueur d'écoulement de 36,95 Km. Le lit mineur est d'une largeur de 35 m environ. Il reçoit au niveau de la cité Sidi Tayari deux affluents : l'oued Lahmir et l'oued Branech. La confluence avec l'oued Agareb se fait en amont du pont sur la route RN14. L'oued Maou est endigué sur ses deux rives depuis l'ouvrage sous la route RR81 (route de Kairouan) jusqu'à la traversée de la route RN1.

Le réseau hydrographique de la ville d'El Hencha est formé principalement par l'oued Sidi M'hamed qui traverse la ville suivant la direction Ouest-Est et par une multitude de petits écoulements en provenance des reliefs de bordure à l'Ouest de la ville.

La nappe est à 6m de profondeur.

Hydrogéologie

Le bassin-versant de la région est drainé par l'oued Agareb.

Le bassin du Sahel de Sfax constitue un vaste bassin hydrogéologique ayant une superficie d'environ 8000 km². Il est limité au nord par le dôme de Chorbane, le plateau d'El Jem et la plaine de Mahdiam, à l'ouest par l'alignement des reliefs de l'axe Nord-Sud (Djebel Artsouma, Djebel Goubrar, Djebel Boudinar et Djebel Zebouz), au Sud par le Golfe de Gabès et à l'Est par la mer Méditerranée.

Deux principales formations aquifères sont identifiées :

- le système aquifère phréatique ;
- la nappe du Miocène supérieur connue sous le nom de la nappe profonde de Sfax.

La région de Sfax comporte 16 nappes de surface dont 9 sont situées sur la frange littorale.

Les nappes phréatiques sont classées en deux catégories : nappes à ressources importantes et nappes à ressources faibles. Ces nappes sont logées dans des assises du Plio-Quaternaire ancien. Les réservoirs sont composés en général de deux horizons productifs. Ces derniers dont l'épaisseur varie de 2 à 5m sont séparés par des niveaux semi-perméables à perméables à dominante argilo-marneuse. Ces formations réservoirs se trouvent à des profondeurs de 10 à 35 m et ont des épaisseurs de 1 à 9 m. Elles ont un caractère alluvionnaire et possèdent une géométrie lenticulaire.

La profondeur du plan d'eau s'échelonne de 5,8 à plus de 45 mètres. La salinité de la nappe varie entre 1,05g/l et 17,68g/l.

L'écoulement des eaux souterraines est généralement du Nord-Ouest vers le Sud-Est.

2.1.9.3 Climat

Le gouvernorat de Sfax est caractérisé par un climat aride à semi-aride avec une influence du climat méditerranéen sur les côtes. D'une manière générale, la région de Sfax est marquée par des averses avec des pluies irrégulières et des coups de vent assez fréquents. Étant soumise aux influences opposées continentales et maritimes, la région de Sfax se caractérise par un été chaud et sec et un hiver froid et relativement pluvieux.

La température moyenne est d'environ 18,8 °C et les précipitations de 215 mm/an. Le mois le plus chaud est le mois d'août, avec une température moyenne de 26,7°C, et le mois le plus froid est le mois de janvier, avec 11,1° C de température moyenne.

Les valeurs pour la pluie mensuelle données sur la figure suivante, pour les deux stations de Sfax et de Châal, permettent également d'apprécier le régime des pluies mensuelles dans la région de Sfax. Les moyennes annuelles des précipitations enregistrées sur 79 ans d'observation (1901-1980) au niveau de la station de Sfax et sur 66 ans d'observation (1914-1980) au niveau de la station de Châal sont de 214,5 mm et 187 mm par an.

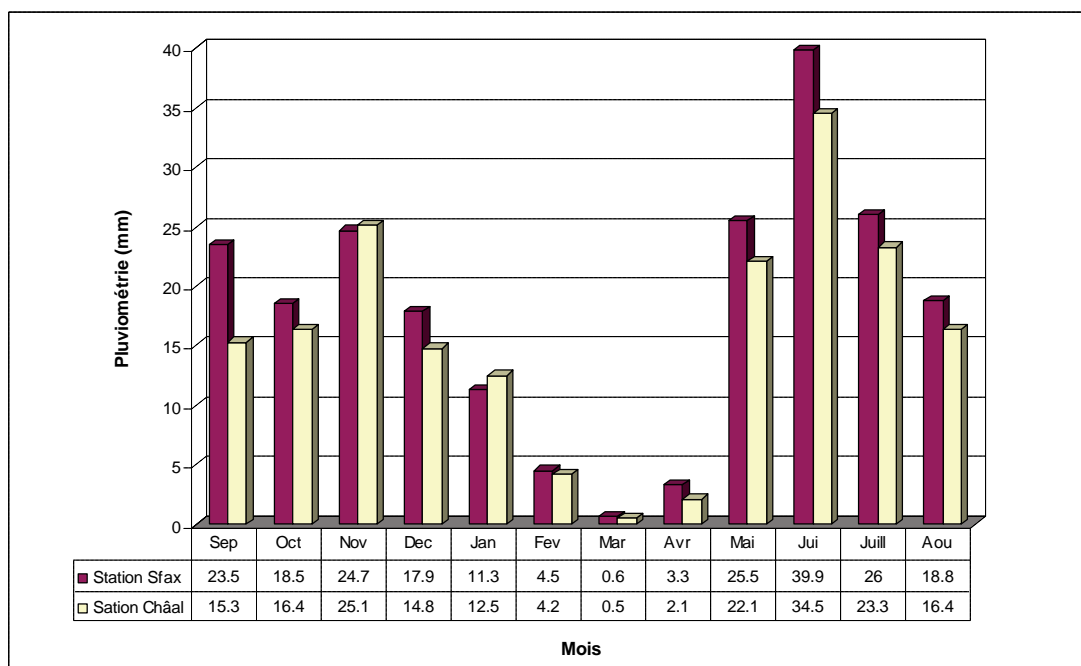


Figure 2.1-30: Pluviométrie annuelle des stations Sfax et Châal (Source : INM)

2.1.9.4 Activités économiques

Les principales activités économiques du gouvernorat sont l'agriculture et le secteur tertiaire. Le tableau ci-dessous présente le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS (données issues des rapports annuels d'exploitation de l'ONAS).

Tableau 2.1-33: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Mahres	2	100	31	113
Jebeniana	-	-	2	3
Tyna	1	54	11	15
El Hencha	-	-	7	26
Agareb	-	-	1	20
Sakiet Ezzit	-	-	7	19
Sakiet Eddaier	-	-	10	25
Chihia	-	-	6	17
El Ain	-	-	2	2
Gremda	-	-	1	4
Sfax Ville	11	1964	939	4445
Total	14	2 118	1 017	-

Source : Fédération Tunisienne de l'Hôtellerie – 2010 et ONAS 2010

2.1.9.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente les principaux indicateurs estimés pour le gouvernorat de Sfax. Les indicateurs concernent le service d'assainissement des eaux usées et ont été divisés par indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs d'ouvrage et indicateurs d'exploitation. Les dernières données fournies par les entités consultées pour l'élaboration de cette étude ont été prises en compte pour l'estimation de ces indicateurs.

Tableau 2.1-34: Indicateurs de service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat de Sfax

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	11
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	512 611
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	570 243
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	127 475
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	148 852
	Habitants par logement en 2004	hab.	5
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	3
	Surface du gouvernorat	km ²	7 545
	Estimation de la densité de population de la commune chef-lieu (Sfax) en 2004	hab. /km ²	4 734
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population branchée en 2010	hab.	410 575
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	120 904
	Taux de branchement en 2010	%	72
	Taux de branchement prévu en 2029	%	90
	Boîtes de branchement en 2010	u.	70 370
Indicateurs d'ouvrage	Linéaire du réseau	km	1 210
	Stations de pompage	u.	31
	Stations d'épuration	u.	7
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	51,1
	Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	415
	Estimation de réalisation de boîtes de branchement	u.	29 500
	Stations de pompage à réhabiliter	u.	3
	Stations de pompage à construire	u.	3
Indicateurs d'exploitation	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, industriels, commerciaux/collectifs et touristiques) ⁽¹⁾	m ³ /jour	52 000
	Estimation du débit parasite ⁽²⁾	m ³ /jour	N.D.
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	47 000

N.D. - Donnée non disponible

⁽¹⁾ Source principale de l'alimentation en eau potable : SONEDE

Gros consommateurs d'eau : 150 unités, dont 60 ont une consommation trimestrielle dépassant 5000 m³, à l'instar des unités industrielles de congélation et agro-alimentaires.

Volumes en surplus dans le réseau par infiltration estimés à environ 10% du volume total.

(*) Données non disponibles pour 2010.

La consommation moyenne spécifique d'eau potable du gouvernorat est de 101 l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie).

Pour chaque commune la consommation spécifique d'eau potable est indiquée comme suit :

Tableau 2.1-35: Consommation spécifique d'eau potable (2009)

Commune	Consommation spécifique d'eau potable (L/ hab/j) 2009
Mahres	88
Jebeniana	88
Tyna	93
El Hench	87
Agareb	85
Sakiet Ezzit	98
Sakiet Eddaier	98
Chihia	95
El Ain	95
Gremda	93
Sfax Ville	104

Les interventions prévues pour chaque commune du gouvernorat de Sfax sont résumées sur le tableau suivant :

Tableau 2.1-36: Interventions prévues pour le gouvernorat de Sfax par commune

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
Agareb			2	1
Chihia	1		3	
El Ain			4	
Gremda			5	
El Hench			2	
Jebeniana			2	
Mahres	1	1	2	1
Sakiet Eddaier	1		3	
Sakiet Ezzit	1		3	
Sfax	11	2	10	2
Tyna			2	1
Total	15	3	38	5

2.1.10 Gouvernorat de Sidi Bouzid

2.1.10.1 Contexte géographique et démographique

Le gouvernorat de Sidi Bouzid fait la liaison entre la Tunisie steppique et la Tunisie présaharienne. Il est entouré par six gouvernorats : Siliana au nord, Gabès au sud, Gafsa et Kasserine à l'ouest et Sfax et Kairouan au nord-est.

Le gouvernorat de Sidi Bouzid comptait une population de 395 506 habitants en 2004, ce qui correspondait à 3,99% de la population de la Tunisie. Cette même année, le total des ménages était de 76 771 et le nombre de logements de 89 304.

Il y a seulement une commune qui fait partie de la présente étude dans ce gouvernorat: Sidi Bouzid. Cette commune correspond aussi à celle prise en charge par l'ONAS.



Figure 2.1-31: Plan de localisation et découpage administratif du gouvernorat de Sidi Bouzid

Sidi Bouzid est éloigné de la mer (135 kilomètres à l'ouest de Sfax) et de la capitale (265 kilomètres au sud de Tunis) et souffre d'une situation d'enclavement qui a limité son développement.

Tableau 2.1-37: Population, Ménages et Logements pour la commune prise en charge dans le gouvernorat de Sidi Bouzid (2004)

Communes	Population	Ménages	Logements
Sidi Bouzid	39 915	8 729	9 667

2.1.10.2 Contexte physique

Topographie

Le site de la ville est une cuvette cernée de montagnes (dont le Djebel El Kbar culminant à 793 mètres d'altitude) et menacée par les crues des oueds Gammouda et Falet Galla. La quasi-totalité de la région (à l'exception des reliefs) est caractérisée par une pente faible entre 0 et 3%.

Géologie

La majorité des affleurements de la région de Sidi Bouzid sont constitués par des alluvions quaternaires. Ces dernières sont formées essentiellement de sables, argiles et limons. Les lits des oueds sont formés par des dépôts plus perméables (sables, graviers et limons sableux). Les zones de reliefs sont formées par des dépôts carbonatés (calcaires et dolomies) et des argiles. Les dépressions salées (sebkhas et garaâts) sont formées par des argiles, des silts et des gypses (figure 2.1-32). La dominance des affleurements limoneux au centre des bassins et des plaines a permis l'extension de l'agriculture (oléicultures et cultures maraîchères) dans cette région.

Hydrologie et Hydrogéologie

Sidi Bouzid est située au-dessus de la plus vaste nappe phréatique du pays qui atteint une superficie de 600km² pour une épaisseur pouvant atteindre cinquante mètres.

Les données de forages et les corrélations hydro-litho-stratigraphiques montrent que la majorité des nappes phréatiques de la région de Sidi Bouzid sont de nature lenticulaire. Il s'agit des systèmes aquifères multicouches dont les niveaux réservoirs sont logés dans des niveaux sableux à sablo-argileux et parfois graveleux. Ces niveaux plus ou moins communicants sont séparés par des couches imperméables à semi-perméables (argileuses et argilo-sableuses) dont l'extension latérale est souvent discontinue.

Les nappes phréatiques de la région de Sidi Bouzid sont de plus en plus exploitées pour répondre aux besoins grandissants de l'irrigation. Dans le but d'augmenter les quantités d'eau disponibles, des études ont été menées en collaboration entre les universités Tunisiennes et les universités internationales, particulièrement Françaises.

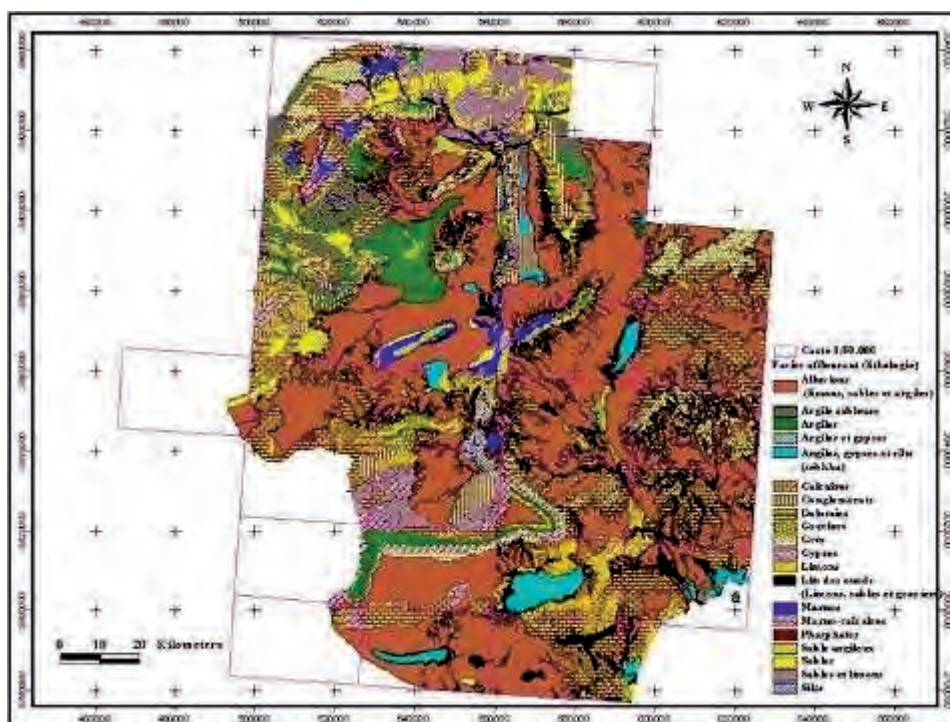


Figure 2.1-32: Carte géologique de Sidi Bouzid

2.1.10.3 Climat

La moyenne des précipitations annuelles est de 121.14 millimètres et les températures moyennes varient entre 13,1 °C en hiver et 27,5 °C en été.

La figure suivante présente les températures minimales, moyennes et maximales des dernières années à Sidi Bouzid.

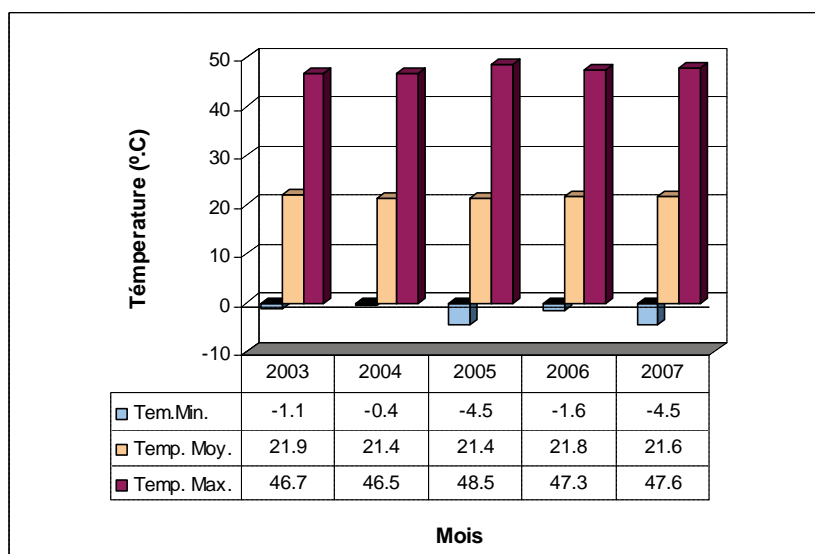


Figure 2.1-33: Température minimales, moyennes et maximales pour Sidi Bouzid (Source : INM 2010)

La figure suivante présente la pluviométrie annuelle des dernières années ainsi que le nombre annuel de jours de pluie. La moyenne annuelle des précipitations enregistrées de 2003 à 2007 est de 121,14 mm par an.

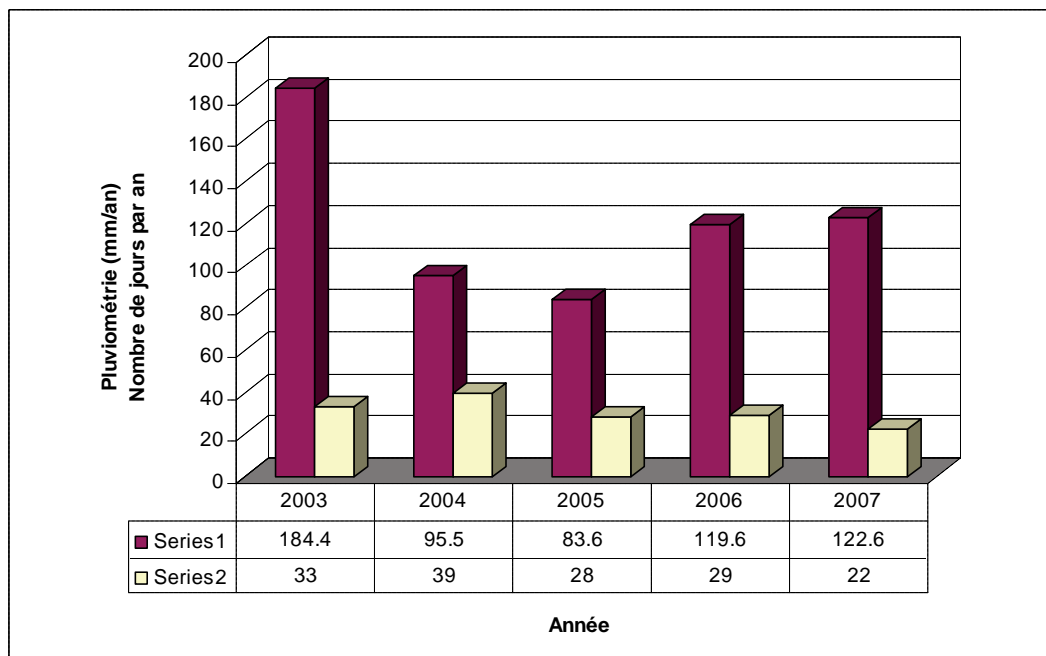


Figure 2.1-34: Pluviométrie annuelle de Sidi Bouzid (Source : INM)

2.1.10.4 Activités économiques

Les principales activités économiques du gouvernorat sont l'agriculture et l'industrie textile.

Le tableau ci-dessous présente le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS.

Tableau 2.1-38: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Sidi Bouzid	2	50	14	412

Source : Fédération Tunisienne de l'Hôtellerie – 2010 et ONAS 2010

2.1.10.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente les principaux indicateurs de service d'assainissement des eaux usées, divisés en indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs d'ouvrage et indicateurs d'exploitation.

Tableau 2.1-39: Indicateurs de service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat de Sidi Bouzid

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge par l'ONAS	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	1
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	39 915
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	44 438
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	8 729
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	9 667
	Habitants par logement en 2004	hab.	4,6
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	N.D.
	Surface du gouvernorat	km ²	6 994
	Estimation de la densité de population de la commune chef-lieu (Sidi Bouzid) en 2004	hab. /km ²	3 720
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population branchée en 2009 (*)	hab.	25 788
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	9 608
	Taux de branchement en 2010	%	N.D.
	Taux de branchement prévu en 2029	%	N.D.
	Boîtes de branchement en 2010	u.	N.D.
Indicateurs d'ouvrage	Linéaire du réseau	km	N.D.
	Stations de pompage	u.	N.D.
	Stations d'épuration	u.	N.D.
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	14,76
	Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	6,9
	Estimation de réalisation de boîtes de branchement	u.	530
	Stations de pompage à réhabiliter	u.	0
	Stations de pompage à construire	u.	0
Indicateurs d'exploitation	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, industriels, commerciaux/collectifs et touristiques) ⁽¹⁾	m ³ /jour	N.D.
	Estimation du débit parasite	m ³ /jour	N.D.
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	N.D.

N.D. - Donnée non disponible

(*) Données non disponibles pour 2010.

La consommation moyenne d'eau potable du gouvernorat est de 77 l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie en 2009).

Les interventions prévues pour la commune concernée du gouvernorat de Sidi Bouzid sont résumées sur le tableau suivant :

Tableau 2.1-40: Interventions prévues pour le gouvernorat de Sidi Bouzid par commune

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
Sidi Bouzid	9		6	1

2.1.11 Gouvernorat de Siliana

2.1.11.1 Contexte géographique et démographique

Le gouvernorat de Siliana est entouré par sept autres gouvernorats : le gouvernorat de Béja au nord-est, de Jendouba au Nord-Ouest, d'El Kef à l'ouest, de Zaghuan et Kairouan à l'est et de Kasserine et Sidi Bouzid au sud, ce qui lui donne un rôle de point de passage entre les régions du Nord-Ouest, du centre et du sud du pays.

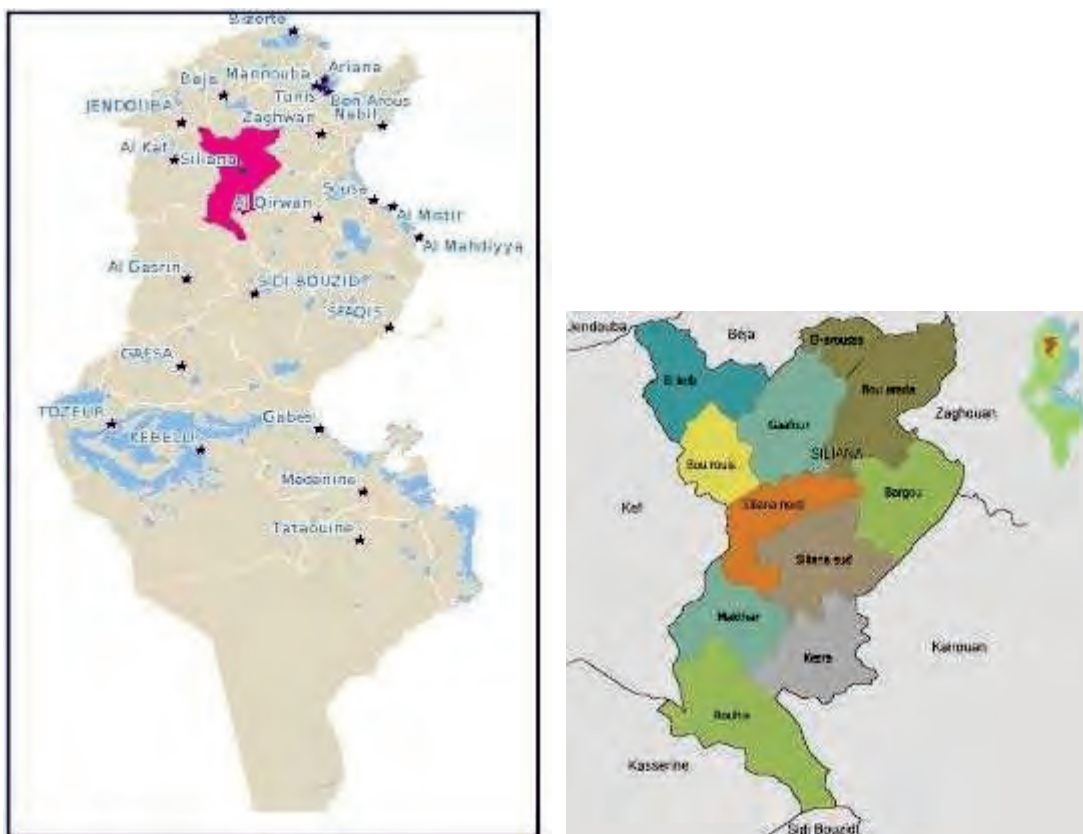


Figure 2.1-35: Plan de localisation et découpage administratif du gouvernorat de Siliana

Le gouvernorat de Siliana comptait une population de 233 985 habitants en 2004, ce qui correspondait à 2,36% de la population de la Tunisie. Cette même année, le total des ménages était de 48 448 et le nombre de logements de 51 075.

Les communes de la présente étude qui font partie de ce gouvernorat sont: Siliana, Bou Arada, et El Krib.

La ville de Siliana, chef-lieu du gouvernorat, est située à une distance de 125 km environ de Tunis par la route RN4, en bordure de l'oued Siliana et à 60 km en amont de sa confluence avec l'oued Medjerda.

La ville de Bou Arada, siège de délégation dans le gouvernorat de Siliana, est située à 90 km environ de Tunis par les routes RN4 et RR47 et à 28 km de la ville d'El Fahs. Elle est desservie par la voie ferrée qui relie Pont du Fahs au Kef et à Jerissa / Kalâa Khesba.

La ville du Krib, siège de délégation du gouvernorat de Siliana, se trouve à 42 km environ au Nord-Ouest de la ville de Siliana, et à 120 km de Tunis. Elle est traversée par la route RN5 reliant Tunis au Kef.

Le tableau suivant présente les données extraites des résultats du recensement de 2004 concernant les communes prises en charge:

Tableau 2.1-41: Population, Ménages et Logements pour les communes prises en charge dans le gouvernorat de Siliana (2004)

Communes	Population	Ménages	Logements
Siliana	24 243	5 490	5 812
Bou Arada	12 273	2 757	2 801
El Krib	7 811	1 743	1 820
Total	44 327	9 990	10 433

2.1.11.2 Contexte Physique

Topographie

Le gouvernorat de Siliana est traversé par deux chaînes montagneuses : le Tell au nord et l'Atlas au sud, et les formes de transition, collines et plateaux, y occupent une grande place.

La ville de Siliana construite sur la plaine de l'oued Siliana est caractérisée par un relief assez plat : 420m d'altitude en moyenne. La ville présente une pente générale du Sud-ouest vers le Nord-Est avec une ligne de crête séparatrice Sud-Ouest – Nord-Est la partageant en deux bassins versant.

La ville de Bou Arada a de fortes pentes vers le Nord-est d'une part et le Nord-Ouest d'autre part. La cote du terrain naturel varie de 270m NGT à 234m NGT.

La topographie générale de la région du Krib est très accidentée. Le relief est formé par de nombreux Djebels de directions variées, faisant partie de la longue chaîne montagneuse de l'Atlas. La ville se caractérise par des pentes assez régulières du Nord-Ouest vers le Sud – Est et se trouve à une altitude de 470 m NGT.

Géologie

Au stade de l'avant-projet sommaire de la STEP de Siliana, une campagne préliminaire de sondage de reconnaissance géotechnique a été effectuée. Celle-ci a comporté principalement l'exécution de forages à la tarière au nombre de 6 et le prélèvement d'échantillons (au nombre de 10) pour analyse d'identification.

Dans le cadre des études APD, une seconde campagne a été réalisée comprenant :

- Au niveau du réseau :
 - exécution de 3 forages à la tarière ; profondeur égale à 5m sur le tracé du réseau projeté ;
 - exécution d'un pénétromètre statique et d'un pressiomètre.

- Au niveau de la STEP :

- exécution de 6 sondages pressiométriques;
- exécution de 4 forages à la tarière de 5,00m de profondeur.

Ces campagnes géotechniques ont mis en évidence les formations suivantes au droit de la STEP. Sous une couverture de terre végétale de 30 cm d'épaisseur environ, on rencontre deux horizons principaux :

- Le premier est constitué d'argile tufeuse blanchâtre peu graveleuse avec des passages rocheux ou des galets. L'épaisseur de cet horizon est variable de 3 à 4m dans la plus grande partie du site sauf au droit du dessableur où elle atteint 6m. Les caractéristiques mécaniques sont excellentes, avec une résistance élevée et une compressibilité très faible : $E_p=220\text{bars}$; $Pl=23\text{bars}$.
- La deuxième couche est constituée d'argile légèrement limoneuse. Bien que les caractéristiques géotechniques soient moins performantes que celle de la couche supérieure, elles restent très bonnes : la résistance est élevée et la compressibilité est faible $E_p=122\text{ bars}$ et $Pl=16\text{bars}$ avec 18,3 bars en moyenne.

Lors de la campagne géotechnique de l'APD, la nappe phréatique n'a pas été rencontrée.

Les stations d'épuration, de refoulement et de pompage sont donc fondées sur un radier général ancré dans les formations argileuses mentionnées ci-dessus.

Les travaux de terrassement pour les réseaux ne doivent pas présenter de difficultés majeures car le sol rencontré au-dessous de la terre végétale est de l'argile avec des passages rocheux ou des galets (aQ sur la figure 2.1-36).

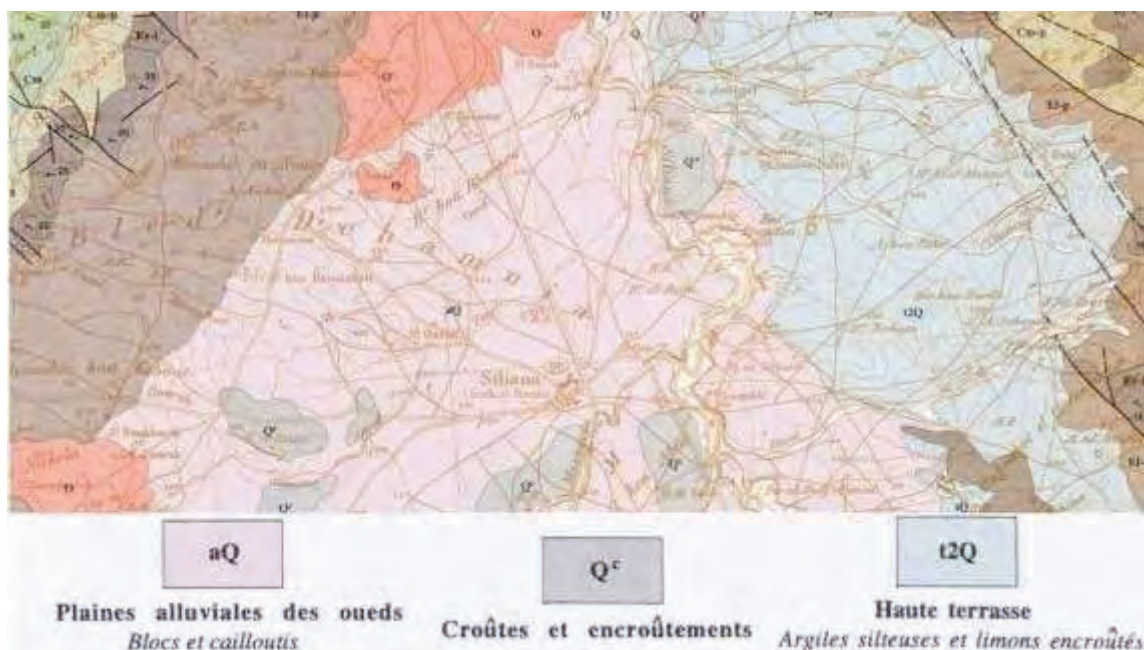


Figure 2.1-36: Carte géologique de Siliana

Les affleurements géologiques rencontrés dans la ville du Krib vont des marnes aux calcaires en passant par une gamme variée de marne calcaire et de calcaire marneux.

Hydrogéologie - Hydrologie

La ville de Siliana est longée à l'est par l'oued Massouge dont le bassin versant est relativement important (120km²) et est traversée dans sa partie ouest par le thalweg du ravin Enfidha (oued Tamarit) dont la surface du bassin versant peut être évaluée à 350 ha. Ces deux oueds sont intéressants dans le contexte d'assainissement de Siliana car :

- l'oued Massouge ne crée pas d'inondations dans la ville ;
- le ravin Enfidha traverse la ville et est source de soucis en cas d'orages violents (le débit cinquantennal a été évalué à 5,4m³/s).

Un collecteur d'eau pluviale a été réalisé en 1993 – 1994 pour la protection de la ville de Siliana contre les inondations. Le collecteur est constitué de l'amont à l'aval par les ouvrages suivants :

- canal à ciel ouvert (2,00m x 1,60m) de longueur 250 m environ ;
- dalot couvert (2,00m x 1,60m) de longueur 1 730 m environ ;
- canal à ciel ouvert de longueur 670m.

Ce collecteur d'eau pluviale se rejette dans l'oued Tamarit.

La salinité des eaux varie de 1,0 à 3g/l.

La ville de Bou Arada est bâtie sur les premières pentes des collines qui bordent une riche plaine agricole. Elle est délimitée du côté Ouest par l'oued Bou Arada et à l'Est par l'oued Bou Abdellah. Un nouvel affluent de l'oued Bou Arada s'est formé dernièrement et délimite la partie Nord de la ville.

La ville du Krib est traversée par les oueds H'ddid à l'Ouest et Bridâa. Ces deux oueds sont deux affluents de l'oued Abderabou.

2.1.11.3 Climat

Le gouvernorat de Siliana est caractérisé par un climat semi-aride. Les précipitations annuelles moyennes sont évaluées à 450 mm/an, avec 500 millimètres sur les hauteurs et 300 millimètres dans les plaines. La température moyenne est de 17,75°C.

La figure suivante présente la moyenne annuelle de précipitation enregistrée sur 31 ans d'observation (1976-2006) au niveau de la station de Siliana Agricole, soit 415 mm par an.

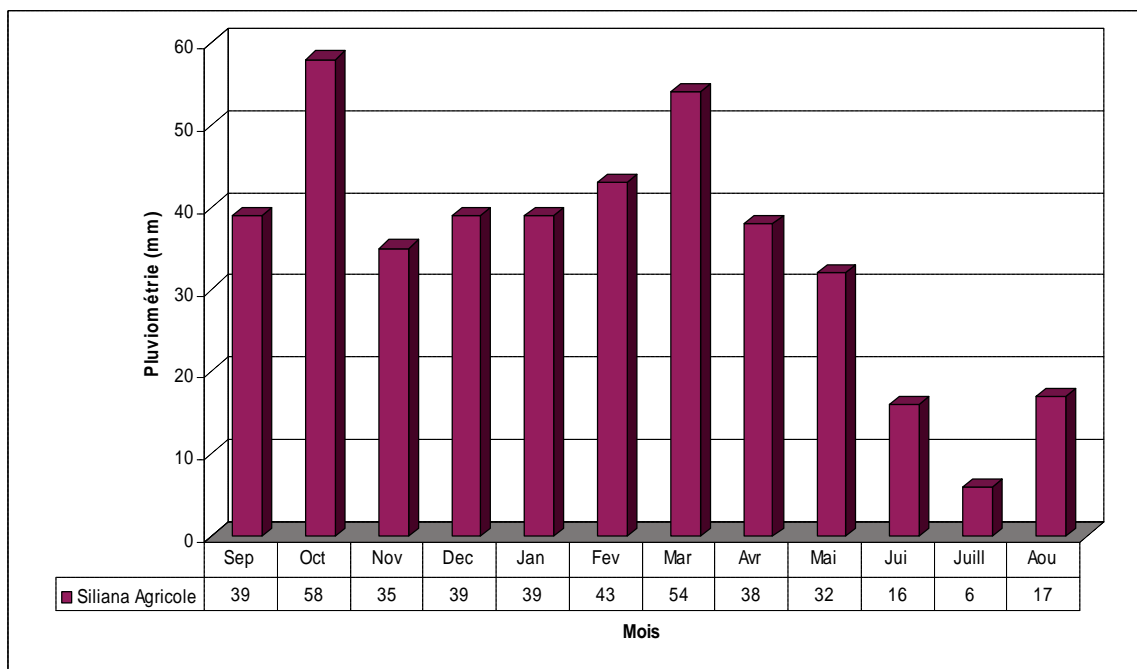


Figure 2.1-37: Pluviométrie annuelle de Siliana (Source : INM)

2.1.11.4 Activités économiques

Les principales activités économiques du gouvernorat sont l'agriculture et l'industrie textile.

Le tableau 2.1-42 présente le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS.

Tableau 2.1-42: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Siliana	1	32	1	8,3
Bou Arada	-	-	2	10
El Krib	-	-	-	-
Total	1	32	3	-

Source : Fédération Tunisienne de l'Hôtellerie – 2010 et ONAS 2010

2.1.11.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente les principaux indicateurs de service d'assainissement des eaux usées, divisés en indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs d'ouvrage et indicateurs d'exploitation.

Tableau 2.1-43: Indicateurs de service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat de Siliana

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge par l'ONAS	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	4
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	53 685
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	56 688
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	12 314
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	13 031
	Habitants par logement en 2004	hab.	4,4
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	N.D.
	Surface du gouvernorat	km ²	4 642
	Estimation de la densité de population de la commune chef-lieu (Sfax) en 2004	hab. /km ²	4 041
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population branchée en 2010	hab.	53 740
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	15 359
	Taux de branchement en 2010	%	94,8
	Taux de branchement prévu en 2029	%	98
	Boîtes de branchement en 2010	u.	14 300
Indicateurs d'ouvrage	Linéaire du réseau	km	174
	Stations de pompage	u.	10
	Stations d'épuration	u.	2
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	15
	Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	5
	Estimation de réalisation de boîtes de branchement	u.	N.D.
	Stations de pompage à réhabiliter	u.	6
	Stations de pompage à construire	u.	0
Indicateurs d'exploitation	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, industriels, commerciaux/collectifs et touristiques) ⁽¹⁾	m ³ /jour	N.D.
	Estimation du débit parasite	m ³ /jour	N.D.
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	5 182

N.D. Donnée non disponible

⁽¹⁾ Source principale de l'alimentation en eau potable : SONEDE, à partir de forages

Abonnés SONEDE en 2009 (29 895 domestiques, 72 industriels, 705 collectifs, 713 commerces)

Gros consommateurs d'eau : La zone industrielle de Siliana ne possède pas de gros consommateurs (consommation trimestrielle supérieur à 5 000 m³.)

(*) Données non disponibles pour 2010.

La consommation moyenne spécifique d'eau potable du gouvernorat est de 89 l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie en 2009).

Pour chaque commune la consommation spécifique d'eau potable est indiquée comme suit :

Tableau 2.1-44: Consommation spécifique d'eau potable (2009)

Commune	Consommation spécifique d'eau potable (l/hab/j 2009)
Siliana	100
Bou Arada	80
El Krib	75

Les interventions prévues pour chaque commune du gouvernorat de Siliana sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1-45: Interventions prévues pour le gouvernorat de Siliana par commune

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
Bou Arada	4			1
El Krib			1	
Siliana	4			
Total	8	0	1	1

2.1.12 Gouvernorat de Zaghouna

2.1.12.1 Contexte géographique et démographique

Le gouvernorat de Zaghouna, situé à 51 kilomètres de la capitale Tunis, est limité par les gouvernorats de Ben Arous et La Manouba au nord, Sousse et Kairouan au sud et Siliana et Béja à l'ouest.

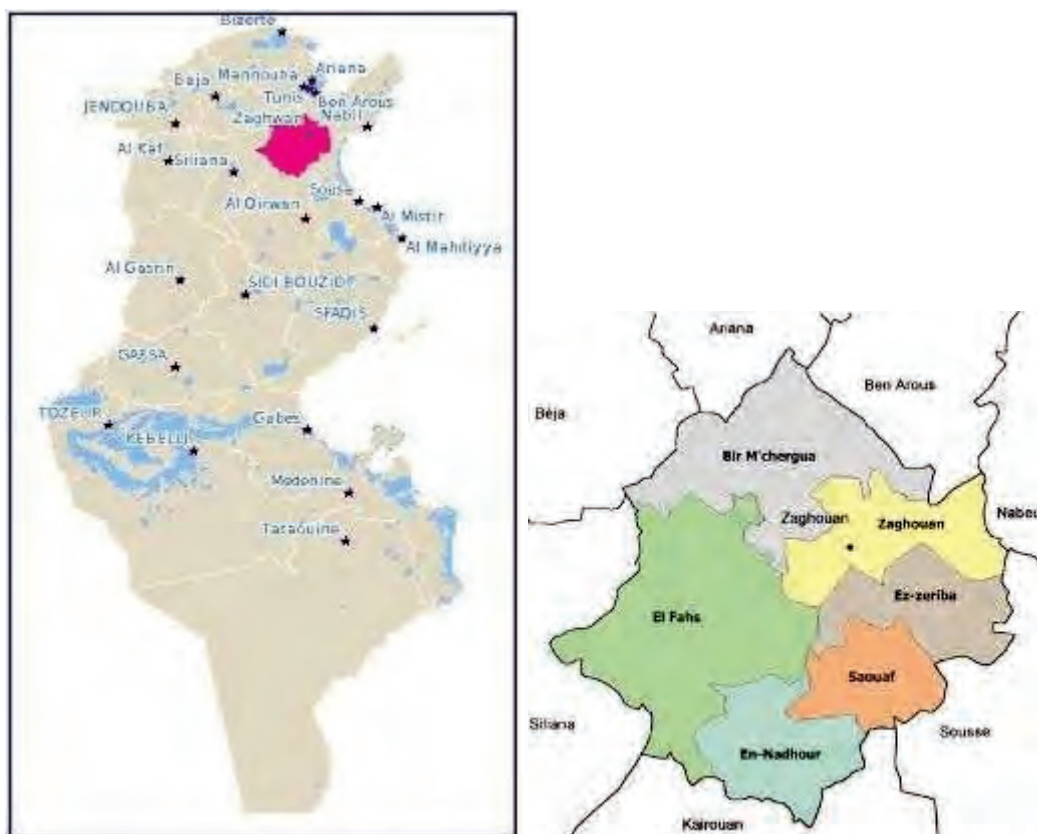


Figure 2.1-38: Plan de localisation et découpage administratif du gouvernorat de Zaghouna

Le gouvernorat de Zaghouna comptait une population de 160 963 habitants en 2004, ce qui correspondait à 1,62% de la population de la Tunisie. Cette même année, le total des ménages était de 33 523 et le nombre de logements de 34 959.

Les communes de la présente étude qui font partie de ce gouvernorat sont: Zaghouna, Hammam Zriba et El Fahs. Elles correspondent aux trois communes prises en charge par l'ONAS :

La ville de Zaghouna, chef-lieu du gouvernorat, est située à 60 km de Tunis, sur le contre fort du djebel Zaghouna et domine la plaine fertile du Nord qui forme la haute vallée de l'oued R'mel.

La ville de Hammam Zriba, délégation du gouvernorat de Zaghouna, est située dans la haute vallée de l'oued R'mel à 12 km de la ville de Zaghouna par la route RR133.

La ville d'El Fahs, délégation du gouvernorat de Zaghouan, est située au Sud-Ouest de Tunis, à environ 60 kilomètres par la route RN3. Elle est délimitée du Nord Est au Sud-Ouest par l'oued Bou Dhibben, affluent de l'oued Meliane.

Le tableau suivant présente les données extraites des résultats du recensement de 2004 concernant les communes prises en charge.

Tableau 2.1-46: Population, Ménages et Logements pour les communes prises en charge dans le gouvernorat de Zaghouan (2004)

Communes	Population	Ménages	Logements
Zaghouan	16 037	4 010	4 496
Hamam Zriba	9 002	2 039	2 164
El Fahs	19 315	4 128	4 355
Total	44 354	10 177	11 015

2.1.12.2 Contexte physique

Topographie

Les trois communes prises en charge dans l'Etude présentent un relief accidenté.

Géologie

Les principales caractéristiques géologiques pour les communes de ce gouvernorat sont décrites ci-après.

Les séries quaternaires de la ville de Zaghouan sont :

- Conglomérats, grès et argiles gris (P1 sur la figure 2.1-39)
- Croûtes et encroûtement calcaires (Q^c sur la figure 2.1-39)



Figure 2.1-39: Carte géologique de Zaghuan

Dans la région d'El Fahs, le relief est composé de chaînes de montagnes de piedmonts, de terrasses fluviales et de plaines d'accumulation. Les cuvettes des grandes plaines sont composées de jeunes sédiments et les sols sont marno-calcaires.

Hydrogéologie - Hydrologie

La ville de Zaghuan est drainée par l'oued Smar ; ce dernier se jette dans le golfe d'Hammamet. L'ancienne ville couronne un promontoire délimité par les ravinements du piedmont dus aux oueds orientés du Sud-Ouest au Nord-Est : l'oued Ennissa et l'oued Houch Jebara.

Hammam Zriba est traversée par l'oued El Hammam créant des inondations fréquentes pour la ville. La commune de Hammam Zriba, réputée pour ses sources thermales, est un centre touristique important.

2.1.12.3 Climat

Le gouvernorat de Zaghuan est caractérisé par un climat semi-aride. La température moyenne est de 18 °C et la pluviométrie annuelle varie de 350 à 550 millimètres selon les délégations, avec une moyenne de 504 mm/an.

2.1.12.4 Activités économiques

Le gouvernorat, de tradition agricole, a connu récemment un mouvement d'industrialisation.

Le tableau ci-dessous présente le nombre d'hôtels et d'unités industrielles par commune ainsi que les consommations d'eau des unités industrielles raccordées au réseau de l'ONAS.

Tableau 2.1-47: Données Touristiques et Données Industrielles par Commune

Commune	Données Touristiques		Données Industrielles	
	Nombre d'hôtels	Nombre de lits	Nombre d'unités	Consommation (m ³ /j)
Zaghouan	-	-	48	-
Fahs	-	-	21	-
Hammam Zriba	-	-	56	-
Total	-	-	125	-

2.1.12.5 Indicateurs concernant le service d'assainissement des eaux usées

Le tableau suivant présente les principaux indicateurs de service d'assainissement des eaux usées, divisés en indicateurs démographiques et territoriaux, indicateurs de niveau de service, indicateurs d'ouvrage et indicateurs d'exploitation.

Tableau 2.1-48: Indicateurs de service d'assainissement des eaux usées pour le gouvernorat de Zaghouan

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs démographiques et territoriaux pour les communes prises en charge par l'ONAS	Communes prises en charge par l'ONAS	u.	3
	Population prise en charge par l'ONAS en 2004	hab.	44 354
	Estimation de la population prise en charge par l'ONAS en 2010	hab.	46 204
	Ménages dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	10 177
	Logements dans les communes prises en charge par l'ONAS en 2004	u.	11 015
	Habitants par logement en 2004	hab.	4,2
	Taux d'accroissement du nombre des logements	%	2,8
	Surface du gouvernorat	km ²	2 768
	Estimation de la densité de population de la commune chef-lieu (Sfax) en 2004	hab. /km ²	3 412
Indicateurs de niveau de service pour les communes prises en charge	Estimation de la population branchée en 2010	hab.	44 772
	Nombre d'abonnés ONAS 2009 (*)	u.	12 474
	Taux de branchement en 2010	%	96,9
	Taux de branchement prévu en 2029	%	98,2
	Boîtes de branchement en 2010	u.	9 547
Indicateurs d'ouvrage	Linéaire du réseau	km	158
	Stations de pompage	u.	11
	Stations d'épuration	u.	3
	Estimation du linéaire de réseau à réhabiliter	km	52
	Estimation du linéaire de réseau à rallonger	km	7,5
	Estimation de réalisation de boîtes de branchement	u.	150
	Stations de pompage à réhabiliter	u.	0
	Stations de pompage à construire	u.	3

Type d'indicateur	Indicateurs	Unité	Valeur
Indicateurs d'exploitation	Estimation de la consommation d'eau potable en 2010 (usagers domestiques, industriels, commerciaux/collectifs et touristiques) ⁽¹⁾	m ³ /jour	5 165
	Estimation du débit parasite	m ³ /jour	N.D.
	Estimation du débit moyen des eaux usées	m ³ /jour	4 492

N.D. Donnée non disponible

⁽¹⁾ Source principale de l'alimentation en eau potable : SONEDE à partir de forages Abonnés SONEDE en 2009 (10 572 domestiques, 1 813 industriels, collectifs et commerces) Gros consommateurs d'eau : Zone industrielle de Zriba Hammam.

(*) Données non disponibles pour 2010.

La consommation moyenne d'eau potable du gouvernorat est de 97l/hab/j et a été estimée à partir des données de la SONEDE (volume consommé annuel et population desservie en 2009).

Pour chaque commune la consommation spécifique d'eau potable est indiquée comme suit :

Tableau 2.1-49: Consommation spécifique d'eau potable (2009)

Commune	Consommation spécifique d'eau potable (l/hab/j 2009)
El Fahs	85
Zaghuan	108
Hammam Zriba	107

Les interventions prévues pour chaque commune du gouvernorat de Zaghuan sont résumées dans le tableau suivant:

Tableau 2.1-50: Interventions prévues pour le gouvernorat de Zaghuan par commune

Communes	Réhabilitation		Extension	
	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)	Réseaux (u.)	Stations de pompage (u.)
El Fahs	8			
Hammam Zriba	10		1	1
Zaghuan	7		4	3
Total	25	0	5	4

2.2 METHODOLOGIE DE HIERARCHISATION DES INTERVENTIONS

Dans le cas où une intervention prévue va recevoir un financement dans le cadre d'un autre projet, elle sera éliminée de cette étude, ou des interventions pouvant être sélectionnées si le financement est intervenu en cours d'étude.

Le classement et la sélection des sites du projet sont faits en trois phases selon le type d'intervention, son intérêt et son coût. La première étape consiste à classer toutes les interventions en quatre catégories :

- Type A : Interventions urgentes qui annulent des risques pour la santé publique ou des situations graves pour l'environnement ;
- Type B : Interventions pour la réhabilitation de systèmes d'assainissement déjà existants ;
- Type C : Interventions pour l'extension de systèmes d'assainissement en zones déjà habitées, mais sans aucun réseau d'assainissement ;
- Type D : Interventions d'extension en zones non habitées avec intention d'urbanisation.

Le **Type A** ne sera utilisé que pour des situations exceptionnelles pour lesquelles l'intervention serait prioritaire par rapport à toutes les autres. Parmi toutes les interventions, seules celles qui contribuent à annuler des risques graves pour la santé publique ou des situations graves pour l'environnement pourront être classées comme interventions de Type A, qu'elles concernent des interventions de réhabilitation ou d'extension. Les interventions de Type A pourront par exemple concerner une situation concrète d'interférence dans le cycle urbain de l'eau, c'est-à-dire une contamination des captages d'eau, une annulation du potentiel de développement de nombreuses maladies liées à un milieu malsain, et une contamination de zones sensibles au niveau de l'écologie et de l'environnement.

Pour ne pas avoir un excès de **Type A**, le nombre d'interventions pouvant être classées dans cette catégorie sera limité au maximum à cinq pour cent du nombre total d'interventions. Ce classement ne résulte pas de l'application de critères économiques, car les avantages sont estimés d'une importance indiscutable. Ces interventions auront donc priorité sur toutes les autres, indépendamment des coûts associés.

Après réalisation des interventions de Type A, les interventions de Type B doivent être réalisées en priorité.

Les interventions de **Type B** sont celles qui concernent une réhabilitation de systèmes déjà existants, comme la reconstruction, la restauration et le réaménagement d'un réseau d'assainissement ou d'une station de pompage. En ce qui concerne les stations de pompage, les économies d'énergie, et par conséquent la réduction des charges d'exploitation, peuvent être le grand enjeu de la réhabilitation. Une augmentation de la qualité environnementale et une réduction des problèmes affectant la qualité du service offert aux clients peuvent être obtenus par la mise à niveau des infrastructures d'assainissement.

Le **Type C** comprendra des interventions d'extension sur des sites déjà urbanisés et habités, mais qui, pour une raison quelconque, ne disposent pas encore de réseau d'assainissement. En classant ces interventions comme étant de Type C, la priorité sera donnée aux sites où la population desservie augmentera et par conséquent le nombre de connexions et de clients pour le système d'assainissement. Les interventions d'extension qui optimisent la rentabilité des

infrastructures primaires, en particulier les stations d'épuration, seront aussi incluses dans cette catégorie.

Certains sites d'extension sont associés à la construction de stations de pompage, et construire seulement les stations de pompage n'est pas raisonnable si les réseaux associés ne sont pas sélectionnés. Seuls les sites de stations de pompage considérés comme indépendants pourront être classifiés indépendamment en intervention de Type C.

Le **Type D** concerne des interventions d'extension en zones non habitées avec intention d'urbanisation. Il n'y a dans ce cas ni augmentation de la population desservie, ni pollution hydrique produite. De ce fait, ces interventions seront les dernières à être réalisées. Il ne faut pas oublier que, quand une opération d'urbanisation est prévue, l'infrastructure doit être conçue et réalisée avant la construction des bâtiments en fonction de la population desservie et ces interventions doivent également être prises en compte.

Toutes les interventions étant déjà classées par type, la deuxième phase pourra commencer. Elle consistera à subdiviser les Types B et C en deux sous-catégories en fonction de l'intérêt de chaque intervention. Si l'intervention a un degré d'intérêt élevé, elle sera classée en sous-catégorie 0. Dans le cas contraire, elle sera classée en sous-catégorie 1.

Les critères à remplir pour un classement de l'intervention en sous-catégorie 0 sont énumérés dans le Tableau ci-après.

Tableau 2.2-1: Critères d'intérêt des interventions de Type B et C, catégorie 0

Interventions de Type B	Interventions de Type C
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Résolution de blocages / fuites fréquentes des eaux usées; ▪ Substitutions d'équipements fondamentaux endommagés; ▪ Transformations de réseaux unitaires en systèmes séparatifs sans déversoirs d'orage; ▪ Systèmes de conception / construction déficiente qui n'ont pas été mis en service; ▪ Réduction du débit d'eaux claires parasites. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Satisfaire une demande pressante en service d'assainissement ; ▪ Branchement à une STEP à réhabiliter dans le cadre de l'étude.

La dernière phase consistera à estimer le coût de chaque intervention et la population bénéficiaire (actuelle pour les Types B et C et prévue pour la catégorie D), et à en déduire une estimation du coût per-capita pour chaque intervention. Pour chaque catégorie décrite ci-dessus, les interventions seront classées de la moins chère par habitant à la plus chère par habitant. Une plus grande importance sera donc accordée aux interventions qui pour un même coût desservent plus d'habitants.

Notez que la population bénéficiaire n'est pas nécessairement égale à la population directement relié à l'intervention. Elle comprend toutes les personnes en amont de l'intervention d'une infrastructure, dont les eaux usées sont transportées par lui.

La figure suivante présente l'organigramme du classement par ordre de priorité des interventions. La sélection des interventions doit être faite selon le budget disponible et le classement obtenu, puisque les catégories inférieures n'offrent pas une amélioration significative de la population, une augmentation des ressources financières de l'exploitant, ou même pour l'environnement.

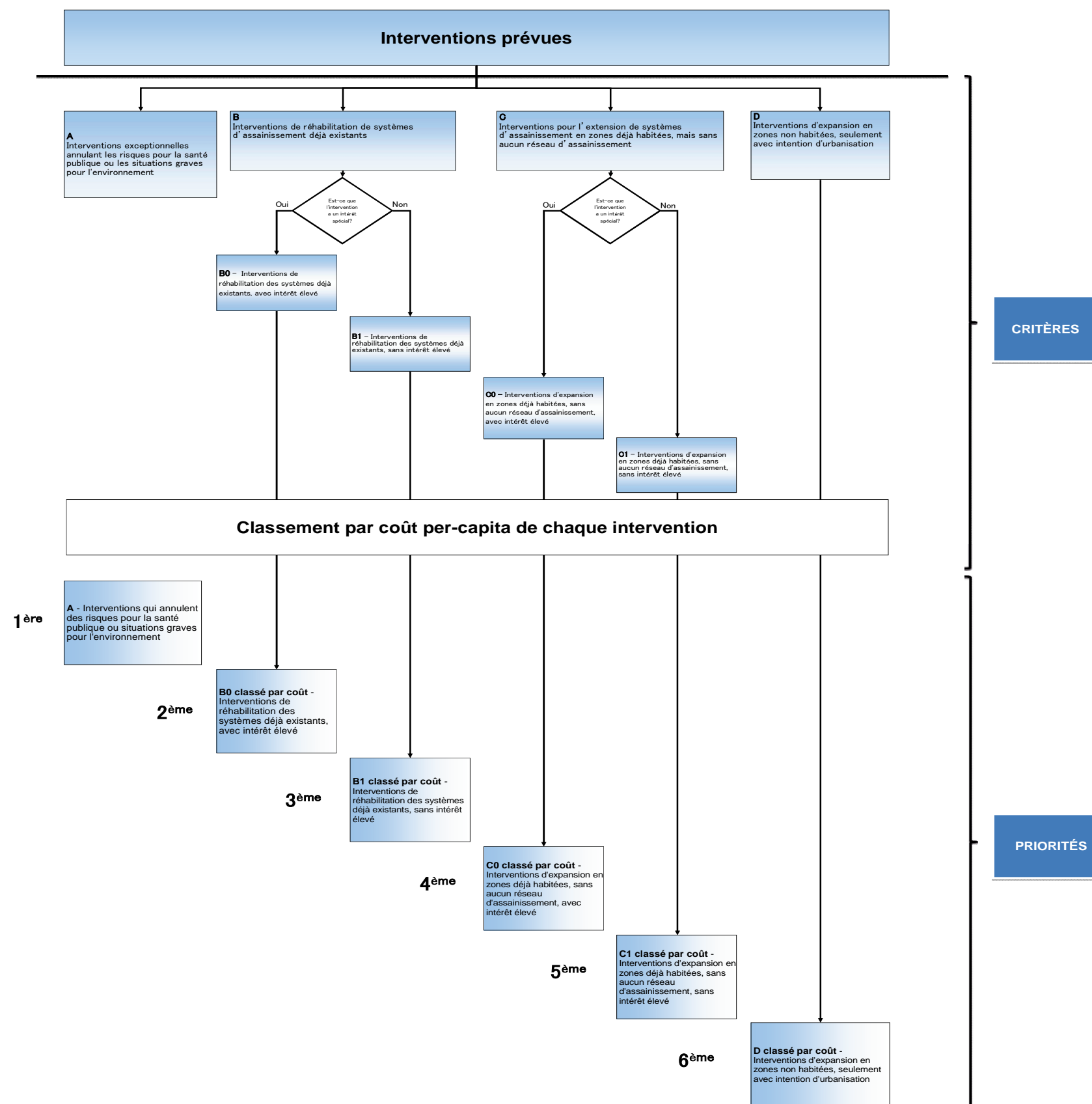


Figure 2.2-1: Méthodologie de classement par ordre de priorité des interventions

2.3 CRITERES DE DIMENSIONNEMENT

2.3.1 Horizon de projet

L'horizon d'un projet est sa durée de vie, c'est-à-dire le nombre d'années pendant lesquelles le système d'assainissement des eaux usées, donc le Génie Civil, les systèmes électriques et électromécaniques, les structures accessoires et les équipements sont censés fonctionner correctement.

Les facteurs les plus importants qui ont influencé le choix de l'horizon pour les systèmes d'approvisionnement en eau proposés seront les suivants :

- Durée de vie du génie civil et des équipements (électriques et mécaniques) ;
- Remboursement des investissements ;
- Conditions d'exploitation dans les premières années d'exploitation (surdimensionnement de la capacité au départ).

Le dimensionnement des réseaux et des stations de pompage prend comme horizon de projet l'année 2029, soit 19 ans après la présente étude.

Afin d'évaluer les débits d'eaux usées d'origine domestique, industrielle et touristique, nous tiendrons compte de l'évolution du réseau à l'horizon du projet.

2.3.2 Détermination des bassins versants

Un bassin versant est une surface qui se déverse dans une section donnée du réseau, donc ayant un exutoire commun pour les écoulements de surface.

Afin de déterminer les bassins versants de chaque zone d'intervention, les plans analysés lors de l'étude sont:

- Les plans topographiques de la zone d'étude ;
- Les plans du réseau d'assainissement ;
- Les plans des bassins versants des fleuves, cours d'eau, etc.

La méthodologie employée pour déterminer les bassins versants pourra varier en fonction de la dimension et du type d'intervention, mais la première étape est identique dans tous les cas. Elle consiste à déterminer le point de liaison à un réseau existant, à une STEP, à une station de pompage, etc. La deuxième étape est la détermination de la surface drainée gravitairement par le point de liaison déterminé auparavant. Cette analyse est fondée sur les plans listés ci-dessus. Une attention doit être portée sur le relief artificiel et les effets des aménagements urbains.

Le tracé des bassins versants doit également prendre en compte la possibilité d'inclusion de stations de pompage. Il est également important d'estimer la surface d'influence au-delà du bassin versant proprement dit, c'est-à-dire de toute la zone drainée par un point de liaison et de tenir compte des réseaux existants et projetés ainsi que de leurs sens d'écoulement.

Si nécessaire, les caractéristiques suivantes peuvent être déterminées :

- Occupation et utilisation des terrains ;
- Surface du bassin versant ;
- Longueur ;
- Pente maximum ;
- Pente minimum ;
- Pente moyenne ;
- Temps de concentration ;
- Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques générales.

2.3.3 Population desservie pour chaque intervention

Chaque intervention proposée bénéficiera à une certaine population localement déterminée. Cette population ne correspond pas nécessairement à la totalité de la population intégrée dans le bassin versant concerné par cette intervention.

L'estimation de la population desservie (en 2009) pour chaque intervention a été obtenue sur la base des informations suivantes fournies par l'ONAS au cours de la mission :

- a) Population desservie indiquée par l'ONAS ;
- b) Implantation du réseau ;
- c) Nombre moyen d'habitants par maison :
 - 4 à 5 personnes par maison ;
- d) Nombre de logements ;
- e) Nombre de boîtes de branchement :
 - indication par l'ONAS ;
 - estimation selon la longueur du réseau :
 - 1 boîte de branchement / 10 mètres dans les zones les plus denses ;
 - 1 boîte de branchement / 20 mètres dans les zones les moins denses.

Dans les rares cas¹ où la population n'a pas été fournie par l'ONAS, la population desservie a été estimée en utilisant la densité de population moyenne indiquée par la direction régionale de l'ONAS, ou en utilisant les indicateurs suivants utilisés par l'ONAS:

Tableau 2.3-1: Densité de population moyenne d'habitants par hectare selon le type de logement

Type de logement	Densité moyenne d'habitants (hab/ha)
Groupé	165
Individuel continu	125
Individuel discontinu	100
Noyau central	225

¹ Les trois interventions SIL-Sil-RS-Rh-1, SIL-Sil-RS-Rh-2 et SIL-Sil-RS-Rh-3.

2.3.4 Débit de dimensionnement

2.3.4.1 Considérations générales

Les débits pris en compte comme apports contributifs pour les réseaux d'assainissement des eaux usées incluent les débits domestiques, industriels, touristiques, et d'infiltration. Les débits de dimensionnement correspondant à chaque tranche sont estimés pour l'horizon de projet et prennent en compte un facteur de pointe instantanée.

2.3.4.2 Débits domestiques

Le calcul du débit des eaux usées est basé sur les données urbanistiques, telles qu'occupation des sols, et sur les statistiques relatives à la consommation spécifique d'eau potable pour les différents usages.

La projection de la consommation moyenne d'eau pour l'année 2029 correspond aux débits prévus pour chaque commune, basés sur les besoins spécifiques de ses différents types de consommateurs.

Le débit moyen d'eaux usées d'origine domestique est déterminé d'après la consommation d'eau moyenne en utilisant un coefficient de rejet de 0,8 (usagers domestiques) ou 0,9 (usagers touristiques). Ce coefficient traduit le pourcentage d'eau utilisée et rejetée à l'égout:

$$N = 0,8M$$

Où:

N Rejet spécifique d'eau usée en L/hab./jour

M Consommation spécifique d'eau potable en L/hab./jour

La consommation spécifique d'eau potable pour chaque commune est indiquée au paragraphe 2.1.

A chaque mode d'occupation du sol correspond un débit spécifique d'eau usée déterminé à partir de la densité de population et du rejet spécifique d'eaux usées. Le débit spécifique d'eau usée domestique est donné par:

$$q = \frac{P}{24} \frac{N}{3600} \quad \text{en litre/seconde/hectare}$$

Où:

P Densité de population par hectare

Le débit moyen par seconde pour les eaux usées d'origine domestique est donné par la formule suivante:

$$Q_m^D = q \times S \quad \text{en litre par seconde}$$

Où:

S Superficie du bassin considéré en hectares

Le coefficient de pointe est estimé à l'aide de la formule empirique suivante relative à l'assainissement des agglomérations.

$$Kph = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m^D}} \quad ; \quad Kph \leq 3$$

Ainsi, le débit domestique de pointe en l/s est donné par la formule suivante:

$$Q_p^D = Kph \times Q_m^D$$

La quantité d'eau usée produite par la population associée à chaque section du réseau sera considérée. Cette valeur s'ajoute au débit provenant des branchements en ligne, car elle se déplace en aval dans le système.

Pour le dimensionnement des réseaux gravitaires, l'amortissement de l'écoulement de l'amont vers l'aval qui conduit à une réduction du facteur de pointe en fonction de l'augmentation de la population cumulée/ débit moyen journalier est pris en compte. Il en résulte que les débits élevés assumés à l'amont deviennent de plus en plus petits en aval.

2.3.4.3 Débits industriels

Les débits principaux des eaux usées d'origine industrielle seront déterminés dans les réseaux d'assainissement des communes. Seuls les débits en provenance de zones industrielles ou de grandes usines sont pris en compte. Le reste des débits industriels est considéré comme inclus dans les débits domestiques.

Les débits moyens des eaux usées industrielles sont évalués sur la base de débits spécifiques, pouvant eux-mêmes être évalués par unité de surface de la zone industrielle ou par activité spécifique d'une usine.

Les eaux usées industrielles sont considérées comme des débits centralisés qui ne sont pas sujets aux mêmes modulations saisonnières et horaires que les eaux d'origine domestique ou collective. Le débit industriel de pointe sera déterminé à partir d'un coefficient de pointe de 2,0.

$$Q_p^I = 2,0 \times Q_m^I$$

Où:

$$Q_m^I \quad \text{Débit industriel moyen}$$

2.3.4.4 Débits touristique

La méthodologie utilisée pour estimer les débits du tourisme est identique à celle utilisée pour les débits industriels. Les débits considérés sont uniquement ceux provenant des grands hôtels, des villages touristiques ou de grandes concentrations d'habitations secondaires. Le reste des débits touristiques est considéré comme inclus dans les débits domestiques.

Les débits moyens des eaux usées touristiques sont évalués sur la base de débits spécifiques, pouvant eux-mêmes être évalués par nombre de lits ou par type et unité de surface de la zone touristique.

Le débit touristique de pointe est déterminé à partir d'un coefficient de pointe de 2,0.

$$Q_p^T = 2,0 \times Q_m^T$$

Où:

$$Q_m^T \quad \text{Débit moyen touristique}$$

2.3.4.5 Débit d'Eaux Claires Parasites

Les eaux claires parasites pénètrent dans le réseau par des connexions directes, des erreurs de branchements, des branchements illégaux ou des imperfections structurelles.

La pénétration des eaux claires parasites a un caractère diffus et peut être observable après un épisode pluvieux ou dans le cas d'un niveau de nappe phréatique élevé.

Le calcul du débit des eaux claires parasites (débit d'infiltration) sera déterminé en considérant que la valeur de ce débit se situe entre 40% et 70% du débit moyen des eaux usées d'origine domestique. Le choix du pourcentage d'affluence des eaux claires parasites, C , aura pour base une évaluation qualitative des réseaux, des caractéristiques de chaque commune et du type d'intervention (réhabilitation/extension). La valeur adoptée est en moyenne 50%.

$$Q^P = C \times Q_m^D$$

2.3.4.6 Débit total à évacuer

Le débit de dimensionnement en système séparatif correspond à la somme des débits de pointe horaire des eaux usées des différentes origines et du débit des eaux claires parasites. Ce débit est utilisé pour calculer les sections des canalisations des eaux usées.

$$Q_p^{Dim} = Q_p^D + Q_p^I + Q_p^T + Q^P$$

Hormis les eaux claires parasites, l'affluence des eaux pluviales ne sera pas prise en compte dans le dimensionnement des infrastructures.

Des réseaux séparatifs seront toujours prévus en cas d'extension, et il sera proposé d'éliminer les branchements pluviaux et de construire un réseau pluvial parallèle en cas d'intervention de réhabilitation. Cependant, l'estimation des coûts présentée dans cette étude ne comprend pas les coûts de construction des réseaux de drainage des eaux pluviales.

2.3.5 Conception des réseaux d'assainissement des eaux usées

Le dimensionnement des réseaux d'assainissement a été calculé selon la formule de Manning-Strickler :

$$Q = K_s S R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

Avec:

- Q Débit (m³/s)
- K_s Coefficient de rugosité (ou de Manning-Strickler) (m^{1/3}/s)
- S Section mouillée (m²)
- R Rayon hydraulique (m) : R = S/P avec P = Périmètre mouillé (m)
- i Pente (m/m)

Les réseaux d'assainissement sont projetés en PVC ou en béton revêtu en PVC ou PEHD selon le diamètre de conduite :

DN (diamètre nominal)	Matériau
250	PVC
315	PVC
400	PVC
500	PVC
630	PVC
800	Béton revêtu en PVC/PEHD
1000	Béton revêtu en PVC/PEHD
1200	Béton revêtu en PVC/PEHD

Il faut souligner que le diamètre nominal correspond au diamètre extérieur pour le PVC et au diamètre intérieur pour le béton. La valeur prise en compte pour K_s est de 90 m^{1/3}/s.

La vérification du dimensionnement hydraulique-sanitaire des réseaux a été effectuée selon les critères du tableau suivant.

Tableau 2.3-2 - Critères pour le dimensionnement hydraulique-sanitaire des réseaux

Critère	Unité	Valeur
Diamètre minimum	mm	250
Pente minimum recommandée	m/m	0,005
Pente maximum recommandée	m/m	0,150
Capacité recommandée pour un diamètre ≤ 500 mm (hauteur d'écoulement / diamètre)	—	$h/D \leq 50\%$
Capacité recommandée pour un diamètre > 500 mm (hauteur d'écoulement / diamètre)	—	$h/D \leq 75\%$
Vitesse minimum de l'écoulement assurant l'auto curage	m/s	0,6
Vitesse maximum d'écoulement	m/s	3,0
Distance moyenne entre regards de visite	m	35
Profondeur recommandée pour l'établissement des collecteurs	m	$D_{\text{(extérieur)}} + 1,2$

Afin de calculer les coûts de construction, le nombre de boîtes de branchement à construire a été estimé en utilisant les critères suivants :

- Longueur du réseau en zone urbaine :
 - dans les zones denses – 1 boîte de branchement pour 10 m de réseau ;
 - dans les zones peu denses – 1 boîte de branchement pour 20 m de réseau ;
- Nombre de maisons visibles sur les plans, à raison d'une boîte de branchement par maison.

Toutes les recommandations de l'ONAS ont été prises en compte pour la conception des réseaux d'assainissement.

2.3.6 Conception des stations de pompage

Les principaux critères de conception des stations de pompage sont les suivants:

- Débit de conception minimum 10 L/s (on accepte parfois un minimum absolu de 5 L/s) ;
- Dégrillage (panier ou mécanique) ;
- Pompes submersibles ;
- Protection anti bélier (ballon hydropneumatique ou cheminée d'équilibre) ;

- Accès indépendants aux puits, chambres de vannes, salle de dégrillage, salle des tableaux électriques ;
- Ventilation du puits, zones d'accès au puits et chambres de vannes ;
- Désodorisation des puits et des zones d'accès aux puits ;
- Groupe électrogène de secours.

Les systèmes proposés ont été conçus pour minimiser le transport en charge (pompage) des eaux usées non traitées, avec des mesures préventives et correctives nécessaires pour contrôler la septicité des eaux usées.

En raison de la sensibilité du milieu urbain et de l'emplacement prévu pour la plupart des stations de pompage, il faut adopter des solutions permettant une grande fiabilité de fonctionnement et limitant au minimum les pannes des équipements.

Six types de stations de pompage ont été prises en compte dans cette étude, en fonction de la capacité de la station et des équipements: trois plages de capacité (inférieure à 10 L/s; de 10 L/s à 150 L/s; et supérieure à 150 L/s) et deux niveaux d'équipement (solution minimale et solution avec dégrillage mécanique, désodorisation et groupe électrogène de secours).

Pour les stations de capacité inférieure ou égale à 10 L/s, des stations de pompage compactes (de type préfabriqué en PRV avec panier de dégrillage) sont envisagées. Selon la surface disponible pour implanter la station de pompage, deux options différentes ont été étudiées:

SP1A - Stations de pompage avec vannes à l'intérieur du puits

SP1B - Stations de pompage avec vannes dans une chambre de vannes à proximité du puits

Pour les stations de capacité de 10 L/s à 150 L/s, des stations de pompage en béton sont envisagées avec deux niveaux d'équipement :

SP2A - Panier de dégrillage vertical

SP2B - Dégrilleur mécanique vertical, désodorisation et groupe électrogène de secours

Pour les stations de capacité supérieure à 150 L/s, des stations de pompage en béton sont envisagées avec deux niveaux d'équipement:

SP3A - Panier de dégrillage en canal

SP3B - Dégrilleur mécanique en canal, désodorisation et groupe électrogène de secours

Toutes les recommandations de l'ONAS ont été prises en compte pour la conception des stations de pompage.

2.3.7 Conception des conduites de refoulement

Afin d'estimer le diamètre des conduites de refoulement la formule empirique suivante a été utilisée:

$$D = 0,9 Q^{0,45}$$

D (m) représente le diamètre (intérieur) choisi et Q le débit (m/s). Le diamètre obtenu est arrondi au diamètre commercial supérieur du matériau choisi. Les conduites de refoulement ont été projetées en PEHD pour les diamètres suivants :

DN (diamètre nominal)	Matériau
125	PEHD
160	PEHD
200	PEHD
250	PEHD
315	PEHD
400	PEHD
1 000	PEHD

Le matériau est choisi en considérant les aspects techniques, économiques et de santé publique. La flexibilité et la sécurité des conduites de refoulement ont également été considérées. Il faut souligner que le diamètre nominal des conduites en PEHD est le diamètre extérieur.

La conception hydraulique des conduites de refoulement doit respecter les critères suivants:

- Vitesse supérieure à 0,65 m/s et inférieure à 1,5 m/s ;
- Diamètre de la conduite de refoulement supérieure à 100 mm ;
- Profil en long préférentiellement ascendant sur tout le tracé.

En complément, les conduites de refoulement doivent être équipées d'un ensemble de dispositifs d'entretien et de sécurité de l'infrastructure:

- Ventouse (dans les points hauts) ;
- Vidanges (dans les points bas) ;
- Ballon anti-bélier (habituellement dans le bâtiment de la station de pompage en début de conduite de refoulement).

Toutes les recommandations de l'ONAS ont été prises en compte pour la conception des conduites de refoulement.

2.4 CRITERES POUR L'ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT

2.4.1 Considérations générales

Les coûts d'investissement associés aux infrastructures d'assainissement (réseaux, conduites de refoulement et stations de pompage) ont été estimés à partir de :

- Conditions économiques et coûts unitaires récemment utilisés dans des études similaires ;
- Consultations effectuées auprès d'entreprises tunisiennes ;
- Indicateurs établis à partir de devis d'ouvrage récents et de devis de projets développés pour des marchés similaires ;
- Indicateurs et informations fournis par l'ONAS.

2.4.2 Réseaux d'assainissement des eaux usées

Les coûts d'investissement pour la construction d'un nouveau réseau d'assainissement sont fonction du matériau utilisé pour les conduites et des conditions de construction. Les bases utilisées dans les calculs pour déterminer les quantités des travaux nécessaires pour l'installation du réseau ont été les suivantes :

- Largeur de la tranchée = Dext (diamètre extérieur) + 0,50 m ;
- Tranchée à parois verticales ;
- Remplacement de la chaussée sur une bande de la largeur de la tranchée plus 0,20m de chaque côté ;
- Recouvrement moyen des conduites = 1,2 m ;
- Regards de visite éloignés de 35 m en moyenne.

Le matériau pris en compte pour l'estimation des coûts est le PVC pour les diamètres jusqu'à 630 mm et le béton armé revêtu en PVC/PEHD pour les diamètres supérieurs. Les coûts de construction des conduites gravitaires sont estimés en utilisant les coûts unitaires suivants (comprenant conduites, terrassements, regards de visite et autres travaux), développés après consultation de l'ONAS et des autres organismes locaux.

Le tableau 2.4-1 présente les coûts unitaires d'achat (matériau uniquement, transport et pose exclus) tandis que le tableau 2.4-2 présente les coûts unitaires de construction (tout compris) du linéaire de conduite gravitaire.

Tableau 2.4-1 – Coûts unitaires moyen d'achat de conduites et regards

Conduite	Diamètre DN	Unité	Prix unitaire moyen d'achat (TND)
Conduite gravitaire en PVC (SN8)	250	ml	24
	315	ml	38,2
	400	ml	61,2
	500	ml	95,3
	630	ml	206,5
Béton revêtu en PVC/PEHD	800	ml	300
	1000	ml	400
PEHD (PN10)	125	ml	10
	160	ml	16
	200	ml	25
	250	ml	40
	315	ml	63
	400	ml	102
	630	ml	259
	800	ml	452
Regards de visite	Couvercle en fonte ductile - DN800	u	160
	Regards de visite en béton armé, y compris revêtements intérieur et extérieur- DN800	u	350
	Couvercle en fonte ductile – DN1000	u	180
	Regards de visite en béton armé, y compris revêtements intérieur et extérieur- DN1000	u	400
Boîte de branchement	Boîte de branchement en béton armé, y compris revêtements intérieur et extérieur	u	400

Tableau 2.4-2 – Coûts unitaires du linéaire (TND/m) de conduite gravitaire installée en tranchée

Salinité des sols	Conduite	Diamètre DN	Avec décapage et rétablissement de la chaussée routière		Sur terrain naturel sans chaussée routière	
			Sur terrain normal	Sur terrain rocheux	Sur terrain normal	Sur terrain rocheux
Normal	Conduite gravitaire en PVC (SN8)	250	120	170	85	135
		315	130	180	95	145
		400	160	210	125	175
		500	205	255	165	215
		630	310	360	270	320
	Béton revêtu en PVC/PEHD	800	450	500	410	460
1000		560	610	515	565	
Salinité élevée	PEHD (PN10)	600	445	495	405	455
		800	695	745	655	705
		1000	975	1025	930	980

Pour chaque intervention, un pourcentage de chaussée à enlever et à remplacer ainsi qu'un pourcentage de sol rocheux a été quantifié, la présence ou l'absence de la salinité des sols a été déterminée. Sur la base de cette information, les coûts unitaires appropriés, tels que présentés dans le Tableau 2.4-2, ont été appliqués aux longueurs de réseau afin d'obtenir le coût des conduites installées en tranchées pour chaque intervention.

Un coût unitaire de 400 TND par boîte de branchement a été pris en compte pour l'étude. Ceci correspond au coût de la boîte et de la connexion jusqu'au réseau, et comprend les coûts de terrassement, de décapage et de rétablissement de la chaussée routière.

Réhabilitation des réseaux d'assainissement:

Les réseaux datés de 20 ans ou plus sont constitués de tuyaux en béton ou en amiante-ciment habituellement en très mauvais état, qui donc déjà fini leur vie utile. Leur substitution est impérative car la réhabilitation n'est pas possible.

Le coût envisagé pour la réhabilitation du réseau d'assainissement correspond à 120% du coût de construction d'un nouveau réseau ayant les mêmes caractéristiques, car il faut prévoir la démolition des collecteurs et des regards existants tout en assurant le fonctionnement du réseau pendant la réhabilitation.

2.4.3 Stations de pompages

Les coûts de construction des stations de pompage dépendent des débits et des hauteurs manométriques des groupes électropompes. Ils sont également influencés par la méthode de conception, par le programme des installations et par les diverses conditions locales. Les stations de pompage seront équipées de groupes submersibles et comporteront un bâtiment pour l'installation des divers équipements, tels que : tableau électrique, équipement de dégrillage et autres équipements complémentaires (désodorisation, groupes générateurs, etc.).

Pour des débits inférieurs à 10 L/s, la station de pompage sera uniquement constituée par un puits humide de type préfabriqué en PRV.

Les coûts d'investissement des stations de pompages ont été estimés en utilisant les formules suivantes, développées après consultation de l'ONAS et des autres organismes locaux :

Tableau 2.4-3 – Formules pour Estimation des Coûts d'Investissement des Stations de Pompage

Type	Description	Plage de capacités de la station (L/s)	Coût Total de Construction (TND)	Coût Génie Civil (% coût total)	Coût Équipements et Installations Électriques (% coût total)
SP1A	Compacte avec les vannes à l'intérieur du puits	< 10 L/s	80 000	50%	50%
SP1B	Compacte avec chambre de vannes	< 10 L/s	100 000	50%	50%
SP2A	Béton avec panier vertical	10 à 150 L/s	16 500 Q ^{0,65}	40%	60%
SP2B	Béton avec dégrilleur mécanique vertical	10 à 150 L/s	23 500 Q ^{0,65}	40%	60%
SP3A	Béton avec panier en canal	> 150 L/s	16 500 Q ^{0,65}	40%	60%
SP3B	Béton avec dégrilleur mécanique en canal	> 150 L/s	23 500 Q ^{0,65}	40%	60%

Note : Q = capacité de la station de pompage (L/s)

Réhabilitation des stations de pompage

Le coût de réhabilitation d'une station de pompage correspond à un pourcentage du coût de construction d'une nouvelle station fonction de l'étendue de la réhabilitation.

2.4.4 Conduites de refoulement

Les coûts d'investissement pour la construction de conduites de refoulement sont estimés en fonction du matériau des conduites et des conditions de construction.

Les calculs effectués pour déterminer les quantités de travaux pour l'installation des conduites en tranchée reposent sur les bases suivantes :

- Largeur de la tranchée = Dext (diamètre extérieur) + 0,50 m ;
- Tranchée à parois verticales ;
- Remplacement de la chaussée sur une bande de la largeur de la tranchée plus 0,20m de chaque côté ;
- Recouvrement moyen des conduites = 1,2 m.

Les coûts de construction des conduites de refoulement sont estimés sur la base des coûts unitaires suivants (comprenant tuyaux, terrassements, ventouses, vidanges et autres travaux), développés après consultation de l'ONAS et des autres organismes locaux :

Tableau 2.4-4 – Coûts unitaires du linéaire (TND/m) de conduite de refoulement installée en tranchée

Type de conduite	Diamètre DN	Avec décapage et rétablissement de la chaussée routière		Sur terrain naturel	
		Sur terrain normal	Sur terrain rocheux	Sur terrain normal	Sur terrain rocheux
Conduite de refoulement en PEHD (PN10)	125	110	160	75	125
	160	120	170	85	135
	200	130	180	95	145
	250	150	200	115	165
	315	180	230	145	195
	400	230	280	195	245
	1000	975	1025	930	980

Réhabilitation des conduites de refoulement

Le coût envisagé pour la réhabilitation des conduites de refoulement correspond à 120% du coût de construction d'une nouvelle conduite ayant les mêmes caractéristiques, car il faut prévoir la démolition des conduites et des structures existantes tout en assurant le fonctionnement pendant la réhabilitation.

2.5 CRITERES POUR L'ESTIMATION DES COUTS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

2.5.1 Considérations générales

Les coûts associés aux coûts d'exploitation et d'entretien ont été établis pour chacune des infrastructures d'assainissement en tant que pourcentage du coût de construction pour les réseaux d'assainissement, conduites de refoulement et stations de pompage.

Pour les stations de pompage, les coûts de consommation d'énergie électrique sont également pris en considération.

2.5.2 Réseaux d'assainissement et conduites de refoulement

Les coûts annuels d'exploitation et d'entretien seront établis en tant que pourcentage des coûts d'investissement initial selon le tableau suivant:

Tableau 2.5-1 – Taux du coût d'exploitation et d'entretien des réseaux

	Coût d'exploitation et d'entretien annuel (% du coût d'investissement initial)
Collecteurs gravitaires	3,00%
Conduites de refoulement	3,00%

2.5.3 Stations de pompage

Les coûts d'exploitation et d'entretien annuels sont composés de deux parties correspondant l'une au génie civil et l'autre aux équipements et installations électriques. Ils sont établis en pourcentage des coûts d'investissements initiaux, selon le tableau suivant:

Tableau 2.5-2 – Taux du coût d'exploitation et d'entretien des stations de pompage

	Coût annuel d'exploitation et d'entretien	
	Génie civil (% du coût d'investissement initial)	Équipements et installations électriques (% du coût d'investissement initial)
Stations de pompage	1,50%	5,00%

Pour les coûts d'exploitation, les coûts associés à la consommation d'énergie électrique sont également pris en considération. Ce coût est calculé en fonction du débit moyen annuel arrivant à chaque station de pompage, de la hauteur manométrique des pompes, du rendement des pompes (considéré comme étant de 62,5%) et du coût unitaire de l'énergie électrique.

Le coût unitaire de l'énergie électrique pris en compte est de 0,130 TND/kWh.

Le coût d'élévation de 1 m³ à 1 m de hauteur est calculé selon la formule suivante:

$$Coût = (g / 3600 R) C_{kWh} = 5,67 \times 10^{-4} TND/m^3 m$$

Avec:

- G Pesanteur (ms⁻²)
- R Rendement des pompes (62,5%)
- C_{kWh} Coût unitaire de l'énergie électrique (0,130 TND/kWh)

2.6 DESCRIPTION DES INTERVENTIONS

2.6.1 Considérations générales

Dans les sections suivantes les interventions prévues pour chaque gouvernorat sont décrites, et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation est présentée. Le processus de développement des interventions a été le suivant :

- Proposition des interventions par l'ONAS dans l'Étude de Faisabilité ;
- Enquêtes sur le terrain dans tous les gouvernorats par les équipes de la Mission d'Etude, dans le but d'identifier la localisation des interventions ;
- Préparation des plans à l'échelle 1:5000 et 1:10000 de toutes les interventions identifiées ;
- Réunions avec les responsables des directions locales de l'ONAS pour validation des plans et collecte des données (populations, débits, condition des infrastructures, etc.) ;
- Visites sur place pour vérification des plans, dans tous les Gouvernorats excepté Kasserine, Kef et Sidi Bouzid ;
- Élimination des interventions non valides, par exemple celles qui ne sont pas nécessaires, déjà effectuées ou déjà financées par un autre programme ;
- Dimensionnement et description des interventions retenues, préparation des plans finaux (Annexe II.2) et estimation des coûts d'investissement et d'exploitation, totaux et par habitant (au regard de la population desservie).

Le Tableau II.1.1 de l'Annexe II.1 présente une liste complète de toutes les interventions considérées, incluant les interventions éliminées.

Tous les coûts de construction et d'exploitation des interventions sont des coûts en Tunisie, présentés en Dinars Tunisiens (TND).

2.6.2 Système de codage des interventions

Un système de codage a été développé pour identifier les interventions selon leur nature, extension ou réhabilitation des réseaux d'eaux usées et des stations de pompage. Les codes ont pour objectif de faciliter la classification et l'analyse des interventions. Ainsi, ce code contient les informations relatives au gouvernorat, à la commune, au type d'installation et au type d'intervention qui sera effectuée et contient également un numéro de référence :

ZAG - Fah - RS - Rh - 1

① ② ③ ④ ⑤

① Nom du gouvernorat:

BIZ: Bizerte, ZAG: Zaghouan, BEJ: Béja, SIL: Siliana, JEN: Jendouba, KEF: El Kef, SFA: Sfax, KAS: Kasserine, SID: Sidi Bouzid, KEB: Kébili

② Nom de la commune :

E.g. **Fah**: El Fahs (dans le gouvernorat de Zaghouan)

③ Type d'infrastructure:

RS: Réseau d'eaux usées, **SP**: Station de pompage

④ Type d'Intervention:

Rh: Réhabilitation, **Ex**: Extension

⑤ Numéro de référence:

Numéro de référence unique pour un même type d'installation dans une même commune.

Il faut noter que :

- Les interventions d'extension SP incluent les stations de pompage et les conduites de refoulement nécessaires. Dans le cas de réhabilitation SP, l'intervention peut faire uniquement référence à la station de pompage ou à la conduite de refoulement, ou aux deux infrastructures. Les interventions SP peuvent également comprendre des collecteurs gravitaires de petite dimension qui relient la station de pompage au réseau ;
- Les interventions RS relatives aux collecteurs gravitaires peuvent exceptionnellement inclure une conduite de refoulement dans les cas où la station de pompage ne fait pas l'objet d'intervention ;
- Les interventions Rh sont relatives à la réhabilitation ou au remplacement d'infrastructures existantes. La réhabilitation d'un collecteur peut signifier son remplacement intégral par un nouveau collecteur de matériau ou de diamètre différent. Même dans le cas d'un changement significatif de la finalité de l'infrastructure (par exemple une augmentation de la superficie desservie), ce changement sera classifié comme réhabilitation ;
- Les interventions Ex sont relatives à la construction de nouvelles infrastructures ;
- Dans le cas où une réhabilitation d'une grande partie du réseau existant dans une zone résidentielle est prévue, mais avec quelques collecteurs disposés en ligne là où il n'en existe pas encore, ceux-ci seront considérés comme faisant partie de la même intervention Rh.

Le tableau ci-après résume les différents codes pour les gouvernorats et les communes concernées par le projet.

Gouvernorat	Code de gouvernorat	Commune	Code de Commune
BEJA (Département Régional Nord de l'ONAS)	BEJ	Beja	Bej
		Maagoula	Maa
		Medjez El Bab	Med
		Nefza	Nef
		Teboursouk	Teb
		Testour	Tes
BIZERTE (Département Régional Nord de l'ONAS)	BIZ	Alia	Ali
		Bizerte	Biz
		Mateur	Mat
		Menzel Abderrahmen	Abd
		Menzel Bourguiba	Men
		Menzel Jamil	Jam
		Raf Raf	Raf
		Tinja	Tin
JENDOUBA (Département Régional Nord de l'ONAS)	JEN	Zarzouna	Zar
		Boussalem	Bss
		Fernana	Fer
		Ghardimaou	Gha
		Jendouba	Jen
		Tabarka	Tab
KASSERINE (Département Régional Centre de l'ONAS)	KAS	Feriana	Fei
		Kasserine	Kas
		Sbeitla	Sbe
		Thala	Tel
KEBILLI (Département Régional Sud de l'ONAS)	KEB	Douz	Dou
		Douz sud	Dos
		El Golaa	Gol
		Jemna	Jem
		Kébili	Keb
		Kébili nord	Ken
		Kébili sud	Kes
Souk Lahad	Sou		
KEF (Département Régional Nord de l'ONAS)	KEF	Dahmani	Dah
		Kef	Kef
		Tajerouine	Taj
SFAX (Département Régional Sud de l'ONAS)	SFA	Agareb	Aga
		Jebeniana	Jeb
		Sfax Sud	Sfs
		Sfax Ville	Sfv
		Mahres	Mah
		Sakiet Eddaier	Sak
		Sakiet Ezzit	Sae
		Chihia	Chi
		El Ain	Ain
		Gremda	Gre
		Tina	Tyn
Henchha	Hen		
SIDI BOUZID (Département Régional Centre de l'ONAS)	SID	Sidi Bouzid	Sid
SILIANA (Département Régional Nord de l'ONAS)	SIL	Bou Arada	Bou
		Krib	Kri
		Siliana	Sil
ZAGHOUAN (Département Régional Nord de l'ONAS)	ZAG	El Fahs	Fah
		Hammam Zriba	Ham
		Zaghouan	Zag

2.6.3 Gouvernorat de Béja

Les interventions prévues dans le gouvernorat de Béja concernent des actions de réhabilitation et d'extension du réseau d'eaux usées et des stations de pompage dans les communes de Béja (Bej), El Maagoula (Maa), Medjez El Bab (Med), Nefza (Nef), Tébourouk (Teb) et Testour (Tes), communes prises en charge par l'ONAS. Les communes de Béja, El Maagoula et Nefza sont à la charge de la délégation de Béja, tandis que les autres font partie de la délégation de Medjez El Bab.

Dans chaque commune, à l'exception d'El Maagoula, il y a une STEP vers laquelle sont acheminées les eaux usées ménagères. Les eaux usées de la commune d'El Maagoula sont traitées à la STEP de Béja.

Les réseaux de drainage sont unitaires ou pseudo-séparatifs et connectés aux tuyaux des bâtiments pour le drainage des toits et des cours intérieures. Il y a quelques exceptions de réseau de type séparatif.

Au niveau des voiries, le drainage des eaux de pluie est réalisé dans la majorité des cas superficiellement et ces eaux sont déchargées dans le milieu hydrique. Sur les axes urbains principaux, il existe parfois un collecteur destiné au drainage des eaux de pluie.

Des problèmes de contamination de la nappe phréatique ont été identifiés dans les communes de Nefza, Tébourouk et Testour, et ont conduit à une classification en Type A de certaines interventions.

Dans les zones proposées pour l'extension, particulièrement à Nefza, les eaux usées sont rejetées directement vers le milieu hydrique, sans traitement, et s'écoulent dans le barrage Sidi El Barrak, une source d'eau importante pour la région.

Dans tout le gouvernorat, des problèmes ponctuels de débordement ont été identifiés, du fait de la vétusté du réseau existant et de son mauvais état de conservation. Les problèmes de débordement les plus importants ont été rencontrés à Testour, Medjez El Bab et Béja.

En ce qui concerne le dimensionnement des infrastructures ou l'estimation des travaux, les données de base considérées sont 1 boîte de branchement par logement et 4 personnes par maison. Les valeurs de capitation indiquées dans le chapitre 2.1 ont été prises en compte.

Le terrain est très accidenté à Nefza et Tébourouk et quasiment plat à Medjez El Bab. En général, la nappe alluvionnaire est profonde, excepté à Nefza, où la nappe peut se trouver à seulement 2,5m de profondeur. Les sols sont sablonneux et argileux, excepté dans les communes de Béja et Tébourouk, où les pourcentages rocheux ont été estimés respectivement à environ 40% et 70%. Nefza est la seule commune qui présente des sols à salinité élevée.

Les Tableaux 2.6-1, 2.6-2 et 2.6-3 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat de Beja.

La station de pompage prévue pour la cité Erriadh (intervention BEJ-Maa-SP-Ex-1) pourrait éventuellement être remplacée par un réseau uniquement gravitaire, hypothèse à confirmer dans les étapes suivantes, notamment dans les études d'Avant-Projet Détaillé.

Tableau 2.6-1 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de Beja

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
BEJ-Bej-RS-Ex-1	Cité Sabbalet el Araneb	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Actuellement le rejet est dans l'oued Bessime.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion et élimination de contamination.	210	0,7	PVC	250	43	10	0	-
BEJ-Bej-RS-Ex-2	Cité Sidi Khalaf	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Actuellement le rejet est dans l'oued et il y a une source près du site d'intervention.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion et élimination de contamination.	350	1,2	PVC	250	975	161	5	-
BEJ-Bej-RS-Rh-1	Cité Mzara	3 447	BC	150/200	4 972	Vétusté des collecteurs. Débordement de regards de visite en cas d'orage. Diamètre insuffisant pour quelques tronçons en PVC.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres. Il est nécessaire de construire un réseau pluvial et de détacher les avaloirs du réseau d'eaux usées domestiques. *	3 447	11,4	PVC	250	4 972	1 235	31	-
BEJ-Bej-RS-Rh-2	Cité Sidifradj + cité Eddahbia	3 425	BC	200	6 695	Vétusté des collecteurs. Débordement de regards de visite en cas d'orage.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres.	3 425	11,3	PVC	400	7 158	1 778	44	-
BEJ-Bej-RS-Rh-3	Cité Nozha	3 227	BC	200/300	1 405	Vétusté des collecteurs. Réseau daté de 1974. Débordement de regards de visite en cas d'orage, bouchage.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres.	3 227	10,8	PVC	250/315/400	1 405	387	10	-
BEJ-Bej-RS-Rh-4	Cité Ain el Goula	920	BC	200	341	Vétusté des collecteurs. Réseau daté de 1954 et 1962. Débordement de regards de visite en cas d'orage, bouchage.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres.	920	3,2	PVC	250	341	85	2	-
BEJ-Bej-RS-Rh-5	Cité el Medina	1 300	BC	200	1 164	Vétusté des collecteurs. Réseau daté de 1945. Débordement de regards de visite en cas d'orage, bouchage.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres.	1 300	4,5	PVC	250	2 114	473	12	-
BEJ-Maa-RS-Rh-1	Cité Erriadh	300	PVC	250	22	Le niveau du sol pour la connexion des abonnés est plus bas que le niveau du réseau de l'ONAS. Il y a un retour des eaux usées à chaque bouchage du réseau en aval.	B1	Construction de réseau et station de pompage (BEJ-Maa-SP-Ex-1) pour les logements pas connectés.	300	0,8	PVC	250	22	9	0	BEJ-Maa-SP-Ex-1
BEJ-Med-RS-Rh-1	Cité el Bahi	350	BC	250	31	Vétusté des collecteurs. Réseau daté de 1970. Boîtes de branchement connectées par piquage, bouchage.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Il faut détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques et les connecter au nouveau réseau pluvial. *	350	1,3	PVC	250	31	44	1	-
BEJ-Med-RS-Rh-2	Cité des professeurs	250	BC	250	354	Vétusté des collecteurs. Débordement de regards de visite en cas d'orage, boîtes de branchement connectées par piquage, bouchage, collapses ponctuels du collecteur.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Il faut détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques et les connecter au nouveau réseau pluvial. *	250	0,9	PVC	250	354	83	2	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
BEJ-Med-RS-Rh-3	Cité Erriadh	750	BC	250	196	Vétusté des collecteurs. Débordement de regards de visite en cas d'orage, boîtes de branchement connectées par piquage, bouchage, collapses ponctuels du collecteur.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Il faut détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques et les connecter au nouveau réseau pluvial. *	750	2,8	PVC	250	196	49	1	-
BEJ-Med-RS-Rh-4	Cité el Hana	250	BC	250	552	Vétusté des collecteurs. Débordement de regards de visite en cas d'orage, boîtes de branchement connectées par piquage, bouchage, collapses ponctuels du collecteur.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Il faut détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques et les connecter au nouveau réseau pluvial. *	250	0,9	PVC	250	552	133	3	-
BEJ-Med-RS-Rh-5	Cité Sidi Raies	500	BC	150/200	727	Vétusté des collecteurs. Débordement de regards de visite en cas d'orage, boîtes de branchement connectées par piquage, bouchage, collapses ponctuels du collecteur.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Il faut détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques et les connecter au nouveau réseau pluvial. *	500	1,9	PVC	250	727	175	4	-
BEJ-Med-RS-Rh-6	Cité Nattoucha	200	BC	250	82	Vétusté des collecteurs. Débordement de regards de visite en cas d'orage, boîtes de branchement connectées par piquage, bouchage.	B0	Il faut détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques et les connecter au nouveau réseau pluvial. * Les débordements seront annulés avec l'exécution de la réhabilitation BEJ-Med-SP-Rh-1. Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	200	0,8	PVC	250	262	63	2	BEJ-Med-SP-Rh-1
BEJ-Med-RS-Rh-7	Cité Touaben	350	BC	150/200/250	262	Vétusté des collecteurs. Débordement de regards de visite en cas d'orage, boîtes de branchement connectées par piquage, bouchage.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Il faut détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques et les connecter au nouveau réseau pluvial. *	350	1,3	PVC	250	820	197	5	-
BEJ-Nef-RS-Ex-1	Cité Souassis	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosse septique. Il n'y a pas de problèmes de contamination.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	125	0,3	PVC	250	247	37	1	-
BEJ-Nef-RS-Ex-2	Cité Erriadh	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosse septique. Il n'y a pas de problèmes de contamination.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	50	0,1	PVC	250	376	44	1	-
BEJ-Nef-RS-Ex-3	Cité Saad	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	25	0,1	PVC	250	352	39	1	BEJ-Nef-SP-Ex-2
BEJ-Nef-RS-Ex-4	Cité Farhat Hachad	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Actuellement le rejet est dans l'oued.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	125	0,3	PVC	250	583	93	3	BEJ-Nef-SP-Ex-1
BEJ-Nef-RS-Ex-5	Cité Belle Vue	-	-	-	-	Zone avec projet d'urbanisation.	D	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées.	450	1,2	PVC	250	1 010	187	6	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
BEJ-Nef-RS-Ex-6	Cité Ouroud 2	-	-	-	-	Zone avec projet d'urbanisation.	D	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées.	25	0,1	PVC	250	225	35	1	-
BEJ-Nef-RS-Ex-7	Cité Ouroud 3	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosse septique. Il n'y a pas de problèmes de contamination.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	90	0,2	PVC	250	375	47	1	-
BEJ-Nef-RS-Ex-8	Cité Elbaraka	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosse septique. Il n'y a pas de problèmes de contamination.	D	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	200	0,5	PVC	250	377	73	2	-
BEJ-Nef-RS-Ex-9	Cité Ezzouhour	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosse septique. Il n'y a pas de problèmes de contamination.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	15	0,0	PVC	250	265	29	1	-
BEJ-Nef-RS-Ex-10	Av. République	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Actuellement le rejet des eaux usées est dans l'oued. Il y a aussi un tuyau pluvial connecté au réseau d'eaux usées.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	135	0,4	PVC	250	265	40	1	-
BEJ-Nef-RS-Rh-1	Rue Erriadh	50	BC	250	84	Vétusté des collecteurs.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	50	0,1	PVC	250	84	20	1	-
BEJ-Nef-RS-Rh-2	Cité Essaada	75	PVC	80	15	Vétusté des collecteurs.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres.	75	0,2	PVC	250	15	8	0	-
BEJ-Teb-RS-Ex-1	Cité Oued Essaha	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosse septique. Il n'y a pas de problèmes de contamination.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	300	0,8	PVC	250	538	97	3	BEJ-Teb-SP-Ex-3
BEJ-Teb-RS-Ex-2	Cité Ain Mrad 1	400	BC	250	2 060	Zone habitée, desservie par fosses septiques. Cette intervention est simultanément une extension et réhabilitation. La plupart des collecteurs existants sont vétustes.	B1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion. Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	783	2,1	PVC	250	2 296	607	15	-
BEJ-Teb-RS-Rh-1	Teboursouk Medina	1 500	BC	200	3 675	Vétusté des collecteurs. Réseau daté de 1920. Débordement de regards de visite en cas d'orage.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres. Il est recommandé de convertir le tuyau domestique en tuyau pluvial et construire un nouveau tuyau séparatif. *	1500	4,0	PVC	250	3 675	952	24	-
BEJ-Teb-RS-Rh-2	Cité El Karma + Cité Avicenne + Cité Ennassim + Cité El Menchia + Cité Ezzayatine1 + Cité Ezzayatine2 (Cité diverses)	3 403	BC	200	8 952	Vétusté des collecteurs. Réseaux datés de 1965 à 1967.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres.	3405	9,1	PVC	250	8 952	2 409	60	-
BEJ-Tes-RS-Ex-1	Cité Gharnata (Cité Simpar Grenada)	240	BC	200	114	Cette intervention est une réhabilitation. Dans la plupart des cas, il s'agit de collecteurs vétustes et dans quelques zones le réseau se trouve sous les logements.	A	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres.	240	0,6	PVC	250	1 104	228	6	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
BEJ-Tes-RS-Ex-2	Cité Bassatine2 + Cité 20 Mars	295	BC	200	1 178	Cette intervention est simultanément une extension et réhabilitation. Dans la plupart des cas, il s'agit de collecteurs vétustes.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion. Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	426	1,1	PVC	250	1 366	300	8	BEJ-Tes-SP-Ex-1
BEJ-Tes-RS-Rh-1	Testour Medina	1 072	BC	200	173	Vétusté des collecteurs. Réseau daté de 1940. Débordement de regards de visite en cas d'orage.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Augmentation des diamètres. Il est recommandé de convertir un tuyau domestique en tuyau pluvial et construire un nouveau tuyau séparatif. *	1072	2,9	PVC	250	2 812	641	16	-
Total					33 054								44 889	10 766	275	

Note:

* investissement dans le réseau pluvial également nécessaire par la municipalité

Tableau 2.6-2 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Beja

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	Classification
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement				
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)		
BEJ-Maa-SP-Ex-1	SP Erriadh	-	-	-	-	-	-	-	-	Construction d'une nouvelle SP pour élever les eaux usées de la Cité Erriadh jusqu'au réseau existant.	B1
BEJ-Med-SP-Rh-1	SP5	5 000	14	1+1	12	4	AC	150	120	Débordements à BEJ-Med-RS-Rh-6 (Cité Nattoucha) et dans le réseau en aval.	B0
BEJ-Nef-SP-Ex-1	SP Farhat Hachad	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Farhat Hachad n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	A
BEJ-Nef-SP-Ex-2	SP Saada	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Saada n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C1
BEJ-Teb-SP-Ex-3	SP Oued Essaha	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Oued Essaha n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C1
BEJ-Tes-SP-Ex-1	SP Bassatine2	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Bassatine 2 n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C1
Total									120		

Tableau 2.6-3 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Beja

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
BEJ-Maa-SP-Ex-1	300	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Erriadh.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	8	-	-	-	58	58	116	4	0	BEJ-Maa-RS-Rh-1
BEJ-Med-SP-Rh-1	5 000	16	Construction d'une SP et de la conduite de refoulement pour détourner les eaux domestiques usées du réseau central et les acheminer directement vers la SP3.	16	1+1	4.0	SP1B	PEHD	160	120	PVC	400	651	100	29	129	6	1	BEJ-Med-RS-Rh-6
BEJ-Nef-SP-Ex-1	125	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Farhat Hachad.	10	1+1	2.2	SP1A	PEHD	125	3	-	-	-	46	46	92	3	0	BEJ-Nef-RS-Ex-4
BEJ-Nef-SP-Ex-2	25	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Saada.	10	1+1	3.0	SP1A	PEHD	2.6-6125	218	-	-	-	66	46	112	4	0	BEJ-Nef-RS-Ex-3
BEJ-Teb-SP-Ex-3	300	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Oued Essaha.	10	1+1	3.0	SP1A	PEHD	125	571	-	-	-	118	46	164	5	0	BEJ-Teb-RS-Ex-1
BEJ-Tes-SP-Ex-1	38	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Bassatine 2.	10	1+1	1.5	SP1A	PEHD	125	38	-	-	-	49	46	95	3	0	BEJ-Tes-RS-Ex-2
Total										958			651	438	270	709	25	1	

2.6.4 Gouvernorat de Bizerte

Les interventions prévues dans le gouvernorat de Bizerte concernent les communes de Bizerte (Biz), Zarzouna (Zar), Menzel Jamil (Jam), Menzel Abderrahmen (Abd), Menzel Bourguiba (Men), la zone centrale de Tinja (Tin), Alia (Ali), la zone Est de Raf Raf (Raf) et la zone Sud de Mateur (Mat). Les réseaux de toutes ces villes sont actuellement à la charge de l'ONAS.

Dans chaque commune, il existe une STEP vers laquelle sont drainés tous les effluents ménagers produits. Les problèmes de contamination sont ponctuels et identifiés.

Les réseaux de drainage sont pseudo-séparatifs et connectés aux tuyaux des bâtiments pour le drainage des toits et des cours intérieures. L'exception est la Medina de Bizerte, qui possède un réseau unitaire.

Au niveau des voiries, le drainage des eaux de pluie est réalisé superficiellement dans la majorité des cas, et ces eaux sont déchargées dans le milieu hydrique. Sur les axes urbains principaux, il existe habituellement un collecteur destiné au drainage des eaux de pluie, mais avec des connexions de branchements des eaux usées sur les collecteurs pluviaux et d'avaloirs sur le réseau d'eau usée.

Dans tout le gouvernorat, il existe des problèmes ponctuels de débordement car le réseau existant est ancien et en mauvais état de conservation. Les problèmes de débordement les plus importants sont à Tinja et Raf Raf.

D'une façon générale, les interventions prévues se résument au remplacement des collecteurs et des regards de visite. Des interventions ciblées sont aussi prévues, comme par exemple la désactivation des collecteurs existants, du fait d'une mauvaise conception/construction, ou la construction de nouveaux collecteurs et de structures diverses. D'autres interventions ciblées sont également prévues pour séparer les réseaux eaux usées et pluviaux, excepté dans la Medina de Bizerte où le réseau restera unitaire.

Même si les ouvrages du réseau pluvial sont exclus du présent projet, nous avons identifié des ouvrages précis qui ont une grande importance pour le bon fonctionnement du réseau d'eau usée. Il s'agit notamment de dalots et d'avaloirs qu'il convient de réhabiliter ou de construire.

Les problèmes de contamination les plus importants, classifiés comme Interventions urgentes de type A sont localisés à Tinja (Cité Guingla) et Raf Raf (Raf Raf plage).

Le curage manuel et mécanique des collecteurs est fait 1 à 2 fois par an.

En ce qui concerne les données de base pour le dimensionnement des infrastructures ou l'estimation des travaux, les valeurs suivantes sont prises en compte :

- Valeur moyenne de consommation d'eau potable de 80 à 120 l/hab/j ;
- 1 boîte de branchement par logement dans les zones rurales et 1 boîte de branchement pour 5 logements dans les zones urbaines.

D'une manière générale, le terrain est peu accidenté. La nappe alluvionnaire superficielle et les sols sablonneux et argileux ont un pourcentage de roche inférieur à 15%.

Les Tableaux 2.6-4, 2.6-5 et 2.6-6 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat de Bizerte.

Tableau 2.6-4 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de Bizerte

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
BIZ-Abd-RS-Rh-1	Av. Habib Bourguiba	3 500	BA	300 / 400	3 410	Réseau en mauvais état avec affaissements et débordements à cause des connexions d'avaloirs.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements. Connexion des avaloirs sur le dalot pluvial.	3500	9.1	PVC	315 / 500	3 410	820	21	-
BIZ-Ali-RS-Rh-1	El Alia	3 500	BA/ PVC	200 / 315	1 950	Réseau en mauvais état et vétuste; faibles pentes qui entraînent débordements et besoins de curages fréquents; contamination des terrains; quelques tronçons en-dessous des logements.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	3500	9.6	PVC	250	1 950	451	11	-
BIZ-Biz-RS-Ex-1	Cité Ben Ismail	-	-	-	-	Zone partiellement habitée avec système de récolte des eaux usées par fosses septiques; problèmes de contamination potentielle.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de contamination.	2500	9.7	PVC	250	5 200	972	29	BIZ-BIZ-SP-Ex-1
BIZ-Biz-RS-Rh-1	Ancienne Ville Bizerte	15 000	BA	250	9 350	Réseau unitaire en mauvais état.	B0	Remplacement des collecteurs et regards. Le réseau restera unitaire. *	15000	43.5	PVC	250	9 440	2 635	66	Construction de dalot pluvial et déversoir d'orage
BIZ-Biz-RS-Rh-2	Cité Fahat Hachad	1 500	BC	500	850	Collecteur en BC en mauvais état; branchements d'eaux usées domestiques sur dalot pluvial.	B0	Remplacement/extension des collecteurs et regards, connexion des avaloirs sur le dalot pluvial et des branchements d'eaux usées domestiques sur les collecteurs d'eaux usées. *	1500	5.8	PVC	250 / 315	2 440	509	14	Construction de dalot pluvial. Traversée du dalot pluvial existant par les collecteurs d'eaux usées
BIZ-Biz-RS-Rh-3	Cité Othman Allouche	10 000	BA	300	1 650	Collecteur en AC/BC en mauvais état; sous-dimensionné et unitaire.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements. Connexion des avaloirs sur le dalot pluvial.	10000	30.6	PCV	315 / 400 / 500 / 630	1 650	586	15	Collecteur superficiel sur une extension de 100 m: prévoir protection du collecteur
BIZ-Biz-RS-Rh-4	Av. Hassen Nouri	1 000	BC	200	2 300	Collecteur en BC en mauvais état; branchements d'eaux usées domestiques sur dalot pluvial.	B0	Remplacement/extension des collecteurs et des regards, connexion des avaloirs sur le dalot pluvial et branchements d'eaux usées domestiques sur les collecteurs d'eaux usées. *	1000	3.9	PVC	315	2 300	548	14	Construction de dalot pluvial
BIZ-Biz-RS-Rh-6	Cité Centre-Ville	1 000	BC/ AC	250	1 990	Réseau vétuste avec faibles pentes, ensablement et débordements; boîtes de branchements en mauvais état.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	1000	3.9	PVC	250	1 990	447	11	-
BIZ-Biz-RS-Rh-7	Cité Hachad	6 000	BC / AC	250	5 800	Réseau vétuste avec faibles pentes, ensablement et débordements; boîtes de branchement en mauvais état.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	6000	19.8	PVC	250	5 800	1 196	30	-
BIZ-Jam-RS-Rh-1	Av. 7 Novembre	3 500	BC / AC	300	2 200	Réseau en mauvais état avec affaissements.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	3500	9.1	PVC	400	2 200	615	15	-
BIZ-Jam-RS-Rh-2	Cité Habib Bourguiba	3 500	BC	400	990	Réseau en mauvais état avec affaissements et débordements à cause de connexions d'avaloirs.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements. Connexion des avaloirs sur le dalot pluvial.	3500	9.1	PVC	400	990	277	7	-
BIZ-Men-RS-Ex-1	Cité Ben Alaya	-	-	-	-	Zone habitée et consolidée avec système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements; problèmes de contamination potentielle.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	600	1.9	PVC	250	1 200	206	6	BIZ-Men-SP-Ex-1

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
BIZ-Men-RS-Ex-2	Cité Sidi Yahia	-	-	-	-	Zone partiellement habitée avec système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements; problèmes de contamination potentielle.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	400	1.3	PVC	250	900	136	4	-
BIZ-Men-RS-Rh-1	Centre-Ville de Menzel Bourguiba	15 500	AC	250	18 800	Réseau vétuste et actuellement avec capacité insuffisante; quelques tronçons unitaires.	B0	Remplacement/extension des collecteurs et regards, connexion des avaloirs sur le dalot pluvial et des branchements d'eaux usées domestiques sur le collecteur d'eaux usées.	15500	38.2	PVC	250 / 315 / 500 / 630	18 800	4 752	119	-
BIZ-Men-RS-Rh-2	Rue Destour	25 000	BA	600	2 750	Réseau totalement dégradé par H2S provenant des SP en amont; quelques tronçons unitaires.	B0	Remplacement/extension des collecteurs et regards, connexion des avaloirs sur le dalot pluvial et des branchements d'eaux usées domestiques sur le collecteur d'eaux usées.	25000	58.3	PVC	500	2 750	939	23	Ventilation mécanique des regards brise charge pour minimiser les effets de H2S
BIZ-Raf-RS-Rh-1	Raf Raf Plage	-	-	-	-	Zone habitée, surtout maisons de vacances et tourisme; système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements sur la plage; problèmes de contamination. Cette intervention est une extension.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	5000	21.6	PVC	250	6 500	1 361	34	Nécessité de prévoir la démolition de quelques maisons trop proches des dunes primaire/ ligne de cote. BIZ-Raf-Sp-Ex-1
BIZ-Tin-RS-Ex-1	Cité Guingla	-	-	-	-	Zone habitée et consolidée, y compris maisons de vacances; système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements sur la plage; problèmes de contamination.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	2000	5.5	PVC	250	2 150	363	11	BIZ-Tin-SP-Ex-1
BIZ-Tin-RS-Ex-2	Cité Farhatia	-	-	-	-	Zone habitée et consolidée; système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements sur la plage; problèmes de contamination.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	1500	4.1	PVC	250 / 315	1 900	288	9	BIZ-Tin-SP-Ex-2
BIZ-Tin-RS-Ex-3	Rue Gandi	-	-	-	-	Zone habitée et consolidée; système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements; problèmes de contamination.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	600	1.7	PVC	250	1 300	221	7	-
BIZ-Tin-RS-Rh-1	Cité Ikbale e Cité Fatah	8 000	AC	250	3 400	Réseau vétuste avec faibles pentes, avec ensablement et débordements; boîtes de branchement en mauvais état; inondations fréquentes dû à l'absence de réseaux de drainage d'eaux pluviales.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements. *	8000	18.9	PVC	250	3 400	751	19	Nécessité de prévoir la construction d'un réseau de drainage d'eaux pluviales pour réduire la fréquence des inondations
BIZ-Tin-RS-Rh-2	Route Bizerte-Tinja	10 000	PVC	250	700	Réseau vétuste.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	10000	22.8	PVC	315	700	164	4	-
BIZ-Zar-RS-Rh-1	Cité Zaghouane	20 000	BC	250	7 230	Réseau vétuste avec faibles pentes, ensablement et débordements; boîtes de branchement en mauvais état.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements. Connexion des avaloirs sur le dalot pluvial. *	20000	52.0	PVC	250 / 400	7 230	1 649	41	Construction de dalot pluvial
Total					63 370							84 200	19 886	510		

Note:

* investissement dans le réseau pluvial également nécessaire par la municipalité

Tableau 2.6-5 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Bizerte

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	Classification
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement				
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élevation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)		
BIZ-Abd-SP-Rh-1	SPRA 2	18 700	62	1+1	48	48	BPC	400	2 370	Pompes et équipement avec forte corrosion et pannes très fréquentes; réservoir anti-bélier sous-dimensionné.	B0
BIZ-Biz-SP-Ex-1	SP Ben Ismail	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone partiellement habitée avec système de récolte d'eaux usées par fosses septiques; problèmes de contamination potentielle.	C1
BIZ-Zar-SP-Rh-1	SP RZ1 Oued Romine	15 000	55	2+1	9	5.9	BA	300	160	Équipement fonctionnel mais en mauvais état; génie civil en bon état.	B0
BIZ-Zar-SP-Rh-2	SP RZ2	40 000	100	2+1	7	9	PEHD	2*400	250	Pompes avec forte corrosion; dessableur hors-service; autre équipement et génie civil en bon état.	B1
BIZ-Zar-SP-Rh-3	SP RZ3 Marche du Gros	25 000	90	2+1	5	4.8	BA	300	200	Pompes avec forte corrosion; clôture en mauvais état; autre équipement et génie civil en bon état.	B1
BIZ-Jam-SP-Rh-1	SRJ 1	30 000	80	2+1	52	48	BPC	400	2 700	Pompes et équipement avec forte corrosion et pannes très fréquentes; réservoir anti-bélier en panne; fuites fréquentes dans la conduite de refoulement.	B0
BIZ-Jam-SP-Rh-2	SP Bir Rmal	5 000	22	1+1	5	2.4	AC	160	700	Génie civil et équipements de la SP en mauvais à très mauvais état de conservation. Plusieurs maisons à niveau plus bas que la SP.	B0
BIZ-Mat-SP-Rh-1	SP Hachad	5 000	15	1+1	26	7	PEHD	200	4 000	Capacité des pompes insuffisante; pas de protection anti-bélier; génie civil en bon état.	B0
BIZ-Mat-SP-Rh-2	SP Sadaka	12 000	30	2+1	10	13.5	PEHD	250	350	Équipement, armoire électrique et génie civil en bon état. Besoin de réhabilitation légère.	B1

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic		
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement			Description	Classification	
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)			
BIZ-Men-SP-Ex-1	SP Ben Alaya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone habitée et consolidée avec système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements; problème de contamination.	C0
BIZ-Raf-SP-Ex-1 BIZ-Raf-SP-Ex-2	SP Raf Raf Plage 1 et 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone habitée, surtout maisons de vacances et tourisme; système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements sur la plage; problèmes de contamination.	A
BIZ-Tin-SP-Ex-1	SP Guingla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone habitée et consolidée, y compris maisons de vacances; système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements sur la plage; problèmes de contamination.	A
BIZ-Tin-SP-Ex-2	SP Farhatia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone habitée et consolidée; système de récolte des eaux usées par fosses septiques avec débordements sur la plage; problèmes de contamination.	C0
BIZ-Tin-SP-Rh-1	SP SPROLS	12 000	15	1+1	14	8	AC	150	890		Capacité des pompes insuffisante; génie civil en bon état.	B0
Total									11 620			

Tableau 2.6-6 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refolement. Gouvernorat de Bizerte

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refolement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
BIZ-Abd-SP-Rh-1	18 700	87	Remplacement de tous les équipements y compris augmentation du débit (technopole de Bizerte). Remplacement du tronçon initial de la conduite de refolement.	87	1+1	110.0	SP2B	PEHD	315	1 000	-	-	-	350	295	645	21	38	-
BIZ-Biz-SP-Ex-1	2 500	10	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre la connexion du réseau projeté au réseau d'eaux usées existant.	10	1+1	4.0	SP1B	PEHD	125	600	-	-	-	135	58	193	6	1	BIZ-Biz-RS-Ex-1
BIZ-Zar-SP-Rh-1	18 700	99	Remplacement de tous les équipements y compris augmentation du débit (plus 15 L/s); réhabilitation légère du génie civil.	99	2+1	45.0	SP2B	-	-	-	-	-	-	54	322	375	18	16	-
BIZ-Zar-SP-Rh-2	70 000	160	Remplacement des pompes, armoires électriques et dessableur; réhabilitation légère de l'équipement restant et du génie civil.	160	2+1	55.0	SP2B	-	-	-	-	-	-	73	329	402	27	19	-
BIZ-Zar-SP-Rh-3	30 000	100	Remplacement des pompes, armoires électriques et clôture; réhabilitation légère de l'équipement restant et du génie civil.	100	2+1	22.0	SP2B	-	-	-	PVC	600	660	339	242	581	28	8	-
BIZ-Jam-SP-Rh-1	30 000	79	Remplacement de l'équipement et réhabilitation du génie civil; remplacement de la conduite de refolement.	79	2+1	90.0	SP2B	PEHD	315	2 700	-	-	-	773	278	1050	29	30	-
BIZ-Jam-SP-Rh-2	5 000	22	Construction d'une nouvelle station de pompage à 300 m de distance, sur les terrains plus bas. Par conséquent, même si cette intervention est classée en Rh, elle est considérée comme une Ex en termes d'estimation des coûts et de travaux.	22	1+1	11.0	SP2B	PEHD	200	940	-	-	-	224	122	346	12	4	-
BIZ-Mat-SP-Rh-1	15 000	55	Remplacement de tout l'équipement et armoires électriques dû à l'augmentation de débit de 15 L/s à 50 L/s; prévoir ballon anti-bélier; réhabilitation légère du génie civil.	55	1+1	45.0	SP2B	PEHD	250	2 200	BA	500	600	634	221	855	25	15	Construction de regard brise charge
BIZ-Mat-SP-Rh-2	12 000	36	Réhabilitation légère de l'équipement, armoires électrique et génie civil.	36	2+1	7.5	SP2B	-	-	-	-	-	-	28	42	70	10	2	-

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
BIZ-Men-SP-Ex-1	600	5	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre la connexion du réseau projeté au réseau d'eaux usées existant.	10	1+1	7.5	SP2B	PEHD	125	600	-	-	-	108	46	155	5	0	BIZ-Men-RS-Ex-1
BIZ-Raf-SP-Ex-1	5 000	22	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre la connexion du réseau projeté au réseau d'eaux usées existant.	22	1+1	7.5	SP2B	PEHD	200	100	-	-	-	95	120	215	8	2	BIZ-Raf-RS-Rh-1
BIZ-Raf-SP-Ex-2	4 000	18	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre la connexion du réseau projeté au réseau d'eaux usées existant.	18	1+1	5.5	SP2B	PEHD	160	150	-	-	-	92	106	198	7	2	BIZ-Raf-RS-Rh-1
BIZ-Tin-SP-Ex-1	2 000	6	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre la connexion du réseau projeté au réseau d'eaux usées existant.	10	1+1	3.0	SP2B	PEHD	125	100	-	-	-	46	49	95	3	0	BIZ-Tin-RS-EX-1
BIZ-Tin-SP-Ex-2	8 000	19	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre la connexion du réseau projeté au réseau d'eaux usées existant.	19	1+1	11.0	SP2B	PEHD	160	300	-	-	-	115	109	225	8	3	BIZ-Tin-RS-EX-2
BIZ-Tin-SP-Rh-1	12 000	34	Remplacement de tout l'équipement et armoires électriques dû à l'augmentation de débit de 15 L/s à 25 L/s; prévoir ballon anti-bélier; réhabilitation du génie civil.	34	1+1	18.5	SP2B	PEHD	200	890	-	-	-	213	159	372	12	4	-
Total										9 580			1 260	3 279	2 496	5 775	220	144	

2.6.5 Gouvernorat de Jendouba

Les interventions prévues dans le gouvernorat de Jendouba concernent les communes de Jendouba (Jen), Tabarka (Tab), Boussalem (Bss), Ghardimaou (Gha) et Fernana (Fer). Les réseaux de toutes ces villes sont actuellement à la charge de l'ONAS.

Dans chacune de ces communes, les eaux domestiques produites sont acheminées vers les STEP respectives et subissent un traitement préalable avant leur rejet dans le milieu récepteur.

Dans les zones où sont prévues des extensions de réseau, il existe généralement des fosses septiques. Celles-ci ne présentent pas de problème de contamination des captages d'eau. Cependant le risque de contamination potentielle est toujours présent.

Les réseaux de drainage sont généralement unitaires et connectés aux tuyaux des bâtiments pour drainage des toits et des cours intérieures, et aux avaloirs existants au niveau des voiries. Les réseaux faisant partie de cette intervention sont vétustes et ont dans leur composition de l'amiante-ciment et du béton armé, ce qui justifie la nécessité de leur remplacement.

Il existe des problèmes ponctuels de débordements dans tout le gouvernorat du fait d'un réseau existant ancien et en mauvais état de conservation.

Le curage manuel et mécanique des collecteurs est effectué 1 à 2 fois par an.

En ce qui concerne les données de base pour le dimensionnement des infrastructures ou pour l'estimation des travaux, les valeurs de consommation d'eau potable considérées sont celles indiquées dans le Chapitre 2.1. Pour Tabarka, la population touristique et le volume d'eau usée produite associé ont été pris en compte. Le nombre d'habitants par logement est de 4 en moyenne. Le débit d'infiltration considéré est de 40% du débit moyen.

De manière générale, le terrain est peu accidenté et la nappe alluvionnaire est peu profonde. La nature géologique du terrain (jusqu'à 2 m de profondeur) est la suivante:

Commune	Nature géologique du terrain (jusqu'à 2m de profondeur)	
	% normal	% rocheux
Jendouba	95	5
Tabarka	60	40
Boussalem	95	5
Ghardimaou	80	20
Fernana	70	30

Les Tableaux 2.6-7, 2.6-8 et 2.6-9 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat de Jendouba.

Le réseau du centre-ville de Jendouba (mitoyen des interventions JEN-Jen-RS-Rh-1/3) et la conduite de refoulement de la SP Echorfa n'ayant pas été intégrés dans l'étude de faisabilité fournie par l'ONAS, ne font pas partie du présent projet. Malgré cela, compte tenu de la vétusté du réseau et de son importance stratégique, les réhabilitations de ces zones devront être également réalisées par ailleurs.

Tableau 2.6-7 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de Jendouba

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
JEN-Fer-RS-Rh-1	Fernana	461	AC / BC	200 / 250 / 400	1276	Collecteurs anciens localisés sous les logements avec problèmes de bouchage et collecteurs anciens en mauvais état de conservation. Il y a des rues sans réseau d'eaux usées.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements. Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination. Il faut connecter les logements au réseau de l'ONAS qui achemine les eaux usées vers la station d'épuration existante.	1 142	2.3	PVC	250	3 159	688	19	-
JEN-Fer-RS-Ex-1	Cité El Fjouj	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau et de l'environnement, ni de santé publique.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées; Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination. Il faut connecter les logements au réseau de l'ONAS qui achemine les eaux usées vers la station d'épuration existante. Cette intervention ne peut pas être réalisée sans la construction de la SP El Fjouj.	425	0.9	PVC	250	2 351	329	10	JEN-Fer-SP-Ex-1
JEN-Gha-RS-Rh-1	Ghardimaou	1466	AC / BC	250 / 300	4064	Vétusté des collecteurs. Réseau daté de 1950. Boîtes de branchement connectées par piquage, bouchage. Les avaloirs sont connectés au réseau d'eaux usées.	B1	Remplacement du réseau des eaux usées. Il faut détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées et les connecter au nouveau réseau pluvial*.	1466	3.0	PVC	250 / 315	4 064	965	24	-
JEN-Gha-RS-Ex-1	Cité Sidi Abbes	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau et de l'environnement, ni de santé publique. Il sera nécessaire de construire une SP pour acheminer les eaux usées vers le réseau existant.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination. Connexion au réseau existant.	458	0.9	PVC	250	2 533	345	10	JEN-Gha-SP-Ex-1
JEN-Gha-RS-Ex-2	Cité Erraja	-	-	-	-	Zone déjà habitée avec système d'assainissement par fosses septiques. Le réseau de quelques rues est connecté directement au canal pluvial existant. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau mais il y a la possibilité de développement potentiel de nombreuses maladies liées à un milieu malsain.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination. Connexion au réseau existant.	548	1.1	PVC	250 / 315	1 518	247	7	-
JEN-Jen-RS-Rh-1	Ville de Jendouba	1379	AC / BC	250 / 300	3821	Vétusté des collecteurs. Il y a des boîtes de branchement connectées par piquage, des avaloirs connectés au réseau d'eaux usées, des débordements en cas de pluie et faible pente. Il n'y a pas de réseau pluvial.	B1	Substitution du réseau existant et modification du sens de drainage du système. Il faudra détourner le drainage de cette zone, qui traverse actuellement le centre de Jendouba, vers un réseau extérieur qui acheminera les eaux usées vers la STEP existante, par la réhabilitation de la SP Ettataouer (JEN-Jen-SP-Rh-1). Il faut construire un réseau pluvial pour détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques*.	1 379	4.8	PVC	250 / 315	3 821	870	22	JEN-Jen-SP-Rh-1

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
JEN-Jen-RS-Rh-2	Cité Militaire	1912	AC / BC	250 / 300 / 500	5310	Vétusté des collecteurs. Il y a des boîtes de branchement connectées par piquage, des avaloirs connectés au réseau d'eaux usées, des débordements en cas de pluie et faible pente. Il n'y a pas de réseau pluvial.	B1	Substitution du réseau actuel et réhabilitation de la SP3 (JEN-Jen-SP-Rh-2). Il faut construire un réseau pluvial pour détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques*.	1 912	6.6	PVC	250/ 315/ 500	5 310	1296	32	JEN-Jen-SP-Rh-2
JEN-Jen-RS-Rh-3	Cité Ennour	3154	AC / BC	250 / 300 / 500	8752	La faible pente est généralisée, les tuyaux sont trop profonds et vétustes, donc il y a des problèmes de débordements en cas de pluie, bouchage, ensablages, collapses ponctuels des tuyaux. Il y a aussi des boîtes de branchement connectées par piquage et des avaloirs connectés au réseau d'eaux usées parce qu'il n'y a pas de réseau pluvial.	B1	Remplacement du réseau. Il faut construire un réseau pluvial pour détacher les avaloirs existants du réseau d'eaux usées domestiques*.	3 154	10.6	PVC	250/ 315/ 500	8 752	1795	45	-
JEN-Jen-RS-Ex-1	Essaidia III	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau, de développement potentiel de nombreuses maladies liées à un milieu malsain ou contamination de zones sensibles au niveau de l'écologie et de l'environnement. Il sera nécessaire de construire une SP pour acheminer les eaux usées vers le réseau existant.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination. Il faut connecter les logements au réseau de l'ONAS qui achemine les eaux usées vers la station d'épuration existante.	1 077	3.7	PVC	250	2 990	438	13	JEN-Jen-SP-Ex-1
JEN-Tab-RS-Rh-1	Ville de Tabarka	4110	AC / BC	250 / 300	2586	Il s'agit d'un réseau unitaire ancien. Il existe 3 DO (déversoir d'orage) dans le réseau qui acheminent les débits pluviaux vers le port, cependant les problèmes de débordements, bouchages fréquents et collapses ponctuels des tuyaux persistent.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris les regards et les branchements.	4 110	13.1	PVC	250 / 315	2 586	614	15	-
JEN-Tab-RS-Ex-1	Cité Houemdja	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau, de développement potentiel de nombreuses maladies liées à un milieu malsain ou contamination de zones sensibles au niveau de l'écologie et de l'environnement.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination. Il faut connecter les logements au réseau de l'ONAS qui achemine les eaux usées vers la station d'épuration existante.	800	2.8	PVC	250	4 833	658	20	JEN-Tab-SP-Rh-1
JEN-Tab-RS-Ex-2	Cité Malloula	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau, de développement potentiel de nombreuses maladies liées à un milieu malsain ou contamination de zones sensibles au niveau de l'écologie et de l'environnement.	C1	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer les infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion. Il faut connecter les logements au réseau de l'ONAS qui achemine les eaux usées vers la station d'épuration existante. Deux SP seront nécessaires pour franchir la dénivellation du terrain: JEN-Tab-SP-Ex-1 et JEN-Tab-SP-Ex-2.	263	0.9	PVC	250	4 750	607	18	JEN-Tab-SP-Ex-1 / JEN-Tab-SP-Ex-2

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
JEN-Tab-RS-Ex-3	Cité Ain Mazouz	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau, de développement potentiel de nombreuses maladies liées à un milieu malsain ou contamination de zones sensibles au niveau de l'écologie et de l'environnement.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination. Il faut connecter les logements au réseau de l'ONAS qui achemine les eaux usées vers la station d'épuration existante.	821	2.8	PVC	250	4 555	655	20	-
JEN-Bss-RS-Ex-1	Cité Ennour	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau, de développement potentiel de nombreuses maladies liées à un milieu malsain ou contamination de zones sensibles au niveau de l'écologie et de l'environnement.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion. Cette intervention ne peut pas être réalisée sans la construction de la SP Cité Ennour (JEN-Bss-SP-Ex-1).	724	1.5	PVC	250 / 315	3 003	402	12	JEN-Bss-SP-Ex-1
Total					25 809								54 225	9 910	268	

Note:

* - investissement dans le réseau pluvial également nécessaire par la municipalité

Tableau 2.6-8 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Jendouba

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement			Description	Classification
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)		
JEN-Fer-SP-Ex-1	SP El Fjouj	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité El Fjouj n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C0
JEN-Gha-SP-Ex-1	SP Sidi Abbes	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Sidi Abbes n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C0
JEN-Jen-SP-Rh-1	SP Ettataouer	20 000	30	2+1	5	4.4	AC	200	380	Besoin de réhabilitation de l'équipement, et augmentation de la capacité pour faire face à la réhabilitation du réseau d'eaux usées de la cité Erriadh (JEN-Jen-RS-Rh-1). Besoin de réhabilitation d'une partie du génie civil et modification du tracé de la conduite de refoulement pour acheminer les eaux usées vers la STEP existante par la SP Echorfa.	B1
JEN-Jen-SP-Rh-2	SP 3	5 000	28	2+1	10	2.7	AC	150	143	Vétusté du génie civil et de l'équipement.	B1
JEN-Jen-SP-Rh-3	SP 4	30 000	100	2+1	10	10	AC	sans donnés / no data	10	SP en mauvais état de conservation du génie civil et de l'équipement. Cette SP est la principale station pour acheminer les eaux usées de Jendouba à STEP.	B0
JEN-Jen-SP-Rh-4	SP Timiria	200	10	1+1	5	2.4	AC	80	100	Mauvais état de conservation du génie civil et de l'équipement. La construction date de 1994.	B1
JEN-Jen-SP-Ex-1	SP Essaidia III	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Essaidia III n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C0
JEN-Tab-SP-Rh-1	SP Morjane	1 200	20	2+1	17	3.3	BC	200	743	Nécessité de remplacement des équipements et du conduit de refoulement.	B1
JEN-Tab-SP-Ex-1	SP Malloula 1	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Malloula n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C1
JEN-Tab-SP-Ex-2	SP Malloula 2	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Malloula n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C1
JEN-Bss-SP-Ex-1	SP Cité Ennour	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Ennour n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C1
Total									1 376		

Tableau 2.6-9 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Jendouba

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
JEN-Fer-SP-Ex-1	425	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité El Fjouj.	10	1+1	3.0	SP1B	PEHD	125	785	-	-	-	140	58	198	6	0	JEN-Fer-RS-Ex-1
JEN-Gha-SP-Ex-1	458	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Abbès.	10	1+1	2.2	SP1B	PEHD	125	580	-	-	-	114	58	172	5	0	JEN-Gha-RS-Ex-1
JEN-Jen-SP-Rh-1	20 000	50	Réhabilitation de la SP, substitution de l'équipement et modification du tracé de la conduite de refoulement pour détourner le débit élevé de Jendouba vers la SP Echorfa.	50	2+1	5.5	SP2A	PEHD	250	380	PVC	400	1 660	467	145	612	19	2	JEN-Jen-RS-Rh-1
JEN-Jen-SP-Rh-2	5 000	15	Substitution de l'équipement, réhabilitation du génie civil et de la conduite de refoulement. Cette intervention sera associée à la réhabilitation de la Cité Militaire (JEN-Jen-RS-Rh-2).	15	2+1	4.0	SP2A	PEHD	160	143	PVC	315	317	118	67	185	5	1	JEN-Jen-RS-Rh-2
JEN-Jen-SP-Rh-3	30 000	72	Construction, dans le même site, d'une nouvelle SP du type SP2B.	72	2+1	15.0	SP2B	PEHD	315	10	BA	1000	2 590	2 187	261	2 448	64	5	-
JEN-Jen-SP-Rh-4	200	5	Réhabilitation d'une partie du génie civil et substitution de l'équipement.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	100	-	-	-	39	29	68	3	0	-
JEN-Jen-SP-Ex-1	1 077	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Essaidia III.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	466	-	-	-	99	58	157	5	0	Jen-Jen-RS-Ex-1
JEN-Tab-SP-Rh-1	2 000	7	Substitution de l'équipement et de la conduite de refoulement.	10	2+1	1.5	SP1B	PEHD	125	744	-	-	-	133	29	162	6	0	JEN-Tab-RS-Ex-1
JEN-Tab-SP-Ex-1	314	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de Cité Malloula.	10	1+1	15.0	SP1B	PEHD	125	670	-	-	-	158	58	215	7	0	JEN-Tab-RS-Ex-2
JEN-Tab-SP-Ex-2	314	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de Cité Malloula.	10	1+1	15.0	SP1B	PEHD	125	1 123	PVC	250	2 870	687	58	745	23	0	JEN-Tab-RS-Ex-2
JEN-Bss-SP-Ex-1	724	5	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de Cité Ennour.	10	1+1	1.5	SP1B	PEHD	125	1 030	-	-	-	170	58	228	7	0	JEN-Bss-RS-Ex-1
Total										6 031			7 437	4 314	875	5 189	151	9	

2.6.6 Gouvernorat de Kasserine

Comme indiqué dans le Chapitre 2.1, 4 communes, dont la gestion du système d'assainissement est assuré par l'ONAS, font partie de la présente étude. Les réseaux de drainage des communes de Thala (Tel) et Feriana (Fei) sont actuellement communaux. Suite à l'exécution des ouvrages souhaités, leur exploitation par l'ONAS est prévue.

A Kasserine (Kas) et à Sbeïtla (Sbe), il existe des STEP vers lesquelles sont drainés tous les effluents ménagers produits. A Feriana et Thala, les projets de construction de deux STEP ont déjà obtenu un financement. Actuellement, dans ces communes et aux endroits déjà desservis par un réseau, les eaux usées ménagères sont déchargées directement dans les oueds sans aucun traitement préalable, causant des problèmes de contamination des eaux.

Dans les zones où des extensions sont prévues, il existe généralement un puits perdu et la contamination des captages d'eau n'a pas été constatée.

Les réseaux de drainage sont pseudo-séparatifs et connectés aux tuyaux des bâtiments pour le drainage des toits et des cours intérieures. Au niveau des voiries, le drainage des eaux de pluie est réalisé superficiellement et ces eaux sont déchargées dans le milieu hydrique. Ainsi, il n'existe pas de réseau de collecteurs exclusivement destiné au drainage des eaux de pluie.

Dans tout le gouvernorat, il existe des problèmes ponctuels de débordement car le réseau existant est ancien et en mauvais état de conservation.

Le curage manuel et mécanique des collecteurs est effectué 1 à 2 fois par an.

En ce qui concerne les données de base pour le dimensionnement des infrastructures ou l'estimation des travaux, les valeurs suivantes sont prises en compte :

- Valeur moyenne de consommation d'eau potable : 75 l/hab/j ;
- 1 boîte de branchement par logement.

D'une manière générale, le terrain est peu accidenté. La nappe alluvionnaire est peu superficielle et les sols sont sablonneux et argileux, excepté dans la commune de Thala où le pourcentage de roche est supérieur à 70%.

Les Tableaux 2.6-10, 2.6-11 et 2.6-12 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat de Kasserine.

Tableau 2.6-10 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de Kasserine

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
KAS-Fei-RS-Ex-1	Feriana	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdu mais il n'y a pas de problèmes de contamination dans cette zone. Néanmoins, le rejet du réseau existant est déchargé dans le milieu naturel.	C0	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer des infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination (55 %). Cette intervention ne peut pas être réalisée sans la construction de la SP1 El Amen et de la SP2 El Bassatine.	4 950	11.5	PVC	250 / 315	21 179	3079	92	KAS-Fer-SP-Ex-1 KAS-Fer-SP-Ex-2
KAS-Kas-RS-Ex-1	Cité Nouvelle Medina	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdu mais il n'y a pas de problèmes de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer des infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	1 000	2.4	PVC	250	2 586	355	11	-
KAS-Kas-RS-Ex-3	Cité Essalem	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdu mais il n'y a pas de problèmes de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer des infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	1 000	2.4	PVC	250	3 352	535	16	-
KAS-Kas-RS-Ex-4	Cité el Feth 3	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdu mais il n'y a pas de problèmes de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer des infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	1 250	3.0	PVC	250	2 583	294	9	-
KAS-Kas-RS-Ex-5	Cité Lotissement Rahmouni	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdu mais il n'y a pas de problèmes de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer des infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	900	2.2	PVC	250	2 723	308	9	-
KAS-Kas-RS-Ex-6	Cité Bnanna	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdu mais il n'y a pas de problèmes de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer des infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	750	1.8	PVC	250	2 005	265	8	-
KAS-Kas-RS-Rh-1	Conduite vers STEP 1	41 106	BA	600 / 800	3910	Bouchage de réseau par les armatures de la conduite. Grandes difficultés de débouchage. Collecteur en mauvais état. Collecteur principal auquel se connecte toute la ville de Kasserine.	B0	Remplacement du collecteur existant en maintenant le DN actuel.	64 660	106.6	PVC/BA	630 / 800	3 910	2148	54	-
KAS-Kas-RS-Rh-2	Conduite vers STEP 2	6 000	AC	250	821	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Difficulté de débouchage. Écoulement en charge et retour des eaux usées vers les logements.	B0	Remplacement du collecteur existant en maintenant le DN actuel.	6 000	13.4	PVC	250	1 450	251	6	-
KAS-Kas-RS-Rh-3	Centre-Ville de Kasserine	750	AC	250 / 300	2000	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Difficulté de débouchage. Écoulement en charge et retour des eaux usées vers les logements.	B0	Remplacement des collecteurs existant en maintenant le DN actuel.	750	1.8	PVC	250 / 300	2 000	423	11	-
KAS-Kas-RS-Rh-4	Collecteur de Ceinture	23 000	AC	250 / 300	2122	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Difficulté de débouchage. Mauvais état. Capacité insuffisante. Écoulement en charge et retour des eaux usées vers les logements.	B0	Remplacement des collecteurs, et augmentation de la capacité. Remplacement des regards de visite et boîtes de branchement.	23 000	41.9	PVC	400	2 122	524	13	-
KAS-Kas-RS-Rh-5	Collecteur d'AV. Bejaoui	6 000	AC	250 / 300	930	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Mauvais état. Difficulté de débouchage.	B0	Remplacement des collecteurs existants en maintenant le DN actuel. Traversée de la voie ferrée par forage horizontal.	6 000	13.4	PVC	250 / 315	930	188	5	-
KAS-Kas-RS-Rh-7	Collecteur d'Ain el Gaied	30 000	AC	250 / 300	1137	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Difficulté de débouchage. Mauvais état. Écoulement en charge et retour des eaux usées vers les logements.	B0	Remplacement des collecteurs, et augmentation de la capacité. Remplacement des regards de visite et boîtes de branchement.	30 000	53.1	PVC	400	1 137	290	7	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
KAS-Kas-RS-Rh-8	Cité Saad Eddine	1 000	AC	250	3 600	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Difficulté de débouchage. Mauvais état. Ecoulement en charge et retour des eaux usées vers les logements.	B0	Remplacement des collecteurs existant en maintenant le DN actuel.	1 000	2.4	PVC	250	3 600	707	18	-
KAS-Kas-RS-Rh-9	Cité el Bassatine 1	2 000	AC	250	4 208	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Difficulté de débouchage. Ecoulement en charge et retour des eaux usées vers les logements.	B0	Remplacement du collecteur existant en maintenant le DN actuel.	2 000	4.9	PVC	250	4 208	918	23	-
KAS-Kas-RS-Rh-10	Cité el Bassatine 2	2 500	AC	250	2 164	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Difficulté de débouchage. Ecoulement en charge et retour des eaux usées vers les logements.	B0	Remplacement du collecteur existant en maintenant le DN actuel.	2 500	6.1	PVC	250	2 164	634	16	-
KAS-Kas-RS-Rh-11	Cité el Bassatine 3	2 500	AC	250	4 406	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Difficulté de débouchage. Ecoulement en charge et retour des eaux usées vers les logements.	B0	Remplacement du collecteur existant en maintenant le DN actuel.	2 500	6.1	PVC	250	4 406	1006	25	-
KAS-Sbe-RS-Ex-1	Cité Zayatine	-	-	-	-	Zone déjà habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdu mais il n'y a pas de problèmes de contamination. Néanmoins, le rejet du réseau existant est déchargé dans le milieu naturel.	C1	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer des infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination (55%).	75	0.2	PVC	250	300	36	1	-
KAS-Sbe-RS-Ex-2	Cité el Khadhra	-	-	-	-	Zone déjà habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdu mais il n'y a pas de problèmes de contamination. Néanmoins, le rejet du réseau existant est déchargé dans le milieu naturel.	C0	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer des infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination (55%).	950	2.3	PVC	250	1 960	279	8	-
KAS-Sbe-RS-Rh-1	Collecteur Oued Sbeitla	1 250	AC	250	750	Collecteur existant inaccessible et bouchage fréquent. Rendement de curage mécanique trop faible. Difficulté de débouchage. Profondeur ponctuelle de 5,8 m.	B0	Construction d'un nouveau collecteur avec modification du tracé.	1 250	3.0	PVC	250	750	88	2	-
KAS-Sbe-RS-Rh-2	Centre-Ville de Sbeitla	750	AC	250	1015	Collecteurs en mauvais état.	B0	Remplacement des collecteurs existant en maintenant le DN actuel.	750	1.8	PVC	250	1 015	251	6	-
KAS-Sbe-RS-Rh-3	Cité Lotissement el Feth	1 250	AC	250	2400	Rendement de curage mécanique trop faible. Bouchage fréquent. Difficulté de débouchage. Mauvais état. Ecoulement en charge et retour des eaux usées vers les logements.	B0	Remplacement des collecteurs existant en maintenant le DN actuel.	1 250	3.0	PVC	250	2 400	535	13	-
KAS-Sbe-RS-Rh-4	Cité Essourour Est / Cité Essourour Ouest	650	BA / PVC	300 / 400	780	Mauvais état, bouchage et débordement fréquents à cause de la faible pente. 400 m seront désactivés.	B0	Il faut désactiver 400 m de collecteur en BA et éliminer les connexions aux logements. Nouvelles boîtes de branchement pour connexion au collecteur en PVC DN 400.	650	1.6	PVC	400	300	138	3	-
KAS-Tel-RS-Ex-1	Cité Tela	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdu mais il n'y a pas de problèmes de contamination dans cette zone.	C0	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer des infrastructures de la région. Augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination (55 %). Cette intervention ne peut pas être réalisée sans la construction de la SP1 Cité SNIT et de la SP2 Ain Ahmed.	5 950	13.3	PVC	250	12 000	2514	75	KAS-Tel-SP-Ex-1 KAS-Tel-SP-Ex-2
Total													79 080	15 765	432	

Tableau 2.6-11 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Kasserine

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	Classification
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement				
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)		
KAS-Fei-SP-Ex-1	SP1 - EL Amen	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité El Amen n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C0
KAS-Fei-SP-Ex-2	SP2 - El Bassatine	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité El Bassatine n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C0
KAS-Tel-SP-Ex-1	SP1 - Cité SNIT	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité SNIT n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C0
KAS-Tel-SP-Ex-2	SP 2 - Ain Ahmed	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Ain Ahmed n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C0
Total											

Tableau 2.6-12 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Kasserine

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
KAS-Fei-SP-Ex-1	800	5	Construction d'une nouvelle SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité El Amen. Il faudra acquérir les terrains pour la construction de la SP, il s'agit de terrains privés.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	1 340	-	-	-	181	58	238	7	0	KAS-Fei-RS-Ex-1
KAS-Fei-SP-Ex-2	1 000	5	Construction d'une nouvelle SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité El Bassatine. Il faudra acquérir les terrains pour la construction de la SP, il s'agit de terrains privés.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	443	-	-	-	116	58	174	5	0	KAS-Fei-RS-Ex-1
KAS-Tel-SP-Ex-1	375	5	Construction d'une nouvelle SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité SNIT. Il faudra acquérir les terrains pour la construction de la SP, il s'agit de terrains privés.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	424	-	-	-	131	58	188	6	0	KAS-Tel-RS-Ex-1
KAS-Tel-SP-Ex-2	375	5	Construction d'une nouvelle SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Ain Ahmed. Il faudra acquérir les terrains pour la construction de la SP, il s'agit de terrains privés.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	241	-	-	-	99	58	157	5	0	KAS-Tel-RS-Ex-1
Total										2 448			0	527	230	757	24	0	

2.6.7 Gouvernorat de Kébili

Il existe dans le gouvernorat de Kébili 5 communes dont la gestion du système d'assainissement est prise en charge par l'ONAS et qui font partie de cette étude.

Les eaux usées domestiques de El Golaa (Gol), Jemna (Jem) et Douz (Dou ; Douz Sud : Dos) sont acheminées vers la STEP de Douz. Les eaux usées domestiques de Kébili (Keb ; Kébili Sud : Kes ; Kébili Nord : Ken) sont acheminées vers la STEP de Kébili et les eaux usées de Souk Lahad (Sou) sont déchargées directement dans les lignes d'eau sans aucun traitement préalable, puisque la STEP est encore en phase d'étude. Dans la commune de Souk Lahad, le système d'assainissement existant est basé sur des puits perdus et des latrines, et il y a des problèmes de contamination.

Dans les zones où des extensions sont prévues, il existe généralement des puits perdus, des fosses septiques et des latrines, mais il n'y a pas de situation de contamination des captages d'eau de la SONEDE.

Le curage manuel et mécanique des collecteurs est effectué 1 à 2 fois par an.

En ce qui concerne les données de base pour le dimensionnement des infrastructures ou pour l'estimation des ouvrages, les valeurs de capitation considérées sont celles indiquées dans le Chapitre 2.1, c'est-à-dire 1 boîte de branchement par logement et 5 personnes par maison.

Le tourisme a une certaine importance dans ce gouvernorat, en particulier à Douz. Cependant, en ce qui concerne le dimensionnement, les valeurs considérées ont été celles de la consommation d'eau potable et, par conséquent le volume des eaux usées domestiques de la population touristique est dilué dans le volume des eaux usées domestiques produites par la population résidente.

De manière générale, le terrain est peu accidenté, la nappe alluvionnaire est peu superficielle et les sols sont sablonneux et argileux. Seule la commune de Souk Lahad présente des terrains rocheux, avec un pourcentage d'environ 20%.

La salinité des sols est élevée dans tout le gouvernorat, à l'exception de la commune de Souk Lahad.

Les Tableaux 2.6-13, 2.6-14 et 2.6-15 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat de Kébili.

Tableau 2.6-13 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de Kébili

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
KEB-Keb-RS-Ex-1	Kébili (Nezla) / Kébili (Ville)	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdus mais il n'y a pas de problèmes de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire une nouvelle SP pour élévation du débit total domestique dans le nouveau réseau.	1 000	2.1	PVC	250	1 700	286	9	KEB-Keb-SP-Ex-1
KEB-Keb-RS-Rh-1	Kébili (Centre-Ville)	4 000	AC	250 / 300	7 115	Vétusté des collecteurs. Collecteurs en mauvais état à cause de H ₂ S.	B1	Remplacement des collecteurs en AC, boîtes de branchement et tronçons de liaison.	4 000	8.4	PVC	250 / 315	7 115	1 682	42	-
KEB-Ken-RS-Ex-1	Cité Rabta	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdus et latrines. Il y a des problèmes de contamination dans cette zone.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire une nouvelle SP pour élévation du débit total domestique dans le nouveau réseau.	3 000	6.3	PVC	250	8 900	1 397	42	KEB-Ken-SP-Ex-1
KEB-Ken-RS-Ex-2	Cité Tombar	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdus et latrines. Il y a des problèmes de contamination dans cette zone.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire une nouvelle SP pour élévation du débit total domestique dans le nouveau réseau.	5 550	11.2	PVC	250	10 673	1 854	56	KEB-Ken-SP-Ex-2
KEB-Ken-RS-Ex-3	Cité Jdida Mansoura	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdus et latrines. Il y a des problèmes de contamination dans cette zone.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire une nouvelle SP pour élévation d'une partie du débit domestique dans le nouveau réseau.	3 000	6.3	PVC	250	6 000	1 080	32	KEB-Ken-SP-Ex-3
KEB-Ken-RS-Ex-4	Cité Guetya	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdus et latrines. Il y a des problèmes de contamination dans cette zone.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire une nouvelle SP pour élévation du débit total domestique dans le nouveau réseau.	2 530	5.3	PVC	250	5 050	878	26	KEB-Ken-SP-Ex-4
Keb-Kes-RS-Ex-1	Cité Bazma	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdus et latrines. Il y a des problèmes de contamination dans cette zone.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire une nouvelle SP pour élévation du débit total domestique dans le nouveau réseau.	3 650	7.7	PVC	250	12 150	1 939	58	KEB-Kes-SP-Ex-1

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
Keb-Kes-RS-Ex-2	Cité Rahmat	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdus et latrines. Il y a des problèmes de contamination dans cette zone.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire deux nouvelles SP pour élévation du débit total domestique dans le nouveau réseau.	1 350	2.8	PVC	250	5 130	801	24	KEB-Kes-SP-Ex-2 / Keb-Kes-SP-Ex-1
Keb-Sou-RS-Ex-1	Ville de Souk Lahad	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par puits perdus et latrines. Il y a des problèmes de contamination dans cette cité.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire cinq nouvelles SP pour élévation d'une partie du débit domestique dans le nouveau réseau.	15 000	21.8	PVC	250 / 315	32 500	6 140	184	KEB-Sou-SP-Ex-1 / KEB-Sou-SP-Ex-2 / KEB-Sou-SP-Ex-3 / KEB-Sou-SP-Ex-4 / KEB-Sou-SP-Ex-5
Keb-Gol-RS-Ex-1	Cité El Golaa	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques. Il y a des problèmes de contamination des captages d'eau dans cette cité.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées.	750	1.2	PVC	250	3 065	387	12	-
Keb-Jem-RS-Ex-1	Cité Jemna	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques. Il y a des problèmes de contamination des captages d'eau dans cette zone.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées.	3 500	5.6	PVC	250	11 200	1 777	53	KEB-Jem-RS-Ex-1
Keb-Dou-RS-Ex-1	O M Zarzour / Gharbia	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire une nouvelle SP pour élévation du débit total domestique dans le nouveau réseau de la Cité Gharbia pour connecter au réseau public.	2 000	4.7	PVC	250	5 648	953	29	KEB-Dou-SP-Ex-1
Keb-Dou-Rs-Rh-1	Douz	40 000	PVC	315 / 400	-	Capacité insuffisante. Problèmes de débordements. Pente faible.	B0	Remplacement du collecteur avec augmentation du diamètre. Remplacement des regards et boîtes de branchements.	25 000	43.5	PVC	400 / 500	2 451	794	20	-
Keb-Dos-Rs-Ex-1	Cité Zeafrane	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau dans cette zone.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées pour améliorer le taux de branchement au réseau public d'eaux usées. Il faut construire une nouvelle SP pour élévation du débit domestique dans le nouveau réseau.	3 000	7.0	PVC	250	12 449	1 693	51	KEB-Dos-SP-Ex-1
Total												124031	21661	637		

Tableau 2.6-14 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Kébili

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement			Description	Classification
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)		
KEB-Keb-SP-Rh-1	SR2	4 000	20	1+1	12	6.7	AC	150	750	Tuyauterie et tubes de guidage de la pompe fortement corrodés. Pompes d'origine avec forte corrosion. Clapets de retenue doivent être remplacés. Tampons des puits de pompage endommagés. Le sol du bâtiment de l'exploitation est totalement détruit à cause de la salinité du terrain. Génie civil et voirie en mauvais état.	A
KEB-Keb-SP-Rh-2	SR1	2 500	20	1+1	10	6.7	PEHD	200	1 760	SP avec capacité suffisante pour l'extension du réseau prétendu pour Kébili Sud (~1000 logements). Besoin d'intervention au niveau de l'équipement et du génie civile. Tuyauterie et tubes de guidage de la pompe fortement corrodés. Clapets de retenue doivent être remplacés. Fenêtres cassées. Tampons des puits de pompage endommagés. Le sol du bâtiment de l'exploitation est totalement détruit à cause de la salinité du terrain. Gonflement du béton dans le regard de vannage. Génie civil et voirie en mauvais état.	A
KEB-Keb-SP-Ex-1	SP Nezla	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C1
KEB-Ken-SP-Ex-1	SP Rbata	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Ken-SP-Ex-2	SP Tombar	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Ken-SP-Ex-3	SP Jdida	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Ken-SP-Ex-4	SP Guetya	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement			Description	Classification
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)		
KEB-Kes-SP-Ex-1	SP Bazma	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Kes-SP-Ex-2	SP Rahmat	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Sou-SP-Ex-1	SP1	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Sou-SP-Ex-2	SP2	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Sou-SP-Ex-3	SP3	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Sou-SP-Ex-4	SP4	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Sou-SP-Ex-5	SP5	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C0
KEB-Jem-SP-Ex-1	SP Jemna 3	-	-	-	-	-	-	-	-	SP nécessaire pour éliminer les rejets en milieu naturel sans traitement, en provenance des SP Jemna 1 et SP Jemna 2 et qui reçoivent du réseau existant de Jemna, qui est communal. Cette SP est également nécessaire pour élever le débit jusqu'à Douz et ensuite acheminer vers la STEP de Douz.	A
KEB-Dou-SP-Ex-1	SP Gharbia	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C1
KEB-Dos-SP-Ex-1	SP Zeafrane	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité sans réseau.	C1
Total									2 510		

Tableau 2.6-15 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Kébili

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
KEB-Keb-SP-Rh-1	4 000	18	Substitution de l'équipement et de la conduite de refoulement. Travaux au niveau du génie civil.	18	1+1	7.5	SP2B	PEHD	160	750	-	-	-	189	108	297	8	1	-
KEB-Keb-SP-Rh-2	7 500	14	Remplacement intégral de tout l'équipement. Travaux au niveau du génie civil.	14	1+1	3.0	SP2B	PEHD	160	0	-	-	-	55	92	146	11	1	-
KEB-Keb-SP-Ex-1	850	5	Construction d'une nouvelle SP pour viabiliser la connexion du nouveau réseau, qui sera construit dans la Cité Nezla (KEB-Keb-RS-Ex-1), au réseau de drainage public.	10	1+1	3.0	SP1B	PEHD	125	810	-	-	-	134	58	191	6	0	-
KEB-Ken-SP-Ex-1	3 000	6	Construction d'une nouvelle SP pour viabiliser la connexion du réseau, qui sera construit dans la Cité Rbata au réseau de drainage public.	10	1+1	3.0	SP1B	PEHD	125	1 260	-	-	-	217	58	274	9	0	KEB-Ken-RS-Ex-1
KEB-Ken-SP-Ex-2	5 550	11	Construction d'une nouvelle SP pour viabiliser la connexion du réseau, qui sera construit dans la Cité Tombar au réseau de drainage public.	11	1+1	3.0	SP2B	PEHD	125	835	PVC	315	1 545	389	78	467	15	1	KEB-Ken-RS-Ex-2
KEB-Ken-SP-Ex-3	600	5	Construction d'une nouvelle SP pour viabiliser la connexion du réseau, qui sera construit dans la Cité Jdida Mansoura au réseau de drainage public.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	390	-	-	-	91	58	149	5	0	KEB-Ken-RS-Ex-3
KEB-Ken-SP-Ex-4	2 530	5	Construction d'une nouvelle SP pour viabiliser la connexion du réseau, qui sera construit dans les Cités Guetya au réseau de drainage public de la ville de Kébili.	10	1+1	11.0	SP1B	PEHD	125	4 290	PVC	250	425	659	58	716	22	1	KEB-Ken-RS-Ex-4
KEB-Kes-SP-Ex-1	5 000	10	Construction d'une nouvelle SP pour viabiliser la connexion du réseau, qui sera construit dans la Cité Rahmat, au réseau de drainage de la ville de Kébili. Cette SP élèvera le débit jusqu'à SP Bazma.	10	1+1	4.0	SP2B	PEHD	125	920	PVC	250	285	205	74	279	9	1	KEB-Kes-RS-Ex-1 KEB-Kes-RS-Ex-2
KEB-Kes-SP-Ex-2	1 350	5	Construction d'une nouvelle SP pour viabiliser la connexion du réseau, qui sera construit dans la Cité Guetya, au réseau de drainage.	10	1+1	3.0	SP1B	PEHD	125	760	PVC	250	3 700	557	58	614	19	0	KEB-Kes-RS-Ex-2 KEB-Kes-SP-Ex-1

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
KEB-Sou-SP-Ex-1	1 915	5	Construction d'une SP pour viabiliser la connexion du réseau qui sera construit à Souk Lahad à STEP (en phase d'étude).	10	1+1	5.5	SP1B	PEHD	125	550	-	-	-	131	58	189	6	0	KEB-Sou-RS-Ex-1
KEB-Sou-SP-Ex-2	7 500	12	Construction d'une SP pour viabiliser la connexion du réseau qui sera construit à Souk Lahad à STEP (en phase d'étude).	12	1+1	2.2	SP2B	PEHD	125	450	-	-	-	116	83	199	7	1	KEB-Sou-RS-Ex-1 KEB-Sou-SP-Ex-3 KEB-Sou-SP-Ex-5
KEB-Sou-SP-Ex-3	6 100	10	Construction d'une SP pour viabiliser la connexion du réseau qui sera construit à Souk Lahad à STEP (en phase d'étude).	10	1+1	3.0	SP2B	PEHD	125	495	-	-	-	116	75	191	6	1	KEB-Sou-RS-Ex-1 KEB-Sou-SP-Ex-5
KEB-Sou-SP-Ex-4	620	5	Construction d'une SP pour viabiliser la connexion du réseau qui sera construit à Souk Lahad à STEP (en phase d'étude).	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	200	-	-	-	84	58	142	5	0	KEB-Sou-RS-Ex-1
KEB-Sou-SP-Ex-5	2 600	5	Construction d'une SP pour viabiliser la connexion du réseau qui sera construit à Souk Lahad à STEP (en phase d'étude).	10	1+1	4.0	SP1B	PEHD	125	795	-	-	-	164	58	222	7	0	KEB-Sou-RS-Ex-1
KEB-Jem-SP-Ex-1	4 000	6	Construction d'une SP nécessaire pour transporter les eaux usées jusqu'à Douz.	10	1+1	11.0	SP2B	PEHD	125	11 230	PVC	315	420	1 515	54	1 568	48	2	KEB-Jem-RS-Ex-1
KEB-Dou-SP-Ex-1	500	5	SP nécessaire pour acheminer le débit résiduel domestique qui sera drainé par le réseau qui sera construit dans la Cité Gharbia.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	175	-	-	-	73	58	130	4	0	Keb-Dou-RS-Ex-1
KEB-Dos-SP-Ex-1	3 000	7	Construction d'une SP pour viabiliser la connexion du réseau qui sera construit à Zeafrane à STEP de Douz.	10	1+1	4.0	SP1B	PEHD	125	4 710	PVC	250	160	479	58	537	16	1	Keb-Dos-RS-Ex-1
										28 620			6 535	5 173	1 138	6 311	202	10	

2.6.8 Gouvernorat du Kef

Il existe dans le gouvernorat du Kef 3 communes dont la gestion du système d'assainissement est à la charge de l'ONAS et qui font partie de la présente étude.

Les eaux usées domestiques de la ville du Kef (Kef) sont acheminées vers la STEP du Kef, tandis que les eaux usées domestiques produites dans les communes de Dahmani (Dah) et Tajerouine (Taj) sont déchargées directement dans le milieu naturel sans aucun traitement préalable. Les STEP de ces localités sont en phase de programmation et ne sont pas incluses dans la présente étude.

Le réseau des centres villes est ancien et les conduites en AC/BC ont besoin d'être remplacées. La plupart des réseaux existants sont unitaires et pseudo-séparatifs, connectés aux tuyaux des bâtiments pour le drainage des toits et des cours intérieures. Au niveau des voiries, le drainage des eaux de pluie est réalisé superficiellement et ces eaux sont déchargées dans le milieu hydrique. Ainsi, il n'existe pas de réseau de collecteurs exclusivement destiné au drainage des eaux de pluie.

Dans la commune du Kef, les interventions correspondent majoritairement au remplacement des collecteurs anciens, car le taux de service est élevé, de l'ordre de 96%.

Dans les zones où sont prévues des extensions du réseau, il existe des fosses septiques qui peuvent entraîner une contamination potentielle des eaux, en particulier des forages.

Dans tout le gouvernorat, il existe des problèmes de débordement en cas d'orage dus à la faible pente ou au manque de calibrage qui entraînent des problèmes de contamination.

Le curage manuel et mécanique des collecteurs est effectué 1 à 2 fois par an.

En ce qui concerne les données de base pour le dimensionnement des infrastructures ou pour l'estimation des travaux, les valeurs de capitation considérées sont celles indiquées dans le Chapitre 2.1, à savoir 1 boîte de branchement par logement et 5 personnes par maison.

De manière générale, le terrain au Kef et à Tajerouine est accidenté alors qu'il est plat à Dahmani. La nappe alluvionnaire est très profonde (> 18 m) et le pourcentage de roche dans le sol est réduit (< 40%). Les sols sont salins uniquement dans la commune de Tajerouine.

Les Tableaux 2.6-16, 2.6-17 et 2.6-18 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat du Kef.

Tableau 2.6-16 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de El Kef

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
KEF-Dah-RS-Rh-3	Centre-Ville de Dahmani / Cité Ben Amar	3 515	BC / AC / PVC	200 / 250 / 300	5 294	Collecteurs en BC et AC en mauvais état, parfois à cause de H2S. Collecteur en PVC avec capacité insuffisante.	B1	Remplacement des collecteurs en BC et AC, y compris regards et branchements. Augmentation du DN du collecteur en PVC, y compris remplacement des regards et branchements.	3 515	8.9	PVC	250 / 315	5 294	1269	32	-
KEF-Dah-RS-Ex-1	Cité Ennasr	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Possibilité de contamination.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées.	125	0.3	PVC	250	230	43	1	-
KEF-Kef-RS-Rh-1	GP 5D	45 191	AC	400	1 960	Collecteur principal de la ville, vétuste et en mauvais état, parfois à cause de H2S. Occurrence de débordements. Difficulté de curage.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	45 191	95.3	PVC	500	1 960	631	16	-
KEF-Kef-RS-Rh-2	Avenue Hédi Cheker	300	AC	250	470	Collecteur vétuste et en mauvais état, parfois à cause de H2S. Possibilité de contamination.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	300	0.8	PVC	250	470	117	3	-
KEF-Kef-RS-Rh-3	Cité Chrichi	1 400	AC	250	717	Collecteur vétuste et en mauvais état, qui traverse les terrains privés.	B1	Remplacement du collecteur existant sur 330m. Construction d'un nouveau collecteur sur 1060m de trajet sur les voies publiques.	2 300	6.8	PVC	250	1 390	238	7	-
KEF-Kef-RS-Rh-4	Cité Liberté	600	AC / BC	200	690	Collecteurs vétustes et en très mauvais état, parfois à cause de H2S.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	600	1.6	PVC	250	690	171	4	-
KEF-Kef-RS-Rh-5	Cité Eddir	1 000	AC	250	430	Collecteurs vétustes et en mauvais état, parfois à cause de H2S.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	1 000	2.9	PVC	250	430	86	2	-
KEF-Kef-RS-Rh-6	Cité Taieb M'hiri	2 400	BC	200	1 570	Collecteurs vétustes et en mauvais état, parfois à cause de H2S. Occurrence de débordements.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	2 400	7.1	PVC	250	1 570	390	10	-
KEF-Kef-RS-Rh-7	Cité El Hana	600	BC	200	810	Collecteurs vétustes et en mauvais état, parfois à cause de H2S.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	600	1.6	PVC	250	810	201	5	-
KEF-Kef-RS-Ex-1	Cité Eddir	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Possibilité de contamination.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées et d'un intercepteur. Cette intervention ne peut pas être réalisée sans la construction de la SP KEF-Kef-SP-EX-1.	1 000	2.9	PVC	250	2 290	433	13	KEF-Kef-SP-EX-1
KEF-Taj-RS-Rh-1	Cité Taieb M'hiri	1 500	BC	200	3 200	Collecteurs vétustes et en très mauvais état, parfois à cause de H2S.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	1 500	3.8	PVC	250	3 200	729	18	-
KEF-Taj-RS-Rh-2	Cité el Ain	950	BC	200	1 610	Collecteurs vétustes et en très mauvais état, parfois à cause de H2S.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	950	2.4	PVC	250	1 610	367	9	-
KEF-Taj-RS-Rh-3	Cité Bourguiba	2 750	BC	250	4 210	Collecteurs vétustes et en très mauvais état, parfois à cause de H2S.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	2 750	7.0	PVC	250	4 210	959	24	-
KEF-Taj-RS-Ex-1	Cité Rahba	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Possibilité de contamination.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées.	100	0.3	PVC	250	250	37	1	-
KEF-Taj-RS-Ex-2	Cité Chebbi	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement. Problèmes de contamination de la nappe et des forages.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Cette intervention ne peut pas être réalisée sans la construction de la KEF-Taj-SP-Ex-1.	225	0.6	PVC	250	330	49	1	KEF-Taj-SP-Ex-1
KEF-Taj-RS-Ex-3	Cité 2 Mars	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par les fosses septiques. Possibilité de contamination.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées.	300	0.8	PVC	250	820	123	4	-
Total													25554	5842	150	

Tableau 2.6-17 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de El Kef

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	Classification
		Population desservie (hab)	Station de pompage			Conduit de refoulement			Description		
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)			
KEF-Dah-SP-Rh-1	SP 2	1 000	12	1+1	20	5.5	PEHD	160	150	Équipements de dégrillage (nettoyage manuel), clapets, tuyauterie et armoire électrique ont besoin de remplacement.	B0
KEF-Kef-SP-Rh-1	SP 9 Avril	3 000	9	1+1	4	3.0	PVC	160	530	Équipements de dégrillage (nettoyage manuel), pompage, clapets, tuyauterie et armoire électrique ont besoin de remplacement. Groupe électrogène en panne. Puits de pompage avec capacité insuffisante.	B0
KEF-Kef-SP-Rh-2	SP 3 Août	10 000	12	1+1	14	5.5	AC	160	250	Capacité insuffisante. Équipements en mauvais état.	B0
KEF-Kef-SP-Ex-1	SP Eddir	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Eddir n'a pas de réseau d'eaux usées. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	C0
KEF-Taj-SP-Rh-1	SP Essanoubar	400	9	1+1	15	3.0	PEHD	160	700	Équipements en bon état. Besoin de travaux de cimentage et élévation des murs de clôture.	B1
KEF-Taj-SP-Ex-1	SP Cité Chebbi	-	-	-	-	-	-	-	-	Cité Chebbi n'a pas de réseau d'eaux usées. Il y a des problèmes de contamination de la nappe et des forages. Si ce réseau est construit, le pompage des eaux usées sera nécessaire.	A
Total									1 630		

Tableau 2.6-18 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de El Kef

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
KEF-Dah-SP-Rh-1	1 000	5.0	Remplacement des équipements de dégrillage (nettoyage manuel), clapets, tuyauterie et armoire électrique.	10.0	1+1	4.0	SP1B	-	-	-	-	-	-	0	14	14	4	0	-
KEF-Kef-SP-Rh-1	3 000	8.9	Remplacement de tous les équipements. Construction de nouveaux puits de pompage.	10.0	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	530	-	-	-	138	58	196	6	0	-
KEF-Kef-SP-Rh-2	10 000	24.9	Remplacement de tous les équipements. Construction de nouveaux puits de pompage.	24.9	1+1	3.0	SP2A	PEHD	200	250	-	-	-	89	92	181	6	1	-
KEF-Kef-SP-Ex-1	1 000	5.0	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Eddir.	10.0	1+1	2.2	SP1B	PEHD	125	210	-	-	-	89	58	146	5	0	KEF-Kef-RS-Ex-1
KEF-Taj-SP-Rh-1	400	5.0	Travaux de cimentage et élévation des murs de clôture.	10.0	1+1	3.0	SP1B	-	-	-	-	-	-	6	0	6	6	0	-
KEF-Taj-SP-Ex-1	225	5.0	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de la Cité Chebbi.	10.0	1+1	3.0	SP1B	PEHD	125	570	-	-	-	110	58	167	5	0	KEF-Taj-RS-Ex-2
Total										1 560			0	432	279	711	31	2	

2.6.9 Gouvernorat de Sfax

Le Gouvernorat de Sfax, qui compte plus de 500 000 habitants, héberge la deuxième ville de Tunisie, Sfax, actuel centre économique du pays.

Il existe dans ce gouvernorat 11 communes dont la gestion du système d'assainissement est prise en charge par l'ONAS et qui font partie de la présente étude. La maintenance et l'exploitation des infrastructures d'assainissement et de traitement de cet ensemble urbain sont de la responsabilité de 3 arrondissements distincts de l'ONAS. La distribution des communes selon les divers arrondissements est la suivante:

- Bureau de l'ONAS Sfax Ville: Zone urbaine de Sfax ;
- Bureau de l'ONAS Sfax Sud: Mahres (Mah), Tyna (Tyn), Agareb (Aga), El Ain (Ain) et Gremda (Gre) ;
- Bureau de l'ONAS Sfax Nord: Jebeniana (Jeb), El Hencha (Hen), Sakiet Ezzit (Sae), Sakiet Eddaier (Sak) et Chihia (Chi).

La zone urbaine de Sfax, dite du « Grand Sfax », s'étend sur les 3 arrondissements et comprend une maille urbaine serrée dans le centre avec une tendance à l'expansion le long des grands axes routiers en périphérie. Les interventions proposées pour le Grand Sfax présentent un code en fonction de l'arrondissement qu'elles intègrent: Sfax Sud (Sfs) et Sfax Ville (Sfv).

Le grand Sfax est traversé par l'oued Ezzit et par le canal DHU, le long duquel se développe la chaîne de transfert des eaux usées. L'architecture du système d'assainissement tient compte de ces deux axes.

Le réseau de collecteurs dans le Grand Sfax, déjà ancien et en mauvais état de conservation, achemine les eaux usées vers deux grandes STEP – STEP Nord et STEP Sud – à partir desquelles les effluents sont déchargés dans la mer après traitement approprié.

Les zones d'expansion ne sont pas desservies par le système de drainage des eaux résiduelles de l'ONAS. Cependant, toutes les maisons possèdent une fosse septique ou un puits perdu qui peuvent être une source de contamination pour la nappe phréatique. Il faut noter qu'à présent, il n'y a pas d'indication de pollution continue.

Il existe plusieurs types de réseaux d'assainissement, à savoir : unitaire, séparatif et pseudo-séparatif. Dans les réseaux pseudo-séparatifs, les tuyauteries des immeubles sont reliées aux collecteurs domestiques pour le drainage des toits et des cours intérieures. Au niveau des voiries, le drainage des eaux pluviales se fait superficiellement, et les eaux sont déchargées dans le milieu hydrique. Il n'existe donc pas de réseau de collecteurs destiné exclusivement aux eaux pluviales.

A propos du contenu des interventions, il est nécessaire de remplacer les collecteurs anciens du fait de la vétusté des matériaux (amiante-ciment et béton armé), et d'augmenter le diamètre pour faire face à toutes les nouvelles connexions le long du réseau. A noter qu'il sera nécessaire de remplacer la conduite de refoulement en PRV DN 1000 de la station de pompage SP Saline, sur une extension d'environ 5,0 Km. L'effluent qui est transporté jusqu'à la STEP Sud transite par cette station.

En ce qui concerne les données de base pour le dimensionnement des infrastructures et l'estimation des travaux, les valeurs de consommation d'eau potable considérées sont celles

indiquées dans le Chapitre 2.1. Les valeurs suivantes ont également été considérées, en fonction de la densité de la population:

- 5 à 10 boîtes de branchement tous les 100m;
- 1 boîte de branchement pour 1 à 12 logements ;
- 5 personnes par logement.

De manière générale, le terrain est peu accidenté, la nappe alluvionnaire est superficielle et les sols sont sablonneux et argileux. On considère un pourcentage de roche inférieur ou égal à 10%. Cependant, dans le cas de Jebeniana, ce pourcentage est de 40%.

La présence de sols salins dans les zones d'intervention à proximité de la ligne de côte a été prise en compte pour le calcul des coûts.

Les Tableaux 2.6-19, 2.6-20 et 2.6-21 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat de Sfax.

Pour l'intervention SFA-Chi-RS-Ex-1, il pourra être nécessaire de prévoir une station de pompage. Cette hypothèse sera à confirmer dans les étapes suivantes, notamment dans les études d'Avant-Projet Détaillé.

Tableau 2.6-19 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de Sfax

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SFA-Chi-RS-Ex-1	Chihia Tr 1	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	2 108	6.5	PVC	250	10 330	1388	42	-
SFA-Chi-RS-Ex-2	Chihia Tr 2	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 045	3.2	PVC	250	4 180	579	17	-
SFA-Chi-RS-Ex-3	Chihia Tr 3	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	810	2.5	PVC	250	4 640	611	18	-
SFA-Chi-RS-Rh-1	Route Teniour	10 491	AC / PVC	250 / 300 / 400	4 003	Mauvais état du collecteur (Route principale), affaissement à cause des fuites fréquentes. Débordement fréquents dans les rues, entraînant des problèmes de contamination. Nouveaux tronçons en PVC, DN insuffisant.	B0	Remplacement du collecteur sur la route Teniour avec augmentation du DN. Remplacement du collecteur jusqu'au canal DHU.	10 491	26.1	PVC	315 / 400	4 003	989	25	-
SFA-Sae-RS-Ex-1	Sakiet Ezzit Tr 1	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	658	2.1	PVC	250	2 630	364	11	-
SFA-Sae-RS-Ex-2	Sakiet Ezzit Tr 2	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	950	3.0	PVC	250	3 800	527	16	-
SFA-Sae-RS-Ex-3	Sakiet Ezzit Tr 3	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	4 416	13.0	PVC	250	17 665	2448	73	-
SFA-Sae-RS-Rh-1	Route de Tunis GP 1	13 819	AC	150 / 300 / 400	3 300	Très mauvais état. Calibrage insuffisant. Affaissement des routes en cas de cassures sur la route de Tunis. Pollution des routes en cas de cassure.	B0	Remplacement du collecteur le long de la route de Tunis jusqu'au canal DHU avec augmentation du DN. Incluant la Remplacement de la conduite de refoulement de la SP Sakiet Ezzit jusqu'à RBC.	13 819	33.9	PEHD / PVC	200 / 400	3 330	847	21	-
SFA-Sak-RS-Ex-1	Sakiet Eddaier Tr 1	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	10 780	27.4	PVC	250	43 210	5986	180	-
SFA-Sak-RS-Ex-2	Sakiet Eddaier Tr 2	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	13 380	33.0	PVC	250	57 930	8170	245	-
SFA-Sak-RS-Ex-3	Sakiet Eddaier Tr 3	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	5 405	15.3	PVC	250	21 620	2996	90	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SFA-Sak-RS-Rh-1	Route de Mahdia MC 82	53 396	AC / BA	250 / 300 / 500	6 607	Très mauvais état. Affaissement des routes en cas de cassures sur la route de Mahdia. Pollution des routes en cas de cassure. Corrosion du béton par H2S.	B0	Remplacement des tronçons en AC du collecteur de la Route de Mahdia et les collecteurs de la chaîne de transfert vers SP5. Ces collecteurs constituent les axes principaux du transport du débit d'eaux usées domestiques.	53 396	114.3	PVC	250 / 315 / 500	6 607	2664	67	-
SFA-Ain-RS-Ex-1	El Ain Tr 1	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	755	2.3	PVC	250	5 210	718	22	-
SFA-Ain-RS-Ex-2	El Ain Tr 2	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	2 290	7.1	PVC	250	9 150	1343	40	-
SFA-Ain-RS-Ex-3	El Ain Tr 3	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	3 595	10.8	PVC	250	14 380	2109	63	-
SFA-Ain-RS-Ex-4	El Ain Tr 4	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	4 040	11.8	PVC	250	16 150	2369	71	-
SFA-Gre-RS-Ex-1	Gremda Tr 1	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	2 805	8.5	PVC	250	11 220	1645	49	-
SFA-Gre-RS-Ex-2	Gremda Tr 2	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	5 040	13.9	PVC	250	20 160	2956	89	-
SFA-Gre-RS-Ex-3	Gremda Tr 3	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	5 205	14.3	PVC	250	20 810	3051	92	-
SFA-Gre-RS-Ex-4	Gremda Tr 4	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	4 340	12.3	PVC	250	20 832	2975	89	-
SFA-Gre-RS-Ex-5	Gremda Tr 5	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	3 315	9.9	PVC	250	13 250	1943	58	-
SFA-Sfs-RS-Ex-1	Zone Industrielle Sidi Salem	-	-	-	-	Zone industrielle avec fosses septiques, sans problèmes de contamination.	C1	Construction d'un nouveau réseau pour améliorer le taux de branchements au réseau public d'assainissement. Nécessaire la construction d'une SP pour élever une partie du débit domestique vers l'extension du réseau.	2 000	6.7	PVC	250	7 550	1134	34	SFA-Sfs-SP-Ex-1

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SFA-Sfs-RS-Ex-2	Route Soukra Oued Chabounni 1	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 030	3.5	PVC	250	4 110	662	20	-
SFA-Sfs-RS-Ex-3	Route Soukra Oued Chabounni 2	750	AC / BC	250	2 990	Besoin de réhabilitation de collecteurs vétustés et en mauvais état (BC/AC) et construction de réseau. Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problèmes de contamination.	B1	Remplacement des collecteurs existants, y compris regards et branchements. Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion. La plupart de cette intervention est réhabilitation.	810	2.7	PVC	250	3 220	538	14	-
SFA-Sfs-RS-Rh-1	Birjerbi	270	AC	250	540	Mauvais état. Collapses ponctuels du collecteur existant. Zone habitée. Le système d'assainissement existant dans la zone non desservie est par fosses septiques mais il n'y a pas de problèmes de contamination.	B1	Remplacement des collecteurs existants, y compris regards et branchements. Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	2 375	8.0	PVC	250	4 545	855	25	-
SFA-Sfs-RS-Rh-2	Cité M'harza	500	AC	250	990	Mauvais état. Collapses ponctuels du collecteur existant. Zone habitée. Le système d'assainissement existant dans la zone non desservie est par fosses septiques mais il n'y a pas de problèmes de contamination.	B1	Remplacement des collecteurs existants, y compris regards et branchements. Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	3 175	10.5	PVC	250	6 310	1184	34	-
SFA-Sfs-RS-Rh-3	Cité Barnous	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 625	5.5	PVC	250	17 775	3074	77	-
SFA-Sfs-RS-Rh-4	Cité Essourour	1 025	AC	250	2 045	Mauvais état. Faible pente et pentes négatives. Ensablements.	B1	Remplacement des collecteurs existants, y compris regards et branchements.	1 025	3.5	PVC	250	2 045	446	11	-
SFA-Sfs-RS-Rh-5	Cité Ellouz / Cité Bouret Avali / Cité Mouroj	1 950	AC	250	3 870	Mauvais état. Collapses ponctuels du collecteur existant. Zone habitée. Le système d'assainissement existant dans la zone non desservie est par fosses septiques mais il n'y a pas de problèmes de contamination.	B1	Remplacement des collecteurs existants, y compris regards et branchements. Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	2 480	8.4	PVC	250	4 930	1038	27	-
SFA-Sfv-RS-Ex-1	Zone Route Kaied - M'hamed - Gremda	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 050	3.5	PVC	250	3 490	570	17	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SFA-Sfv-RS-Ex-2	Zone Route Lafrane - El Ain	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	600	2.0	PVC	250	1 970	323	10	-
SFA-Sfv-RS-Ex-3	Zone Route Teniour - Tunis	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	2 250	7.6	PVC	250	7 470	1221	37	-
SFA-Sfv-RS-Ex-4	Zone Route Gremda – La Frane	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 075	3.6	PVC	250	3 570	583	18	-
SFA-Sfv-RS-Ex-5	Cité Habbena / Cité Sidi Mansour	-	-	-	-	Zone habitée, surtout maisons de vacances et tourisme. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques et le rejet de ces fosses septiques est déchargé dans la mer. Zone avec odeurs désagréables.	B0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion. L'extension du réseau dans la Cité Habbena ne pourra s'effectuer qu'après le renouvellement du collecteur de la Route Habbena (SFA-Sfv-RS-Rh-6). Une partie de l'extension de Sidi Mansour ne pourra s'effectuer qu'après la construction de la SFA-Sfv-SP-Ex1 à Sidi Mansour Plage.	10 965	29.2	PVC	250	43 840	6958	209	SFA-Sfv-SP-Ex-1 SFA-Sfv-RS-Rh-6
SFA-Sfv-RS-Ex-6	Cité périphéries Canal DHU	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 400	4.7	PVC	250	4 610	754	23	-
SFA-Sfv-RS-Ex-7	Zone Route Teniour - Kaied M'hamed	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	325	1.1	PVC	250	1 060	174	5	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SFA-Sfv-RS-Rh-1	Cité Saline	240 000	PRV	1000	5 000	La conduite de refoulement de la SP Cité Saline a des problèmes d'affaissement, bouchement et débordement. Grande SP qui élève l'effluent arrivant à la STEP Sfax Sud. Reçoit l'eau de 2 collecteurs pluviales et de 2 collecteurs d'eaux usées. Actuellement une seule pompe fonctionne de forme à éviter la rupture de la conduite. La couche superficielle de la conduite est dégradée. Installation de la conduite dans des sols salins. Equipement et CC de la SP en bon état.	B0	Remplacement de la conduite de refoulement jusqu'à la STEP Sfax Sud. Nouveau tracé de la conduite, évitant les terrains salins.	240 000	500.2	PEHD / BA	1000	1 565	6733	30	-
SFA-Sfv-RS-Rh-2	Sfax Centre-Ville	5 000	BC / AC	250 / 500	4 135	Très mauvais état. Boîtes de branchement en siphon.	B1	Remplacement des collecteurs en BC / AC, y compris regards et branchements.	5 000	15.1	PVC	250 / 500	4 135	922	23	-
SFA-Sfv-RS-Rh-3	Arrondissement Medina	4 000	BA / AC	250 / 300	1 330	Vétusté des collecteurs. Réparations quotidiennes. Faible pente et pentes négatives. Ensablements. Besoin de curage des collecteurs après chaque pluie.	B1	Remplacement des collecteurs en BC / AC, y compris regards et branchements.	4 000	12.6	PVC	250 / 300	1 330	330	8	-
SFA-Sfv-RS-Rh-4	Cité Rbat Nord	20 000	BA / AC	250 / 400/500	4 150	Mauvais état. Vétusté des collecteurs.	B1	Remplacement des collecteurs en BC / AC, y compris regards et branchements.	20 000	49.5	PVC	250 / 400 / 500	4 132	1023	26	-
SFA-Sfv-RS-Rh-5	Cité El Boustane	11 150	AC	250	11 235	Mauvais état. Vétusté des collecteurs. Faible pente (0,2%). Problèmes de débordements.	B1	Remplacement des collecteurs en AC, y compris regards et branchements.	11 150	29.7	PVC	250	14 865	3621	91	-
SFA-Sfv-RS-Rh-6	Route Habbena	2 100	PVC	250	4 713	Nécessité d'approfondissement du collecteur parce qu'il y a problème de raccordement des antennes à raccorder. Besoin de redimensionnement du diamètre de la conduite en fonction des nouveaux branchements. Toutes les liaisons sont en trop-plein.	B0	Remplacement du collecteur augmentant sa capacité et installation à une cote inférieure pour viabiliser la connexion aux maisons le long de la rue.	8 100	22.6	PVC	315	4 713	986	25	-
SFA-Tyn-RS-Ex-1	Tyna Tr 1	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	390	1.2	PVC	250	1 560	248	7	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SFA-Tyn-RS-Ex-2	Tyna Tr 2	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion. Nécessité de construire la SP pour élever le débit domestique qui sera drainé dans la zone du nouveau réseau.	3 830	11.1	PVC	250	17 660	2749	82	SFA-Tyn-SP-Ex-1
SFA-Aga-RS-Ex-1	Agareb	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 500	4.1	PVC	250	5 960	947	28	-
SFA-Aga-RS-Ex-2	Zone Industrielle	-	-	-	-	Zona industrielle qui dispose de fosses septiques sans problèmes de contamination des captages d'eaux.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion. Nécessité de construire la SP pour élever le débit domestique qui sera drainé dans la zone industrielle.	1 500	4.1	PVC	250	2 085	314	9	SFA-Aga-RS-Ex-1
SFA-Hen-RS-Ex-1	Hencha Tr 1	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 750	4.9	PVC	250	7 500	1209	36	-
SFA-Hen-RS-Ex-2	Hencha Tr 2	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 100	3.1	PVC	250	4 500	730	22	-
SFA-Jeb-RS-Ex-1	Jebeniana Tr 1	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 000	2.9	PVC	250	4 300	767	23	-
SFA-Jeb-RS-Ex-2	Jebeniana Tr 2	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	1 350	3.9	PVC	250	5 700	1019	31	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SFA-Mah-RS-Ex-1	Mahres Tr 1	9 000	AC	250 / 400	1 835	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone. En plus de l'extension du réseau, la capacité des collecteurs principaux qui transportent le débit jusqu'à la SP principale (SR2) sera augmentée. Débordements fréquents.	B1	Remplacement des collecteurs principaux du nouveau réseau augmentant le DN de façon à résoudre les problèmes de débordements. Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion. Nécessité de construire la SP pour élever une partie du débit domestique qui sera drainé dans la zone du nouveau réseau de la Cité el Hana. Inclus réhabilitation.	10 825	25.1	PVC	250/ 315 / 400	9 135	1684	48	SFA-Mha-SP-Ex-1
SFA-Mah-RS-Ex-2	Mahres Tr 2	-	-	-	-	Zone habitée. Le système d'assainissement existant est par fosses septiques mais il n'y a pas de problème de contamination dans cette zone.	C1	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Augmentation du taux de connexion.	2 750	7.8	PVC	250	10 940	1824	55	-
SFA-Mah-RS-Rh-1	GP 1	750	AC	300	605	Mauvais état. Collapses ponctuels du collecteur.	B1	Remplacement du collecteur augmentant sa capacité.	7 500	18.4	PVC	315	605	126	3	-
Total					57348				502573				528287	91449	2485	

Note:

SFA-Mah-SP-Rh-1 - Population desservie: élévation d'effluents industriels (traitement de poisson)

Tableau 2.6-20 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Sfax

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic		
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement			Description	Classification	
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)			
SFA-Sfs-SP-Ex-1	SP Zone Industrielle Sidi Salem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SP nécessaire pour viabiliser la connexion du réseau, qui s'étendra dans la zone industrielle Sidi Salem, au collecteur DN400 PVC qui draine jusqu'à SP3.	C1
SFA-Sfv-SP-Ex-1	SP Sidi Mansour Plage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SP nécessaire pour viabiliser la connexion du réseau qui s'étendra à Sidi Mansour Plage au collecteur installé dans la Route Sidi Mansour.	B0
SFA-Sfv-SP-Rh-1	SP 2 Habbena	10 000	56	2+0	3.5	2	PVC	80	2	Capacité suffisante, mais remplacement de l'équipement: génie civil en mauvais état. La SP devra être localisée dans une zone plus spacieuse. Population se plaint du bruit de la SP.	B0	
SFA-Sfv-SP-Rh-2	SP Kasset Chabane	10 000	46	2+0	6.1	3.1	Acier revêtu	150	5	Capacité suffisante, mais remplacement de l'équipement en mauvais état (1990). Aucune instrumentation et aucune clôture. Murs du puits de pompage en mauvais état. Conduite de refoulement en mauvais état.	B0	
SFA-Aga-SP-Ex-1	SP Zone Industrielle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SP nécessaire pour acheminer le débit résiduel domestique drainé lors de la construction du réseau dans la zone industrielle. La SP qui sera construite drainera une partie du réseau qui s'étendra dans la commune d'Agareb.	C1
SFA-Mah-SP-Ex-1	SP Mahres Tr 2 (Cité El Hana)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SP nécessaire pour acheminer le débit résiduel domestique drainé lors de la construction du réseau dans la Cité El Hana.	C1
SFA-Mah-SP-Rh-1	SP Port de Pêche	Elévation d'effluents industriels (traitement de poisson)	5	1+1	7.7	1.2	PEHD	80	386	Remplacement des pompes et renforcement de la conduite de refoulement (bouchement fréquent).	B1	
SFA-Tyn-SP-Ex-1	SP Tyna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SP nécessaire pour viabiliser la connexion d'une partie du réseau qui sera construit (SFA-Tyn-RS-Ex-2) au réseau existant. SP nécessaire pour franchir la voie ferrée.	C1
Total									393			

Tableau 2.6-21 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Sfax

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage				Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires	
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)							Longueur totale réseau (m)
SFA-Sfs-SP-Ex-1	2 000	7	Construction d'une nouvelle SP pour permettre l'augmentation de débit au niveau du réseau projeté dans la zone industrielle de Sidi Salem.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	66	-	-	-	65	58	123	4	0	SFA-Sfs-RS-Ex-1
SFA-Sfv-SP-Ex-1	1 036	5	Construction d'une nouvelle SP pour permettre l'élévation du débit dans le réseau existant de Sidi Mansour dans la zone de la plage.	10	1+1	1.1	SP1A	PEHD	125	430	-	-	-	100	46	146	5	0	SFA-Sfv-RS-Ex-5
SFA-Sfv-SP-Rh-1	10 000	42	Construction d'une nouvelle SP avec la même capacité. Localisation prédéfinie dans un terrain privé (militaire), l'acquisition du terrain devra être assurée.	42	2+1	5.5	SP2B	PEHD	250	2	-	-	-	123	184	306	10	1	-
SFA-Sfv-SP-Rh-2	10 000	42	Remplacement de l'équipement et de l'instrumentation. Réhabilitation au niveau du génie civil (installations et clôture). Remplacement de la conduite de refoulement.	42	2+1	7.5	SP2A	PEHD	250	200	-	-	-	67	129	196	8	1	-
SFA-Aga-SP-Ex1	3 000	8	Construction d'une nouvelle SP pour la connexion du débit domestique de la zone industrielle au réseau d'eaux usées existant (SFA-Aga-RS-Ex-2) et d'une partie du débit produit dans la zone Sud de Aqareb (SFA-Aga-RS-Ex-1).	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	50	-	-	-	64	58	121	4	0	SFA-Aga-RS-Ex-1 SFA-Aga-RS-Ex-2
SFA-Mah-SP-Ex-1	410	5	Construction d'une nouvelle SP pour permettre l'augmentation de débit produit par l'extension du réseau dans la zone industrielle.	10	1+1	3.0	SP1B	PEHD	125	475	-	-	-	116	58	173	5	0	SFA-Mah-RS-Ex-1
SFA-Mah-SP-Rh-1	1	10	Remplacement des pompes et de la conduite de refoulement.	10	1+1	2.2	SP1B	PEHD	125	386	-	-	-	69	35	104	4	1	-
SFA-Tyn-SP-Ex-1	925	5	Construction d'une nouvelle SP. Conduite de refoulement franchira la voie ferrée.	10	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	207	-	-	-	85	58	142	5	0	-
SFA-Sfv-RS-Rh-1	-	-	Se référer à SFA-Sfv-RS-Rh-1	-	-	-	-	PEHD	1 000	4 123	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SFA-Sae-RS-Rh-1	-	-	Se référer à SFA-Sae-RS-Rh-1	-	-	-	-	PEHD	200	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SFA-Sfv-RS-Rh-1	-	-	Se référer à SFA-Sfv-RS-Rh-1	-	-	-	-	PEHD	1 000	827	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total										6 916			0	689	623	1 312	44	3	-

2.6.10 Gouvernorat de Sidi Bouzid

Le Gouvernorat de Sidi Bouzid a juste une commune dont la gestion du système d'assainissement est à la charge de l'ONAS et qui fait partie de la présente étude.

Les eaux usées domestiques de la ville de Sidi Bouzid (Sid) sont acheminées vers la STEP de Sidi Bouzid qui dessert toute la ville.

En ce qui concerne les infrastructures, Sidi Bouzid possède 3 SP, sachant qu'à partir de la SP 2 tous les effluents sont acheminés gravitairement vers la STEP. La pente des collecteurs est faible, de l'ordre de 0,3%.

Dans les rues principales il existe un réseau de collecteurs pluviaux DN 600, DN 800 et DN 1200, ainsi que des dalots. Il y a également des problèmes de débordement en cas de pluie, surtout pour le réseau unitaire.

La plupart des interventions se résument à la réhabilitation des réseaux en BC/AC, mais il y a également des extensions pour connecter des zones périphériques sans réseau et qui ont actuellement des problèmes de pollution. En raison de la topographie, une de ces zones aura besoin d'une SP. La réhabilitation de certains collecteurs existants dans les avenues principales de la ville, où apparaissent des tassements, débordements et mauvaises odeurs est également envisagée. Les tassements étant assez fréquents, l'ONAS effectue régulièrement des réparations ciblées pour résoudre des problèmes ponctuels. Cependant, le réseau devra être intégralement remplacé.

Dans les zones où des extensions du réseau sont prévues, il existe actuellement des puits perdus qui peuvent être associés à des problèmes de contamination potentielle de la nappe.

Le curage manuel et mécanique des collecteurs est effectué 1 à 2 fois par an.

En ce qui concerne les données de base pour le dimensionnement des infrastructures ou pour l'estimation des travaux, les valeurs de capitation considérées sont celles indiquées dans le Chapitre 2.1 : 1 boîte de branchement par logement et 5 personnes par maison.

Les sols sont sablonneux et salins et la nappe alluvionnaire se trouve à une profondeur supérieure à 2 m.

Les Tableaux 2.6-22, 2.6-23 et 2.6-24 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat de Sidi Bouzid.

Tableau 2.6-22 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de Sidi Bouzid

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SID-Sid-RS-Rh-1	Cité Ennour Ouest	2 000	AC	250	4 046	Collecteurs vétustes et en très mauvais état. Réclamations à cause des odeurs. Affaissements.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	2 000	5.0	PVC	250	4 046	793	20	-
SID-Sid-RS-Rh-2	Av. Maghreb Arabe	3 900	AC	250 / 300 / ?	1 665	Collecteurs et conduite de refoulement vétustes et en mauvais état. Réclamations à cause des odeurs. Affaissements. Débordements.	A	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements, et conduite de refoulement.	3 900	9.7	PVC / PEHD	160 / 250 / 315	1 665	372	9	-
SID-Sid-RS-Rh-3	Cité des Professeurs	940	AC	250	495	Collecteurs vétustes et en mauvais état. Réclamations à cause des odeurs. Affaissements.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	940	2.3	PVC	250	495	109	3	-
SID-Sid-RS-Rh-4	Cité Ali Belhouane	12 000	PVC	400	588	Collecteur vétuste et en mauvais état, capacité insuffisante.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	12 000	24.4	PVC	500	588	199	5	-
SID-Sid-RS-Rh-5	Cité Elworroud 1	2 200	AC	250	4 961	Collecteurs vétustes et en mauvais état. Décantation de sable.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	2 200	5.5	PVC	250	4 961	956	24	-
SID-Sid-RS-Rh-7	Cité Hôpital Régional	2 100	AC	160 / 250 / 300	2 136	Collecteurs et conduite de refoulement vétustes et en mauvais état. Capacité insuffisante. Débordements.	A	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements, et conduite de refoulement.	4 100	10.1	PVC	160 / 250 / 315	2 136	378	9	-
SID-Sid-RS-Rh-8	Cité Derrière Usine de Tomate	500	AC / BA	250 / 300	617	Collecteurs vétustes et en mauvais état. Affaissement.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	500	10.8	PVC	250 / 315	617	141	4	-
SID-Sid-RS-Rh-9	Racc. Protection civile	20 000	AC	250 / 300	448	Le collecteur, un des principaux de la ville, est vétuste et en mauvais état. Affaissement.	B0	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	20 000	38.0	PVC	250 / 400	448	113	3	-
SID-Sid-RS-Rh-10	Rue Hammam Ibn el Aghlab	100	AC	250	117	Collecteurs vétustes et en très mauvais état.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris regards et branchements.	100	0.2	PVC	250	117	26	1	-
SID-Sid-RS-Ex-1	Cité Ouled Belhedi	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, desservie par les puits perdus. Risque de contamination de la nappe.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées.	800	2.0	PVC	250	1 678	205	6	-
SID-Sid-RS-Ex-2	Cité Elfrayjia	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, desservie par les puits perdus. Risque de contamination de la nappe.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées.	1 400	3.5	PVC	250	1 989	266	8	-
SID-Sid-RS-Ex-3	Cité Ouled Chelbbi	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, desservie par les puits perdus. Risque de contamination de la nappe.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées.	900	2.2	PVC	250	3 500	388	12	-
SID-Sid-RS-Ex-4	Cité Ennour Ouest	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, desservie par les puits perdus. Risque de contamination de la nappe.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Cette intervention ne peut pas être réalisée sans la construction de la SP SID-Sid-SP-Ex-1.	330	0.8	PVC	250	866	125	4	SID-Sid-SP-Ex-1
SID-Sid-RS-Ex-5	Cité Chrifa	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, desservie par les puits perdus. Risque de contamination de la nappe.	A	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Cette intervention ne peut pas être réalisée sans la réhabilitation de la conduite de refoulement SID-Sid-RS-Rh-7.	1 100	2.7	PVC	250	499	82	2	SID-Sid-RS-Rh-7
SID-Sid-RS-Ex-6	Cité Jammaa Sayah	-	-	-	-	Zone habitée sans réseau d'assainissement, desservie par les puits perdus. Risque de contamination de la nappe.	C0	Construction d'un nouveau réseau d'eaux usées. Cette intervention ne peut pas être réalisée sans la réhabilitation de la conduite de refoulement SID-Sid-RS-Rh-7 et la construction de SID-Sid-RS-Ex-5.	800	2.0	PVC	250	1 299	213	6	SID-Sid-RS-Rh-7 SID-Sid-RS-Ex-5
Total													24 902	4 365	116	

Tableau 2.6-23 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Sidi Bouzid

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	Classification	
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement					Description
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)			
SID-Sid-SP-Ex-1	SP Cité Ennour Ouest	-	-	-	-	-	-	-	-	SP nécessaire pour viabiliser le réseau d'eaux usées SID-Sid-RS-Ex-4.	C0	
SID-Sid-RS-Rh-2	Av. Maghreb Arabe	3 900	-	-	-	-	AC	160	192	Les conduites gravitaires et de refoulement sont vétustes et en mauvais état. Plaintes en raison des odeurs. Établissement. Débordements.	A	
SID-Sid-RS-Rh-7	Cité Hôpital Régional	1 000	-	-	-	-	AC	160	716	Les conduites gravitaires et de refoulement sont vétustes et en mauvais état. Plaintes en raison des odeurs. Établissement. Débordements.	A	
Total									908			

Tableau 2.6-24 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Sidi Bouzid

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
SID-Sid-SP-Ex-1	330	5.0	Construction de SP et conduite de refoulement pour élever les eaux usées de Cité Ennour Ouest.	10,0	1+1	1.1	SP1B	PEHD	125	433	-	-	-	95	58	152	5	0	SID-Sid-RS-Ex-4
SID-Sid-RS-Rh-2	3 900	-	Remplacement des réseaux, incluant les regards, les boîtes de branchement et les conduites de refoulement.	-	-	-	-	PEHD	125	192	-	-	-	29	-	29	1	-	-
SID-Sid-RS-Rh-7	1 000	-	Remplacement des réseaux, incluant les regards, les boîtes de branchement et les conduites de refoulement.	-	-	-	-	PEHD	125	716	-	-	-	109	-	109	2	-	-
Total										1 341				233	58	290	8	0	

2.6.11 Gouvernorat de Siliana

Comme indiqué dans le Chapitre 2.1, l'ONAS prend en charge 4 des 10 communes du gouvernorat de Siliana, dont 3 font partie de la présente étude : Siliana (Sil), Bou Arada (Bou) et El Krib (Kri), dont le réseau est géré communalement.

Les eaux usées produites par la commune de Siliana sont acheminées vers des STEP respectives. La STEP de Bou Arada est en cours de construction et son démarrage est prévu pour l'année 2011. Les eaux usées de la commune du Krib sont actuellement déversées sans traitement vers le milieu hydrique, causant des problèmes de contamination des eaux. Néanmoins, aucune contamination de captage d'eau n'a été constatée.

Les réseaux d'assainissement existants sont généralement pseudo-séparatifs et connectés aux tuyaux des bâtiments pour le drainage des toits et des cours intérieures.

Dans les communes concernées par cette étude, des problèmes ponctuels de débordement ont été rencontrés, liés à l'ancienneté du réseau, son mauvais état de conservation et à quelques cas de faible pente. D'autre part, les conduites anciennes sont en amiante-ciment ou en béton armé ce qui justifie leur remplacement.

Il faut noter que la commune de Gaafour était listée dans la requête initiale de l'ONAS, mais que, selon les informations fournies par l'ONAS lors des visites sur site, les infrastructures d'assainissement existantes à Gaafour sont en bon état de conservation et n'ont besoin d'aucune réhabilitation ou d'extension. Cette commune a donc été supprimée de l'étude.

En ce qui concerne le dimensionnement des infrastructures ou l'estimation des travaux, 1 boîte de branchement par logement et 4 personnes par maison ont été considérés comme données de base. Les valeurs de capitation indiquées dans le chapitre 2.1 ont été prises en compte.

Un pourcentage de roche de 20% a été estimé pour la ville du Krib.

Les Tableaux 2.6-25, 2.6-26 et 2.6-27 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat de Siliana.

Tableau 2.6-25 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de Siliana

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SIL-Bou-RS-Rh-1	Cité Ibn Kaldoun	1100	AC	200	853	Vétusté des collecteurs, collapsés ponctuels des tuyaux, bouchage fréquents. Il y a des boîtes de branchement connectées en série. Le niveau des collecteurs ne permet pas la connexion des habitations.	B1	Remplacement des collecteurs et regards. Connexion des branchements d'eaux usées domestiques sur le collecteur d'eaux usées. Il sera nécessaire de construire une SP (SIL-Bou-SP-Ex-1) pour viabiliser la connexion au nouveau réseau et acheminer les eaux usées vers la STEP.	1100	3.0	PVC	250	853	136	3	SIL-Bou-SP-Ex-1
SIL-Bou-RS-Rh-2	Cité el Mallassine	308	AC	200	1048	Vétusté des collecteurs. Le terrain présente une faible pente donc il y a des problèmes de bouchage et ensablements. Branchement de quelques maisons par piquage sans boîtes.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris les regards et branchements.	308	0.8	PVC	250	1 048	212	5	-
SIL-Bou-RS-Rh-3	Cité Bassatines	567	BC	200	1929	Vétusté des collecteurs. Le terrain présente une faible pente donc il y a des problèmes de bouchage et ensablements. Branchement de quelques maisons par piquage sans boîtes.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris les regards et branchements.	567	1.6	PVC	250	1 929	307	8	-
SIL-Bou-RS-Rh-4	Cité Zayatine Ouest	594	AC	200	2025	Vétusté des collecteurs. Le terrain présente une faible pente donc il y a des problèmes de bouchage et ensablements. Branchement de quelques maisons par piquage sans boîtes.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris les regards et branchements.	594	1.6	PVC	250	2 025	322	8	-
SIL-Sil-RS-Rh-1	Cité Essabah	317	AC	200	720	Il s'agit d'un réseau unitaire et vétuste avec collapsés ponctuels des tuyaux. Le terrain présente une faible pente donc il y a des problèmes de bouchage et ensablements. Il y a aussi des avaloirs connectés au réseau d'eaux usées et des déversoirs d'orage qui acheminent les gros débits vers le dalot pluvial existant.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris les regards et branchements.	317	1.1	PVC	250	720	159	4	-
SIL-Sil-RS-Rh-2	Cité Taieb Mhiri	1330	AC	200	3020	Il s'agit d'un réseau unitaire et vétuste avec collapsés ponctuels des tuyaux. Le terrain présente une faible pente donc il y a des problèmes de bouchage, d'ensablements et débordements. Il y a aussi des avaloirs connectés au réseau d'eaux usées et des déversoirs d'orage qui acheminent les gros débits pour le dalot pluvial existant.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris les regards et branchements.	1330	4.6	PVC	250	3 020	667	17	-
SIL-Sil-RS-Rh-3	Centre-Ville de Siliana	780	BC	200	635	Il s'agit d'un réseau unitaire et vétuste avec collapsés ponctuels des tuyaux. Le terrain présente une faible pente donc il y a des problèmes de bouchage, d'ensablements et débordements. Il y a aussi des avaloirs connectés au réseau d'eaux usées et des déversoirs d'orage qui acheminent les gros débits pour le dalot pluvial existant.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris les regards et branchements.	780	2.7	PVC	250	634	140	4	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
SIL-Sil-RS-Rh-4	Cité Ennozha	346	AC	200	785	Réseau vétuste avec faibles pentes, avec ensablement et débordements; boîtes de branchement en mauvais état.	B1	Remplacement des collecteurs, y compris les regards et branchements.	346	1.2	PVC	250	785	173	4	-
SIL-Kri-RS-Ex-1	Krib	8000	AC	200	8973	Zone habitée sans réseau d'assainissement, servie par puits perdu. Il n'y a pas de problèmes de contamination des captages d'eau mais il y a la possibilité de développement potentiel de nombreuses maladies liées à un milieu malsain. Cette intervention comprend travaux de réhabilitation des collecteurs existants, remplacement des collecteurs en mauvais état. Réseau unitaire.	A	Remplacement des collecteurs et regards. Connexion des branchements d'eaux usées domestiques sur le collecteur d'eaux usées. Construction d'un réseau d'eaux usées.	8000	18.1	PVC	250	12 171	2485	64	-
Total													23 185	4 600	117	

Note:

* - un investissement dans le réseau pluvial au niveau de la municipalité est nécessaire

Tableau 2.6-26 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Siliana

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	Classification	
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement					Description
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élévation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)			
SIL-Bou-SP-Ex-1	SP Ibn Khaldoun	-	-	-	-	-	-	-	-	SP nécessaire pour connecter le réseau qui sera réhabilité dans la Cité Ibn Khaldoun (SIL-Bou-Rs-Rh-1) au collecteur principal existant qui achemine les eaux usées vers la STEP.	B1	

Tableau 2.6-27 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Siliana

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
SIL-Bou-SP-Ex-1	1 100	5.0	Construction de SP et conduite de refoulement.	10.0	1+1	1.1	SP1A	PEHD	125	5	-	-	-	46	46	92	3	0	SIL-Bou-RS-Rh-1

2.6.12 Gouvernorat de Zaghouan

Les interventions prévues dans le gouvernorat de Zaghouan couvrent les communes de Zaghouan (Zag), Hammam Zriba (Ham) et El Fahs (Fah), actuellement à la charge de l'ONAS.

Dans chaque commune, il existe une STEP vers laquelle sont drainés tous les effluents ménagers produits. Les problèmes de contamination sont ponctuels et identifiés.

Les réseaux d'assainissement sont pseudo-séparatifs et connectés aux tuyaux des bâtiments pour le drainage des toits et des cours intérieures. L'exception est la Medina de Zaghouan, qui possède un réseau unitaire.

Au niveau des voiries, le drainage des eaux de pluie est réalisé dans la majorité des cas superficiellement et ces eaux sont déchargées dans le milieu hydrique. Sur les axes urbains principaux, il existe parfois un collecteur destiné au drainage des eaux de pluie.

Dans tout le gouvernorat, il existe des problèmes ponctuels de débordement car le réseau existant est ancien et en mauvais état de conservation. Les problèmes de débordement les plus importants sont à Fahs.

D'une façon générale, les interventions prévues se résument au remplacement des collecteurs et des regards de visite. Des interventions ciblées sont aussi prévues, comme par exemple la désactivation de collecteurs existants, du fait d'une mauvaise conception/construction, ou la construction de nouveaux collecteurs et autres structures. D'autres interventions ciblées sont également prévues pour séparer les réseaux d'eaux usées et pluviaux, excepté dans la Medina de Zaghouan où le réseau restera unitaire.

Les problèmes de contamination les plus importants sont localisés à Zaghouan (cité Bouhjar) et Hammam Zriba (eaux thermales contaminées par les bains publiques), classifiés comme Interventions urgentes de type A.

Le curage manuel et mécanique des collecteurs est effectué 1 à 2 fois par an.

En ce qui concerne les données de base pour le dimensionnement des infrastructures ou l'estimation des travaux, les valeurs suivantes sont prises en compte :

- Valeur moyenne de consommation d'eau potable de 85 à 108 l/h/j ;
- 1 boîte de branchement par logement dans les zones rurales et 1 boîte de branchement pour 5 logements dans les zones urbaines.

D'une manière générale, le terrain est accidenté, la nappe alluvionnaire est profonde. Les sols sont sablonneux et argileux à Zaghouan et rocheux à El Fahs et Hammam Zriba, où le pourcentage de roche est supérieur à 50%.

Les Tableaux 2.6-28, 2.6-29 et 2.6-30 présentent les caractéristiques techniques et l'estimation des coûts d'investissement et d'exploitation des interventions prévues dans le gouvernorat de Zaghouan.

Le coût de l'intervention à Hammam Zriba (eaux thermales contaminées par les bains publics) inclut le prétraitement des eaux usées avant le rejet dans l'oued.

Tableau 2.6-28 – Définition des interventions sur les réseaux d'assainissement, Gouvernorat de Zaghouan

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
ZAG-Zag-RS-Ex-1	Cité Borj	150	-	-	-	Zone partiellement habitée avec système de récolte des eaux usées par fosses septiques; problèmes de contamination potentielle.	B0	Construction du réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	150	0.5	PVC	250 / 630	1 525	281	8	ZAG-Zag-SP-Ex-1
ZAG-Zag-RS-Ex-2	Cité Hanaya	200	-	-	-	Zone partiellement habitée avec système de récolte des eaux usées par fosses septiques; problèmes de contamination potentielle.	C1	Construction du réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	200	0.7	PVC	250	1 550	251	8	ZAG-Zag-SP-Ex-3
ZAG-Zag-RS-Ex-3	Cité Bouhjar	50	-	-	-	Zone habitée, sans système de récolte des eaux usées; problèmes de contamination dû au rejet d'eaux usées dans la nature.	A	Construction de réseau d'eaux usées; augmentation du taux de connexion et élimination de la contamination.	50	0.2	PVC	250	80	16	0	ZAG-Zag-SP-Ex-2
ZAG-Zag-RS-Ex-4	Cité Administrative	75	-	-	-	Zone habitée, réseau d'eaux usées en-dessous des maisons.	B0	Reconstruction du réseau d'eaux usées.	75	0.3	PVC	250	310	52	2	-
ZAG-Zag-RS-Rh-1	Cité les Ninfes	1 300	AC/BC	250	2250	Réseau vétuste, en mauvais état et avec faibles pentes, avec ensablement et débordements.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	1 300	4.6	PVC	250	2 250	497	12	-
ZAG-Zag-RS-Rh-2	Cité Lycée	400	AC/PVC	250	2750	Réseau vétuste et en mauvais état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	400	1.4	PVC	250	2 750	607	15	-
ZAG-Zag-RS-Rh-3	Cité l'Indépendance	200	AC	400	1450	Réseau vétuste, en mauvais état et avec faibles pentes, avec ensablement et débordements.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements; connexion des avaloirs sur le dalot pluvial.	200	0.7	PVC	400	1 450	400	10	Réhabilitation du dalot pluvial
ZAG-Zag-RS-Rh-4	Cité Nessrine	300	AC	250	1100	Réseau vétuste et en mauvais état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	300	1.1	PVC	250	1 100	243	6	-
ZAG-Zag-RS-Rh-5	Medina	800	BC	250	4900	Réseau unitaire, vétuste et en mauvais état; absence de boîtes de branchement.	B0	Remplacement des collecteurs et regards (maintenir réseau unitaire dû à la réduite largeur des rues - Medina); construction de boîtes de branchement.	800	2.8	PVC	250	4 900	1352	34	Construction de déversoirs d'orage
ZAG-Zag-RS-Rh-6	Cité Bassatine	2 000	AC/PVC	250	6300	Réseau vétuste et en mauvais état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	2 000	7.0	PVC	250	6 300	1391	35	-
ZAG-Zag-RS-Rh-7	Route Essouani	8 000	AC	250	2600	Réseau vétuste et en mauvais état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	8 000	23.1	PVC	250 / 315	2 600	417	10	-
ZAG-Ham-RS-Ex-1	Hammam Zriba (Eloignement du réseau des eaux thermales)	-	-	-	-	Rejet des eaux thermales contaminées (par les bains publiques) directement dans l'oued. Débit très important: connexion sur le réseau d'eaux usées existant pas envisageable car il sera nécessaire augmenter la capacité de transport et traitement du système existant.	A	Construction d'une station de pompage et un réseau pour éloigner la décharge des eaux contaminées; prévoir prétraitement avant rejet dans l'oued.	1	20.0	PVC	315	150	25	1	Construction de station de pompage (ZAG-Ham-SP-Ex-1). Construction de station de prétraitement avant rejet dans l'oued.
ZAG-Ham-RS-Rh-1	Cité Lycée	1 300	AC	250	3900	Réseau ancien mais en bon état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	1 300	4.5	PVC	250	3 900	1063	27	-
ZAG-Ham-RS-Rh-2	Cité Dispensaire	400	AC	250	900	Réseau ancien mais en bon état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	400	1.4	PVC	250	900	245	6	-
ZAG-Ham-RS-Rh-3	Cité 20 Mars	1 500	AC/BC/PVC	250	2300	Réseau ancien en mauvais état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	1 500	5.2	PVC	250	2 300	627	16	-

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle				Diagnostic		Solution proposée								
		Population desservie (hab)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Description	Classification	Description	Population à desservir (hab)	Débit de projet (L/s)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale du réseau (m)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
ZAG-Ham-RS-Rh-4	Cité el Hammam	1 000	AC/PVC	250	1050	Réseau ancien mais en bon état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	1 000	3.5	PVC	250	1 050	286	7	-
ZAG-Ham-RS-Rh-5	Cité 18 Janvier	2 000	AC	250	2100	Réseau ancien mais en bon état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	2 000	6.9	PVC	250	2 100	572	14	-
ZAG-Ham-RS-Rh-6	Cité el Houda	1 000	AC/PVC	250	2200	Réseau ancien mais en bon état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	1 000	3.5	PVC	250	2 200	600	15	-
ZAG-Ham-RS-Rh-7	Cité El Ahd / Cité El Jadid 1	1 200	AC/PVC	250	1750	Réseau ancien mais en bon état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	1 200	4.2	PVC	250	1 750	477	12	-
ZAG-Ham-RS-Rh-8	Cité El Ahd / Cité El Jadid 2	500	AC/PVC	250	700	Réseau ancien mais en bon état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	500	1.7	PVC	250	700	191	5	-
ZAG-Ham-RS-Rh-9	Cité Essalem	300	AC	250	3200	Réseau ancien mais en bon état, partiellement réhabilité.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements; maintenir les plus récents.	300	1.0	PVC	250	3 200	729	18	-
ZAG-Ham-RS-Rh-10	Cité AFH	1 500	AC	250	4150	Réseau ancien mais en bon état; ensablements.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements; prévoir réseau d'eaux pluviales.	1 500	5.2	PVC	250 / 315	4 150	1110	28	Construction du dalot pluvial
ZAG-Fah-RS-Rh-1	Cité Erriadh	600	AC/PVC	250	1600	Réseau en mauvais état avec affaissements et débordements à cause des connexions d'avaloirs; réseau pluvial ensablé.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements, connexion des avaloirs sur le dalot pluvial.	600	1.7	PVC	250	1 600	408	10	Réhabilitation du dalot pluvial
ZAG-Fah-RS-Rh-2	Cité Essaada 1	5 000	AC/PVC	300	4100	Réseau en mauvais état avec affaissements et débordements à cause des connexions d'avaloirs; absence de boîtes de branchement; réseau pluvial ensablé.	B0	Remplacement des collecteurs et regards, connexion des avaloirs sur le dalot pluvial, construction de boîtes de branchement.	5 000	12.8	PVC	315	4 100	1103	28	Réhabilitation du dalot pluvial
ZAG-Fah-RS-Rh-3	Cité Essaada 2	2 000	AC/PVC	301	4350	Réseau ancien en mauvais état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	2 000	5.5	PVC	315	4 350	1171	29	-
ZAG-Fah-RS-Rh-4	Cité el Amel	2 000	AC	250	2750	Réseau ancien en mauvais état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	2 000	5.5	PVC	250	2 750	702	18	-
ZAG-Fah-RS-Rh-5	Cité el Ennour	2 000	AC	300	1900	Réseau ancien en mauvais état; quelques tronçons unitaires.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements, connexion des avaloirs sur le dalot pluvial.	2 000	5.5	PVC	315	1 900	511	13	Construction du dalot pluvial
ZAG-Fah-RS-Rh-6	Cité el Essalam	2 000	AC	300	2150	Réseau ancien en mauvais état.	B1	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements.	2 000	5.5	PVC	315	2 150	579	14	-
ZAG-Fah-RS-Rh-7	Av. Liberté	4 000	PVC	315	950	Problèmes de conception/construction du réseau existant (malgré leur construction daté de 2005); capacité insuffisante et débordements très fréquents en cas de pluie.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements. Élimination des déversoirs d'orage.	4 000	13.0	PVC	315	950	210	6	-
ZAG-Fah-RS-Rh-8	Route Kairouan	700	AC/BC	250	650	Problèmes de conception/construction du réseau existant: capacité insuffisante et débordements très fréquents en cas de pluie.	B0	Remplacement du collecteur, y compris regards et branchements; construction d'un nouveau collecteur pour alléger le réseau existant.	700	2.5	PVC	250 / 400	650	158	4	-
Total													65665	16274	410	

ZAG-Ham-RS-Ex-1 - Population desservie = rejet des eaux thermales contaminées par les bains publiques

Tableau 2.6-29 – Diagnostic des stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Zaghuan

Code de l'intervention	Localisation	Situation actuelle								Diagnostic	Classification
		Population desservie (hab)	Station de pompage				Conduit de refoulement				
			Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Hauteur manométrique d'élevation (m)	Puissance nominale de chaque pompe (kW)	Matériau des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)		
ZAG-Zag-SP-Ex-1	SP Essouani	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone partiellement habitée avec système de récolte des eaux usées par fosses septiques; problèmes de contamination potentielle.	B0
ZAG-Zag-SP-Ex-2	SP Bouhjar	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone habitée, sans système de récolte des eaux usées; problèmes de contamination.	A
ZAG-Zag-SP-Ex-3	SP Hanaya	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone partiellement habitée avec système de récolte des eaux usées par fosses septiques; problèmes de contamination potentielle.	C1
ZAG-Ham-SP-Ex-1	SP Hammam	-	-	-	-	-	-	-	-	Rejet des eaux thermales contaminées (par les bains publiques) directement dans l'oued. Débit très important: connexion sur le réseau d'eaux usées existant pas envisageable car il sera nécessaire augmenter la capacité de transport et traitement du système existant.	A

Note:

ZAG-Ham-RS-Ex-1 - Population desservie = rejet des eaux thermales contaminées par les bains publiques

Tableau 2.6-30 – Définition des interventions sur les stations de pompage et conduites de refoulement, Gouvernorat de Zaghouan

Code de l'intervention	Solution proposée																		
	Population desservie (hab)	Débit de projet (L/s)	Intervention sur la station de pompage					Construction conduits refoulement			Construction conduits gravitaires			Coûts de construction civile ('000 TND)	Coûts des équipements ('000 TND)	Coût total d'investissement ('000 TND)	Coût annuel d'entretien ('000 TND)	Coût annuel d'énergie électrique ('000 TND)	Autres interventions nécessaires
			Description	Capacité totale (L/s)	No. de pompes (service+ réserve)	Puissance nominale totale estimée (kW)	Type	Matériau du tuyau	Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Matériaux des tuyaux	Diamètre nominal (mm)	Longueur totale réseau (m)						
ZAG-Zag-SP-Ex-1	600	5	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre la connexion d'une partie du réseau existant et du réseau projeté de la Cité Borj au réseau d'eaux usées existant.	10	1+1	3.0	SP2B	PEHD	125	400	-	-	-	81	46	128	4	0	ZAG-Zag-RS-EX-1
ZAG-Zag-SP-Ex-2	50	5	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre la connexion du réseau projeté de la cité Bouhjar au réseau d'eaux usées existant.	10	1+1	2.2	SP1A	PEHD	125	80	-	-	-	56	46	102	3	0	ZAG-Zag-RS-EX-3
ZAG-Zag-SP-Ex-3	200	5	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre la connexion du réseau projeté de la Cité Hanaya au réseau d'eaux usées existant.	10	1+1	3.0	SP1B	PEHD	125	80	-	-	-	68	58	125	4	0	ZAG-Zag-RS-EX-2
ZAG-Ham-SP-Ex-1	1	30	Construction d'une nouvelle station de pompage pour permettre le rejet des eaux thermales usées.	30	1+1	15.0	SP2A	PEHD	200	2 100	-	-	-	452	448	900	34	5	ZAG-Ham-RS-EX-1
Total										2 660			0	658	598	1 255	46	6	

2.6.13 Résumés

Le tableau 2.6-31 présente le résumé des caractéristiques techniques des interventions prévues. Le tableau 2.6-32 présente le résumé des investissements estimés.

Les tableaux des calculs détaillés sont présentés en Annexe II comme suit:

- Tableaux II.1.1 à II.1.3 – Informations générales, dotations et géologie ;
- Tableaux II.1.4 à II.1.7 – Déterminations des débits, dimensionnement et estimation des coûts par intervention ;
- Tableau II.1.8 – Résumé des coûts par intervention ;
- Tableau II.1.9 – Identique au tableau II.1.8 mais avec les interventions agglutinées ;
- Tableaux II.1.10 à II.1.13 – Résumé des caractéristiques et coûts par Commune et Gouvernorat.

Pour chaque intervention, il a été pris en compte non seulement le coût des travaux sur les conduites elles-mêmes, mais aussi le nombre total et le coût des boîtes de branchement associées. Ainsi, le coût total de chaque intervention correspond à la somme des coûts des travaux sur les conduites et des coûts des boîtes de connexion, et c'est pourquoi, en fonction des besoins en boîtes de branchement, on trouve de grands écarts de coût entre les interventions lorsqu'on le rapporte au mètre linéaire.

Tableau 2.6-31 – Résumé des caractéristiques techniques des interventions prévues

Gouvernorat	No. de communes	Réseaux gravitaires				Conduites de refoulement			Stations de Pompage		
		Boites de Branchement	Réhabilitation	Extension	Total	Réhabilitation	Extension	Total	Réhabilitation	Extension	Total
		(un.)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(km)	(no.)	(no.)	(no.)
Béja	6	4 217	38,3	7,2	45,5	0,1	0,8	1,0	1	5	6
Bizerte	9	8 540	70,7	14,7	85,5	6,8	2,8	9,6	8	7	15
Jendouba	5	4 040	28,7	32,9	61,7	1,4	4,7	6,0	5	6	11
Kasserine	4	5 885	30,4	48,7	79,1	0,0	2,4	2,4	0	4	4
Kébili	8	10 013	9,6	121,0	130,6	0,8	27,9	28,6	2	15	17
Kef	3	2 140	20,6	5,0	25,6	0,8	0,8	1,6	4	2	6
Sfax	12	27 886	73,8	454,5	528,3	1,6	5,4	6,9	3	5	9
Sidi Bouzid	1	1 472	15,1	9,8	24,9	0,9	0,4	1,3	0	1	1
Siliana	3	1 834	20,0	3,2	23,2	0,0	0,0	0,0	0	1	1
Zaghouan	3	6 285	61,5	4,2	65,7	0,0	2,7	2,7	0	4	4
Total	54	72 312	368,6	701,3	1 069,9	12,3	47,8	60,1	23	50	73

Tableau 2.6-32 – Résumé des investissements

Gouvernorat	Réhabilitation					Extension					Total Réhabilitation + Extension
	Réseaux gravitaires	Conduits de refoulement	Stations de Pompage		Total	Réseaux gravitaires	Conduits de refoulement	Stations de Pompage		Total	
	Génie civil	Génie civil	Génie civil	Équipements et installations électriques		Génie civil	Génie civil	Génie civil	Équipements et installations électriques		
	TND	TND	TND	TND	TND	TND	TND	TND	TND	TND	
Beja	9 693 332	15 732	5 750	28 750	9 743 564	1 151 426	96 796	241 500	241 500	1 731 222	11 474 785
Bizerte	17 712 542	1 554 501	489 093	1 886 866	21 643 002	2 592 043	390 770	425 423	609 385	4 017 621	25 660 622
Jendouba	7 916 923	250 832	315 751	530 369	9 013 875	4 833 657	561 636	345 000	345 000	6 085 293	15 099 168
Kasserine	8 100 338	0	0	0	8 100 338	7 664 173	296 579	230 000	230 000	8 420 753	16 521 090
Kébili	2 475 852	124 200	119 584	199 307	2 918 944	20 008 785	3 287 413	817 573	938 859	25 052 629	27 971 573
Kef	4 986 161	168 360	65 194	163 957	5 383 672	855 698	83 835	115 000	115 000	1 169 533	6 553 205
Sfax	17 179 046	1 223 612	171 191	347 028	18 920 877	68 509 439	4 779 021	276 000	276 000	73 840 460	92 761 337
Sidi Bouzid	3 086 107	137 834	0	0	3 223 941	1 278 693	37 346	57 500	57 500	1 431 039	4 654 980
Siliana	4 133 692	0	0	0	4 133 692	466 157	431	46 000	46 000	558 588	4 692 280
Zaghouan	15 548 633	0	0	0	15 548 633	725 679	424 638	232 897	597 596	1 980 809	17 529 441
Total	90 832 624	3 475 072	1 166 563	3 156 279	98 630 537	108 085 749	9 958 465	2 786 893	3 456 839	124 287 946	222 918 483

2.7 HIERARCHISATION DES INTERVENTIONS

Les interventions proposées sont hiérarchisées selon la méthodologie décrite dans le Chapitre 2.2 : selon la classification (A/B0/B1/C0/C1/D) et selon le coût d'investissement par habitant. Dans les cas d'interdépendance de plusieurs interventions (par exemple une intervention sur le réseau et sur la station de pompage qui élèvera ses eaux usées), toutes les interventions sont hiérarchisées ensemble. Le Tableau 2.6-33 présente cette hiérarchisation.

Tableau 2.6-33 – Hiérarchisation des interventions

Priorité	Code de l'intervention	Classification	Population 2029	Coût d'investissement par intervention	Coût Per-capita
			(hab)	(TND)	(TND/hab)
1	KEB-Keb-SP-Rh-2	A	7 500	146 480	20
2	BEJ-Bej-RS-Ex-1	A	210	9 792	47
3	KEB-Keb-SP-Rh-1	A	4 000	296 611	74
4	SID-Sid-RS-Rh-2	A	3 900	400 711	103
5	SID-Sid-RS-Ex-2	A	1 400	266 185	190
6	SID-Sid-RS-Rh-7 SID-Sid-RS-Ex-5 SID-Sid-RS-Ex-6	A	4 100	781 796	191
7	BIZ-Tin-RS-Ex-1 BIZ-Tin-SP-Ex-1	A	2 000	458 274	229
8	BEJ-Nef-RS-Ex-10	A	135	39 848	295
9	SIL-Kri-RS-Ex-1	A	8 000	2 484 544	311
10	BIZ-Raf-RS-Rh-1 BIZ-Raf-SP-Ex-1 BIZ-Raf-SP-Ex-2	A	5 000	1 774 199	355
11	JEN-Gha-RS-Ex-2	A	548	246 977	451
12	BEJ-Bej-RS-Ex-2	A	350	160 511	459
13	KEB-Jem-RS-Ex-1 KEB-Jem-SP-Ex-1	A	4 000	3 345 872	836
14	BEJ-Tes-RS-Ex-1	A	240	227 861	949
15	KEF-Taj-RS-Ex-2 KEF-Taj-SP-Ex-1	A	225	216 775	963
16	BEJ-Nef-RS-Ex-4 BEJ-Nef-SP-Ex-1	A	125	185 282	1 482
17	ZAG-Zag-RS-Ex-3 ZAG-Zag-SP-Ex-2	A	50	117 760	2 355
18	ZAG-Ham-RS-Ex-1 ZAG-Ham-SP-Ex-1	A	1	925 631	925 631
19	SID-Sid-RS-Rh-9	B0	20 000	112 596	6
20	KAS-Kas-RS-Rh-7	B0	30 000	289 690	10
21	KEF-Kef-RS-Rh-1	B0	45 191	630 660	14
22	KEF-Dah-SP-Rh-1	B0	1 000	14 375	14
23	BIZ-Tin-RS-Rh-2	B0	10 000	164 220	16
24	SID-Sid-RS-Rh-4	B0	12 000	198 772	17
25	KEF-Kef-SP-Rh-2	B0	10 000	181 427	18
26	SFA-Sfv-SP-Rh-2	B0	10 000	196 102	20
27	BIZ-Zar-SP-Rh-1	B0	18 700	375 238	20

Priorité	Code de l'intervention	Classification	Population 2029	Coût d'investissement par intervention	Coût Per-capita
			(hab)	(TND)	(TND/hab)
28	KAS-Kas-RS-Rh-4	B0	23 000	523 738	23
29	SFA-Sfv-RS-Rh-1	B0	240 000	6 732 638	28
30	SFA-Sfv-SP-Rh-1	B0	10 000	306 349	31
31	BIZ-Tin-SP-Rh-1	B0	12 000	372 091	31
32	KAS-Kas-RS-Rh-5	B0	6 000	188 122	31
33	KEB-Dou-RS-Rh-1	B0	25 000	793 908	32
34	KAS-Kas-RS-Rh-1	B0	64 660	2 147 970	33
35	BIZ-Abd-SP-Rh-1	B0	18 700	644 782	34
36	BIZ-Jam-SP-Rh-1	B0	30 000	1 050 112	35
37	BIZ-Men-RS-Rh-2	B0	25 000	939 263	38
38	BEJ-Med-RS-Rh-6 BEJ-Med-SP-Rh-1	B0	5 000	191 912	38
39	KAS-Kas-RS-Rh-2	B0	6 000	251 160	42
40	SFA-Sak-RS-Rh-1	B0	53 396	2 664 276	50
41	ZAG-Fah-RS-Rh-7	B0	4 000	210 105	53
42	BIZ-Mat-SP-Rh-1	B0	15 000	854 570	57
43	BIZ-Biz-RS-Rh-3	B0	10 000	585 914	59
44	SFA-Sae-RS-Rh-1	B0	13 819	874 506	63
45	KEF-Kef-SP-Rh-1	B0	3 000	195 960	65
46	BIZ-Jam-SP-Rh-2	B0	5 000	346 063	69
47	KAS-Sbe-RS-Rh-1	B0	1 250	87 975	70
48	BIZ-Jam-RS-Rh-2	B0	3 500	277 208	79
49	JEN-Jen-SP-Rh-3	B0	30 000	2 448 057	82
50	BIZ-Zar-RS-Rh-1	B0	20 000	1 648 928	82
51	BIZ-Tin-RS-Rh-1	B0	8 000	750 720	94
52	SFA-Chi-RS-Rh-1	B0	10 491	988 625	94
53	SID-Sid-RS-Rh-3	B0	940	108 944	116
54	BEJ-Bej-RS-Rh-3	B0	3 227	386 966	120
55	BIZ-Ali-RS-Rh-1	B0	3 500	450 743	129
56	JEN-Tab-RS-Rh-1	B0	4 110	614 100	149
57	KEF-Kef-RS-Rh-6	B0	2 400	389 988	162
58	BIZ-Biz-RS-Rh-1	B0	15 000	2 634 736	176
59	BIZ-Jam-RS-Rh-1	B0	3 500	614 790	176
60	BIZ-Biz-RS-Rh-7	B0	6 000	1 195 770	199
61	KAS-Sbe-RS-Rh-4	B0	650	138 000	212
62	ZAG-Fah-RS-Rh-2	B0	5 000	1 103 310	221
63	ZAG-Fah-RS-Rh-8	B0	700	158 125	226
64	BIZ-Abd-RS-Rh-1	B0	3 500	820 169	234
65	KAS-Kas-RS-Rh-10	B0	2 500	634 358	254
66	BIZ-Men-RS-Rh-1	B0	15 500	4 752 030	307
67	KAS-Sbe-RS-Rh-2	B0	750	250 884	335
68	BIZ-Biz-RS-Rh-2	B0	1 500	509 019	339
69	ZAG-Zag-RS-Rh-1	B0	1 300	496 800	382
70	KEF-Kef-RS-Rh-2	B0	300	116 748	389
71	SID-Sid-RS-Rh-1	B0	2 000	792 510	396
72	KAS-Kas-RS-Rh-11	B0	2 500	1 005 634	402
73	KAS-Sbe-RS-Rh-3	B0	1 250	535 440	428

Priorité	Code de l'intervention	Classification	Population 2029	Coût d'investissement par intervention	Coût Per-capita
			(hab)	(TND)	(TND/hab)
74	KAS-Kas-RS-Rh-9	B0	2 000	917 645	459
75	BIZ-Biz-RS-Rh-4	B0	1 000	547 515	548
76	KAS-Kas-RS-Rh-3	B0	750	423 163	564
77	BEJ-Tes-RS-Rh-1	B0	1 072	640 734	598
78	JEN-Fer-RS-Rh-1	B0	1 142	687 651	602
79	ZAG-Zag-RS-Ex-1 ZAG-Zag-SP-Ex-1	B0	600	408 418	681
80	ZAG-Fah-RS-Rh-1	B0	600	408 480	681
81	ZAG-Zag-RS-Ex-4	B0	75	51 980	693
82	KAS-Kas-RS-Rh-8	B0	1 000	706 560	707
83	SFA-Sfv-RS-Ex-5 SFA-Sfv-RS-Rh-6 SFA-Sfv-SP-Ex-1	B0	10 965	8 089 803	738
84	ZAG-Zag-RS-Rh-5	B0	800	1 352 400	1 691
85	ZAG-Zag-RS-Rh-3	B0	200	400 200	2 001
86	BIZ-Zar-SP-Rh-2	B1	70 000	401 838	6
87	BIZ-Mat-SP-Rh-2	B1	12 000	69 819	6
88	KEF-Taj-SP-Rh-1	B1	400	5 750	14
89	SFA-Mah-RS-Rh-1	B1	7 500	126 349	17
90	BIZ-Zar-SP-Rh-3	B1	30 000	580 954	19
91	SFA-Sfv-RS-Rh-4	B1	20 000	1 023 052	51
92	ZAG-Zag-RS-Rh-7	B1	8 000	416 760	52
93	BEJ-Med-RS-Rh-3	B1	750	48 686	65
94	JEN-Jen-RS-Rh-1 JEN-Jen-SP-Rh-1	B1	20 000	1 482 047	74
95	SFA-Sfv-RS-Rh-3	B1	4 000	330 434	83
96	KEF-Kef-RS-Rh-5	B1	1 000	85 836	86
97	BEJ-Bej-RS-Rh-4	B1	920	84 704	92
98	KEF-Kef-RS-Rh-3	B1	2 300	237 728	103
99	BEJ-Nef-RS-Rh-2	B1	75	8 108	108
100	BEJ-Med-RS-Rh-1	B1	350	44 201	126
101	SFA-Mah-RS-Ex-1 SFA-Mah-SP-Ex-1	B1	10 825	1 856 582	172
102	SIL-Sil-RS-Rh-3	B1	780	140 093	180
103	SFA-Sfv-RS-Rh-2	B1	5 000	921 726	184
104	SIL-Bou-RS-Rh-1 SIL-Bou-SP-Ex-1	B1	1 100	227 999	207
105	ZAG-Fah-RS-Rh-5	B1	2 000	511 290	256
106	SID-Sid-RS-Rh-10	B1	100	25 968	260
107	SID-Sid-RS-Rh-8	B1	500	141 154	282
108	KEF-Kef-RS-Rh-4	B1	600	171 396	286
109	ZAG-Ham-RS-Rh-4	B1	1 000	286 178	286
110	ZAG-Ham-RS-Rh-5	B1	2 000	572 355	286
111	ZAG-Fah-RS-Rh-6	B1	2 000	578 565	289
112	JEN-Jen-RS-Rh-2 JEN-Jen-SP-Rh-2	B1	5 000	1 480 841	296
113	SFA-Sfv-RS-Rh-5	B1	11 150	3 620 806	325

Priorité	Code de l'intervention	Classification	Population 2029	Coût d'investissement par intervention	Coût Per-capita
			(hab)	(TND)	(TND/hab)
114	BEJ-Med-RS-Rh-2	B1	250	83 048	332
115	KEF-Kef-RS-Rh-7	B1	600	201 204	335
116	JEN-Jen-SP-Rh-4	B1	200	68 195	341
117	KEF-Taj-RS-Rh-3	B1	2 750	958 617	349
118	BEJ-Med-RS-Rh-5	B1	500	175 013	350
119	ZAG-Fah-RS-Rh-4	B1	2 000	702 075	351
120	BEJ-Bej-RS-Rh-1	B1	3 447	1 235 045	358
121	SFA-Sfs-RS-Rh-1	B1	2 375	854 880	360
122	KEF-Dah-RS-Rh-3	B1	3 515	1 269 407	361
123	BEJ-Bej-RS-Rh-5	B1	1 300	472 678	364
124	SFA-Sfs-RS-Rh-2	B1	3 175	1 184 436	373
125	ZAG-Ham-RS-Rh-8	B1	500	190 785	382
126	KEF-Taj-RS-Rh-2	B1	950	366 597	386
127	ZAG-Ham-RS-Rh-7	B1	1 200	476 963	397
128	BEJ-Nef-RS-Rh-1	B1	50	20 010	400
129	JEN-Tab-RS-Ex-1 JEN-Tab-SP-Rh-1	B1	2 000	820 328	410
130	BEJ-Maa-RS-Rh-1 BEJ-Maa-SP-Ex-1	B1	300	125 051	417
131	ZAG-Ham-RS-Rh-3	B1	1 500	626 865	418
132	SFA-Sfs-RS-Rh-5	B1	2 480	1 038 073	419
133	KEB-Keb-RS-Rh-1	B1	4 000	1 681 944	420
134	SID-Sid-RS-Rh-5	B1	2 200	956 230	435
135	SFA-Sfs-RS-Rh-4	B1	1 025	446 168	435
136	BIZ-Biz-RS-Rh-6	B1	1 000	446 810	447
137	KEF-Taj-RS-Rh-1	B1	1 500	728 640	486
138	SIL-Sil-RS-Rh-4	B1	346	173 328	501
139	SIL-Sil-RS-Rh-2	B1	1 330	666 816	501
140	SIL-Sil-RS-Rh-1	B1	317	158 976	502
141	BEJ-Bej-RS-Rh-2	B1	3 425	1 778 047	519
142	BEJ-Med-RS-Rh-4	B1	250	132 885	532
143	SIL-Bou-RS-Rh-3	B1	567	306 576	541
144	SIL-Bou-RS-Rh-4	B1	594	321 833	542
145	BEJ-Med-RS-Rh-7	B1	350	197 401	564
146	JEN-Jen-RS-Rh-3	B1	3 154	1 795 049	569
147	ZAG-Fah-RS-Rh-3	B1	2 000	1 170 585	585
148	ZAG-Ham-RS-Rh-6	B1	1 000	599 610	600
149	ZAG-Ham-RS-Rh-2	B1	400	245 295	613
150	BEJ-Teb-RS-Rh-1	B1	1 500	951 683	634
151	JEN-Gha-RS-Rh-1	B1	1 466	965 200	658
152	SFA-Sfs-RS-Ex-3	B1	810	538 367	665
153	SIL-Bou-RS-Rh-2	B1	308	212 115	689
154	ZAG-Zag-RS-Rh-6	B1	2 000	1 391 040	696
155	BEJ-Teb-RS-Rh-2	B1	3 405	2 409 425	708
156	ZAG-Ham-RS-Rh-10	B1	1 500	1 110 383	740
157	BEJ-Teb-RS-Ex-2	B1	783	607 453	776
158	ZAG-Zag-RS-Rh-4	B1	300	242 880	810

Priorité	Code de l'intervention	Classification	Population 2029	Coût d'investissement par intervention	Coût Per-capita
			(hab)	(TND)	(TND/hab)
159	ZAG-Ham-RS-Rh-1	B1	1 300	1 062 945	818
160	ZAG-Zag-RS-Rh-2	B1	400	607 200	1 518
161	ZAG-Ham-RS-Rh-9	B1	300	728 640	2 429
162	SFA-Mah-SP-Rh-1	B1	1	103 843	103 843
163	BIZ-Tin-RS-Ex-2 BIZ-Tin-SP-Ex-2	C0	8 000	512 995	64
164	SID-Sid-RS-Ex-1	C0	800	204 993	256
165	KAS-Sbe-RS-Ex-2	C0	950	278 990	294
166	BIZ-Men-RS-Ex-2	C0	400	136 275	341
167	KEF-Dah-RS-Ex-1	C0	125	43 108	345
168	BIZ-Tin-RS-Ex-3	C0	600	220 800	368
169	KEF-Taj-RS-Ex-1	C0	100	37 375	374
170	KEF-Taj-RS-Ex-3	C0	300	122 590	409
171	KEB-Ken-RS-Ex-3 KEB-Ken-SP-Ex-3	C0	3 000	1 228 488	409
172	KEB-Ken-RS-Ex-2 KEB-Ken-SP-Ex-2	C0	5 550	2 320 601	418
173	SID-Sid-RS-Ex-3	C0	900	388 115	431
174	KEB-Sou-RS-Ex-1 KEB-Sou-SP-Ex-1 KEB-Sou-SP-Ex-2 KEB-Sou-SP-Ex-3 KEB-Sou-SP-Ex-4 KEB-Sou-SP-Ex-5	C0	15 000	7 081 368	472
175	KAS-Tel-RS-Ex-1 KAS-Tel-SP-Ex-1 KAS-Tel-SP-Ex-2	C0	5 950	2 858 613	480
176	KEB-Gol-RS-Ex-1	C0	750	387 109	516
177	JEN-Jen-RS-Ex-1 JEN-Jen-SP-Ex-1	C0	1 077	594 941	552
178	KEB-Ken-RS-Ex-1 KEB-Ken-SP-Ex-1	C0	3 000	1 671 123	557
179	KEF-Kef-RS-Ex-1 KEF-Kef-SP-Ex-1	C0	1 000	579 025	579
180	BIZ-Men-RS-Ex-1 BIZ-Men-SP-Ex-1	C0	600	360 405	601
181	KEB-Ken-RS-Ex-4 KEB-Ken-SP-Ex-4	C0	2 530	1 594 719	630
182	KAS-Fei-RS-Ex-1 KAS-Fei-SP-Ex-1 KAS-Fei-SP-Ex-2	C0	4 950	3 490 627	705
183	KEB-Kes-RS-Ex-1 KEB-Kes-RS-Ex-2 KEB-Kes-SP-Ex-1 KEB-Kes-SP-Ex-2	C0	5 000	3 633 540	727
184	KEB-Dos-RS-Ex-1 KEB-Dos-SP-Ex-1	C0	3 000	2 230 196	743
185	SID-Sid-RS-Ex-4	C0	330	277 007	839

Priorité	Code de l'intervention	Classification	Population 2029	Coût d'investissement par intervention	Coût Per-capita
			(hab)	(TND)	(TND/hab)
	SID-Sid-SP-Ex-1				
186	JEN-Gha-RS-Ex-1 JEN-Gha-SP-Ex-1	C0	458	517 041	1 129
187	JEN-Fer-RS-Ex-1 JEN-Fer-SP-Ex-1	C0	425	527 204	1 240
188	KEB-Keb-SP-Ex-1	C1	850	191 383	225
189	KAS-Kas-RS-Ex-4	C1	1 250	293 888	235
190	KEB-Keb-RS-Ex-1	C1	1 000	285 545	286
191	BEJ-Nef-RS-Ex-1	C1	125	37 065	297
192	KAS-Kas-RS-Ex-5	C1	900	307 573	342
193	KAS-Kas-RS-Ex-6	C1	750	264 989	353
194	KAS-Kas-RS-Ex-1	C1	1 000	355 190	355
195	SFA-Aga-RS-Ex-1 SFA-Aga-RS-Ex-2 SFA-Aga-SP-Ex-1	C1	3 000	1 381 400	460
196	BIZ-Biz-RS-Ex-1 BIZ-Biz-SP-Ex-1	C1	2 500	1 164 375	466
197	KAS-Sbe-RS-Ex-1	C1	75	36 225	483
198	BEJ-Nef-RS-Ex-7	C1	90	47 093	523
199	SFA-Sfv-RS-Ex-7	C1	325	173 742	535
200	KAS-Kas-RS-Ex-3	C1	1 000	534 658	535
201	SFA-Sfv-RS-Ex-2	C1	600	322 529	538
202	SFA-Sfv-RS-Ex-6	C1	1 400	754 377	539
203	KEB-Dou-RS-Ex-1 KEB-Dou-SP-Ex-1	C1	2 000	1 082 685	541
204	SFA-Sfv-RS-Ex-3	C1	2 250	1 220 679	543
205	SFA-Sfv-RS-Ex-4	C1	1 075	583 349	543
206	SFA-Sfv-RS-Ex-1	C1	1 050	570 193	543
207	SFA-Chi-RS-Ex-2	C1	1 045	579 244	554
208	SFA-Sae-RS-Ex-1	C1	658	364 452	554
209	SFA-Sae-RS-Ex-2	C1	950	526 585	554
210	SFA-Sae-RS-Ex-3	C1	4 416	2 447 927	554
211	SFA-Sak-RS-Ex-3	C1	5 405	2 995 992	554
212	SFA-Sak-RS-Ex-1	C1	10 780	5 985 756	555
213	SFA-Gre-RS-Ex-5	C1	3 315	1 943 011	586
214	SFA-Gre-RS-Ex-3	C1	5 205	3 051 496	586
215	SFA-Ain-RS-Ex-2	C1	2 290	1 342 769	586
216	SFA-Ain-RS-Ex-4	C1	4 040	2 369 144	586
217	SFA-Gre-RS-Ex-1	C1	2 805	1 645 133	587
218	SFA-Gre-RS-Ex-2	C1	5 040	2 955 960	587
219	SFA-Ain-RS-Ex-3	C1	3 595	2 108 928	587
220	SFA-Sak-RS-Ex-2	C1	13 380	8 170 365	611
221	SFA-Sfs-RS-Ex-1 SFA-Sfs-SP-Ex-1	C1	2 000	1 256 718	628
222	SFA-Tyn-RS-Ex-1	C1	390	247 572	635
223	SFA-Sfs-RS-Ex-2	C1	1 030	661 940	643
224	SFA-Chi-RS-Ex-1	C1	2 108	1 387 780	658

Priorité	Code de l'intervention	Classification	Population 2029	Coût d'investissement par intervention	Coût Per-capita
			(hab)	(TND)	(TND/hab)
225	SFA-Mah-RS-Ex-2	C1	2 750	1 824 245	663
226	SFA-Hen-RS-Ex-2	C1	1 100	729 963	664
227	SFA-Gre-RS-Ex-4	C1	4 340	2 974 636	685
228	SFA-Hen-RS-Ex-1	C1	1 750	1 208 938	691
229	SFA-Chi-RS-Ex-3	C1	810	610 788	754
230	SFA-Jeb-RS-Ex-2	C1	1 350	1 018 958	755
231	SFA-Tyn-RS-Ex-2 SFA-Tyn-SP-Ex-1	C1	3 830	2 891 198	755
232	SFA-Jeb-RS-Ex-1	C1	1 000	766 993	767
233	JEN-Tab-RS-Ex-3	C1	821	654 896	798
234	BEJ-Tes-RS-Ex-2 BEJ-Tes-SP-Ex-1	C1	462	395 871	857
235	JEN-Bss-RS-Ex-1 JEN-Bss-SP-Ex-1	C1	724	629 375	869
236	BEJ-Nef-RS-Ex-2	C1	50	43 516	870
237	BEJ-Teb-RS-Ex-1 BEJ-Teb-SP-Ex-3	C1	300	261 476	872
238	SFA-Ain-RS-Ex-1	C1	755	717 686	951
239	ZAG-Zag-RS-Ex-2 ZAG-Zag-SP-Ex-3	C1	200	375 820	1 879
240	SFA-Sfs-RS-Rh-3	C1	1 625	3 073 881	1 892
241	BEJ-Nef-RS-Ex-9	C1	15	28 808	1 921
242	JEN-Tab-RS-Ex-2 JEN-Tab-SP-Ex-1 JEN-Tab-SP-Ex-2	C1	314	1 567 266	4 991
243	BEJ-Nef-RS-Ex-3 BEJ-Nef-SP-Ex-2	C1	25	150 788	6 032
244	BEJ-Nef-RS-Ex-8	D	200	72 594	363
245	BEJ-Nef-RS-Ex-5	D	450	186 588	415
246	BEJ-Nef-RS-Ex-6	D	25	34 644	1 386

Note:

* Population desservie = 1 : rejet des eaux thermales contaminées par les bains publics (ZAG-Ham-RS-Ex-1)

** Population desservie = 1: élévation d'effluents industriels (traitement de poisson) (SFA-Mah-SP-Rh-1)

CHAPITRE III

SOLUTIONS PROPOSEES POUR LES STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES

CHAPITRE III: SOLUTIONS PROPOSEES POUR LES STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES

3.1 PRELIMINAIRE

Pendant l'élaboration de la présente étude, il a été constaté que quelques-unes des informations fournies, qu'elles soient transmises verbalement pendant les visites techniques des STEP ou postérieurement sur support papier ou numérique, sont incohérentes sur certains points, notamment en ce qui concerne les dimensions des ouvrages existants de chaque STEP, ce qui rend difficile une caractérisation correcte de la situation actuelle.

Afin de synthétiser toutes les informations de base disponibles, ainsi que de donner une description générale des solutions proposées pour chaque STEP, deux tableaux récapitulatifs sont présentés en Annexe III (Annexe III.1, Tableau III.1.1 et Tableau III.1.2). Le contenu de ces tableaux est présenté plus en détail dans les paragraphes qui suivent.

3.2 DONNEES DE BASE

3.2.1 Prévision de la population branchée dans chaque ville

3.2.1.1 Usagers domestiques

La population branchée dans chaque commune a été établie en tenant compte des résultats des recensements de population des années 1994 et 2004, d'un taux d'accroissement géométrique entre ces deux années, et en admettant un taux de raccordement au réseau d'assainissement de 95 %. Les résultats de cette estimation sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3.2-1: Population branchée estimée à différents horizons

Communes	Recensement		Taux d'accroissement	Population branchée (hab.)				
	1994	2004		2009	2011	2020	2025	2029
Béja et El Maagoula	60 361	64 367	1,00% ¹	67 650	65 560	71 701	75 359	78 419
Medjez El-Bab	18 141	20 308	1,13%	20 700	20 113	22 264	23 556	24 644
Jendouba	39 731	43 997	1,03%	55 785	54 088	59 288	62 389	64 988
Tabarka	12 599	15 634	2,18%	21 412	21 239	25 793	28 731	31 322
Siliana	21 341	24 243	1,28%	25 984	25 322	28 401	30 270	31 855

¹ Données fournies par l'ONAS lors de la réunion du 25 mai 2011.

3.2.1.2 Usagers touristiques

Dans les villes de Béja, El Maagoula, Medjez El-Bab, Jendouba et Siliana, la contribution des usagers touristiques a été considérée négligeable pour l'estimation de la production des eaux usées, en raison de la faible capacité des hôtels existants et du peu d'importance du tourisme dans ces villes, conformément aux prévisions de l'Agence Foncière Touristique (AFT).

Il faut au contraire tenir compte d'une activité touristique très importante pour la ville de Tabarka, et le tableau ci-dessous donne les projections du nombre de lits touristiques de cette ville.

Tableau 3.2-2: Nombre de lits estimé à différents horizons

Communes	Nombre de lits	
	2009	2029
Tabarka	5 304 ¹	9 400 ²

¹ Rapport annuel d'exploitation de la STEP de Tabarka (2009) ;

² Agence Foncière Touristique.

3.2.1.3 Usagers industriels

En ce qui concerne l'estimation des effluents industriels, cette étude prend en compte les usagers industriels actuellement raccordés aux STEP et évalue la capacité des ouvrages de traitement à accepter le raccordement de nouvelles zones industrielles projetées dans chaque ville.

Les surfaces de zones industrielles pouvant être acceptées pour chaque STEP sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 3.2-3: Surface des zones industrielles pour chaque STEP

Communes	Surface (ha)
	2029
Béja	85
Medjez El-Bab	46
Jendouba	100
Tabarka	14,2
Siliana	16,3

Les valeurs ci-dessus ont été établies en tenant compte du document intitulé « Stratégie Future de l'ONAS » dans lequel est envisagée la séparation des eaux usées industrielles des eaux usées domestiques au-delà d'un taux de 20%, et ont été validées lors de réunions avec l'ONAS.

3.2.2 Consommations spécifiques en eau potable

3.2.2.1 Usagers domestiques

Les consommations spécifiques des usagers domestiques adoptées pour chaque ville ont été évaluées à partir des données de la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE). Le tableau suivant présente les consommations spécifiques en eau potable pour l'année 2009.

Tableau 3.2-4: Consommation spécifique en eau potable pour l'année 2009

Communes	Consommation spécifique pour l'année 2009 (L/hab/jour)
Béja	110
Medjez El-Bab	120
Jendouba	110
Tabarka	110
Siliana	100

Source : SONEDE, Volume distribué, volume consommé (2008-2009)

Pour les projections de la consommation spécifique en eau potable dans les villes concernées, un taux d'accroissement constant de 1,5% a été pris en compte pour la période 2009-2029. Les consommations obtenues sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 3.2-5: Consommation spécifique en eau potable estimée à différents horizons

Communes	Consommations spécifiques en eau potable (L/hab. /j)					
	2009	2011	2015	2020	2025	2029
Béja et El Maagoula	110	113	120	130	140	148
Medjez El-Bab	120	124	131	141	152	162
Jendouba	110	113	120	130	140	148
Tabarka	110	113	120	130	140	148
Siliana	100	103	109	118	127	135

3.2.2.2 Usagers touristiques

La consommation en eau potable considérée pour les usagers touristiques est de 500 L/lit/jour, en conformité avec les informations fournies par l'ONAS lors de la réunion du 25 mai 2011.

La consommation en eau potable pour les usagers touristiques a été considérée constante jusqu'à l'horizon du projet (taux d'accroissement de 0%).

3.2.2.3 Usagers industriels

La consommation en eau potable pour les usagers industriels ne sera pas prise en compte du fait de la production en eau résiduelle.

Le débit d'eaux usées considéré pour les zones industrielles sera de 40 m³/ha/jour, en conformité avec les informations fournies par l'ONAS lors de la réunion du 25 mai 2011.

3.2.3 Taux de rejet

Le taux de rejet admis pour les eaux usées domestiques sera de 80%. Le taux de rejet admis pour les eaux usées touristiques sera de 90%.

3.2.4 Coefficient de pointe journalière

Le coefficient de pointe de l'effluent domestique est obtenu par la formule suivante :

$$K_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}}$$

avec

$$Q_m = \text{débit moyen journalier (m}^3\text{/j)}$$

Le coefficient de pointe considéré pour les effluents touristiques et industriels est de 2,0.

3.2.5 Débit d'Infiltration (eaux claires parasites)

Le débit additionnel à prendre en compte en temps de pluie est compris dans une fourchette de 40% à 70% du débit d'eaux usées domestiques, ce qui est corroboré par les données d'exploitation fournies par l'ONAS.

3.2.6 Débit moyen journalier

Le débit moyen journalier (m³/j) est défini par les formules suivantes:

$$Q_{mj} = Q_{\text{domestique}} + Q_{\text{touristique}} + Q_{\text{industriel}}$$

avec

$$Q_{\text{domestique}} = \text{Population} \times \text{Consommation eau potable} \times \text{Taux de rejet}$$

$$Q_{\text{touristique}} = \text{Lits} \times \text{Consommation eau potable} \times \text{Taux de rejet}$$

$$Q_{\text{industriel}} = \text{Surface des zones industrielles acceptée} \times \text{Débit par ha et par jour (40m}^3\text{)}$$

3.2.7 Débit de pointe

Le débit de pointe est défini comme suit :

$$Q_p = K_{ph} \times Q_{\text{domestique}} + 2 \times (Q_{\text{touristique}} + Q_{\text{industriel}})$$

3.2.8 Débit maximum

Le débit maximum est défini comme suit:

$$Q_{\text{max}} = Q_p + Q_{\text{infiltration}}$$

avec

$$Q_{\text{infiltration}} = \text{Débit d'infiltration}$$

3.2.9 Production spécifique de flux polluants

3.2.9.1 Usagers domestiques et touristiques

Le tableau ci-dessous donne l'estimation de la production spécifique de flux polluants par les usagers domestiques et touristiques, dans les villes concernées par l'étude. Ces valeurs sont considérées constantes jusqu'à l'horizon du projet.

Tableau 3.2-6 : Production spécifique de flux polluants

Communes	DBO ₅ (g/hab/j)	N _T (g/hab/j)	P _T (g/hab/j)
Béja et El Maagoula	60 ²	8,0	1,5
Medjez El-Bab	60 ¹		
Jendouba	40 ²		
Tabarka	60 ²		
Siliana	45 ¹		

1 Selon les informations fournies par l'ONAS lors de la réunion du 25 mai 2011.

2 Selon les rapports d'exploitation (2008-2010) et les résultats des analyses chimiques menées par la Mission d'Etudes.

3.2.9.2 Usagers industriels

En accord avec l'ONAS, le projet sera dimensionné en admettant que toutes les nouvelles zones industrielles à raccorder aux STEP auront un traitement préliminaire et que leur rejet respectera la norme de rejet dans les canalisations publiques (NT 106.02, 1989), présentée dans le tableau 1.3-4 du Chapitre I.

3.3 STEP DE BEJA

3.3.1 Situation actuelle de la STEP

3.3.1.1 Informations générales

3.3.1.1.1 Localisation générale et accessibilité

La station d'épuration de Béja est située dans la commune et dans le gouvernorat de Béja, près de la ville de Béja et du laboratoire régional de l'ONAS pour ce gouvernorat. La Figure 3.3 présente la vue aérienne de la STEP et du milieu récepteur des eaux épurées.

L'accès à la STEP est en bon état de conservation.



Figure 3.3-1: Vue aérienne de la STEP de Béja

3.3.1.1.2 Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage

La STEP de Béja est située à 2 km de la ville de Béja et à 400 m des habitations les plus proches.

Selon les informations de l'ONAS, le terrain d'emplacement de la STEP a une superficie d'environ 5 ha. L'installation de traitement est limitée à l'Est par le milieu récepteur.

3.3.1.1.3 Description des infrastructures existantes

La STEP de Béja a été mise en service en 1994 pour traiter les eaux usées provenant des communes de Béja et El Maagoula, et les eaux usées industrielles provenant de levureries. L'installation a été dimensionnée pour traiter les eaux usées produites par 144 000 eq.hab. correspondant à un débit de 14 000 m³/j et à une charge organique (DBO₅) de 7 800 kg/j.

Actuellement, les eaux usées arrivent gravitairement à la STEP. Il y a 6 silos de stockage des eaux usées industrielles, d'un volume total de 300 m³, qui sont actuellement hors service.

La STEP de Béja a été conçue selon le procédé à boues activées en aération prolongée. La filière de traitement intègre les ouvrages suivants :

- Traitement préliminaire :
 - Dégrillage constitué de 2 dégrilleurs mécaniques en parallèle avec espacement de barreaux de 12 mm, d'un convoyeur à bande convoyeur à bande et d'une remorque ;
 - Dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage ;
 - Mesure du débit dans un canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - Oxydation des matières organiques dans 4 filières, chacune avec 5 bassins d'aération munis d'aérateurs de surface et d'agitateurs submersibles ;
 - Sédimentation des boues dans 4 décanteurs secondaires de plan rectangulaire, muni de pont de raclage aspirant ;
 - Pompage d'une fraction des effluents traités vers l'amont de l'ouvrage d'arrivée pour la dilution des effluents industriels ;
 - Recirculation des boues au début des bassins d'aération et mesure de débit en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique ;
 - Extraction des boues activées en excès et introduction dans l'épaississeur ;
- Traitement tertiaire :
 - Précipitation chimique du phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium dans les bassins d'aération ;
- Traitement des boues :
 - Épaississement des boues activées en excès dans 2 épaississeurs de plan carré, munis de pont de raclage ;
 - Déshydratation des boues épaissies sur 54 lits de séchage ;
 - Pompage du surnageant de l'épaississeur et du filtrat des lits de séchage, au moyen d'une station de pompage, vers le canal de recirculation des boues.

Les effluents épurés sont rejetés dans le milieu récepteur par l'intermédiaire d'un émissaire gravitaire. Une partie des effluents est réutilisée pour l'irrigation de 350 ha.

Les deux figures suivantes présentent l'implantation générale et le schéma fonctionnel de la STEP de Béja et quelques photographies de l'installation sont présentées ensuite.

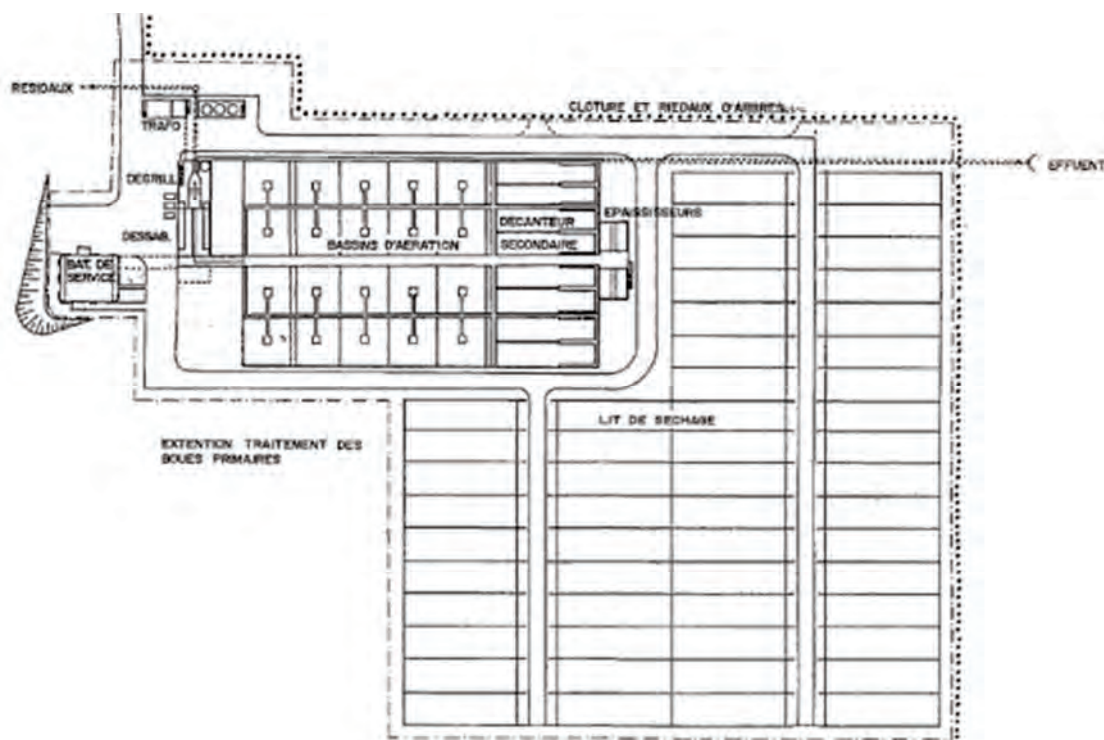


Figure 3.3-2 : Implantation générale de la STEP de Béja

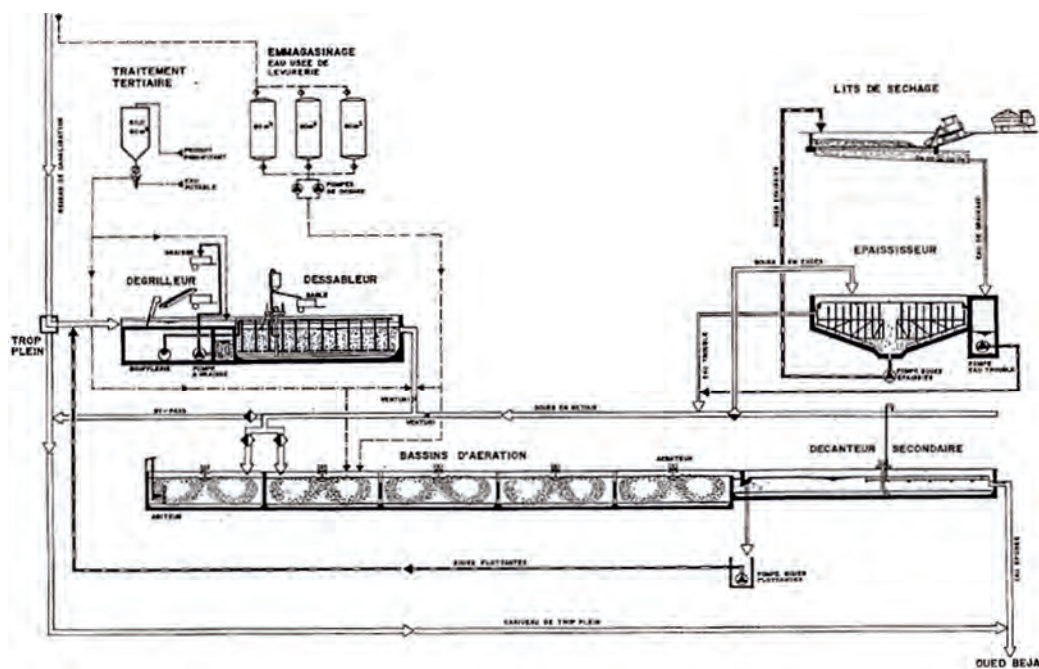


Figure 3.3-3: Schéma fonctionnel de la STEP de Béja



Figure 3.3-4 : Photos de la STEP de Béja

1 – Vue d’ensemble ; 2 – Traitement préliminaire et silos de stockage des eaux industrielles; 3 – Bassins d’aération; 4 – Décanteurs secondaires; 5 – Lits de séchage; 6 – Bâtiment d’exploitation.

Les principales dimensions des ouvrages existants sont présentées en Annexe III.2 (Tableaux III.2.3.1 à III.2.9.6).

Il faut remarquer que la STEP dispose d’un bâtiment de service à deux étages, qui intègre des WC/douches, des vestiaires, un petit laboratoire, le bureau du chef, une salle de réunion et une salle de contrôle avec tableau synoptique. Il y a également un deuxième bâtiment pour le poste de distribution principale basse tension (BT).

3.3.1.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives actuelles des eaux usées et épurées

3.3.1.2.1 Rapports d'exploitation de l'ONAS

Les tableaux suivants résument les caractéristiques quantitatives et qualitatives des eaux usées affluentes à la STEP de Béja, ainsi que celle des eaux épurées, selon les rapports d'exploitation des années 2008, 2009 et 2010 fournis par l'ONAS.

Tableau 3.3-1 : Caractéristiques quantitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	Débit journalier (m ³ /j)	Débit mensuel (m ³ /mois)	Débit annuel (m ³ /année)
2008	Minimum	3 021	91 945	2 648 984
	Moyenne	7 244	220 749	
	Maximum	11 200	273 300	
2009	Minimum	3 518	109 053	2 373 848
	Moyenne	6 531	197 821	
	Maximum	12 279	271 668	
2010	Minimum	3 734	112 006	2 135 389
	Moyenne	5 866	177 949	
	Maximum	13 239	213 281	

Tableau 3.3-2 : Caractéristiques qualitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (kg/j O ₂)	DCO (kg/j O ₂)	MES (kg/j)
2008	Minimum	3 839	8 009	2 090
	Moyen	8 420	21 618	4 741
	Maximum	16 406	44 521	13 155
2009	Minimum	1 558	6 174	1 277
	Moyenne	4 972	14 739	4 615
	Maximum	8 798	31 435	17 024
2010	Minimum	2 605	6 508	2 348
	Moyenne	3 997	8 954	3 018
	Maximum	6 679	12 478	4 665

Tableau 3.3-3 : Caractéristiques qualitatives des eaux traitées pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (mg/L O ₂)	DCO (mg/L O ₂)	MES (mg/L)
2008	Minimum	9	41	7,5
	Moyenne	31	137,8	31,3
	Maximum	81	282	115
2009	Minimum	11	57	6,5
	Moyenne	19	87,5	12,3
	Maximum	28	164,5	23,5
2010	Minimum	16	67	12
	Moyenne	20	78	16
	Maximum	27	93	20

3.3.1.2.2 Programme de prélèvement réalisé et discussion des principaux résultats

Dans le cadre de ce projet, un programme de prélèvement des eaux usées brutes et traitées a été mené afin de confirmer les conclusions de l'analyse des rapports d'exploitation de la STEP.

Les échantillons ont été prélevés par la Société PPE/Tunisie Environnement et ce conformément aux Normes NF-EN-ISO 5667-1 : « Guide général pour l'établissement du programme d'échantillonnage » et NF-EN-ISO 5667-2 : « Guide général sur les techniques de l'échantillonnage ».

Pour assurer les résultats les plus homogènes et représentatifs possibles, deux campagnes ont été programmées et menées comme suit :

- une campagne pendant des jours ensoleillés qui simulent la saison d'été ;
- une campagne pendant des jours pluvieux qui simulent la saison humide.

Une importance a été accordée aux différents jours de la semaine, notamment aux week-ends. D'autre part, l'ONAS a suggéré que les prélèvements comprennent également les effets potentiels des journées de marché hebdomadaire.

Chaque campagne comprenait le prélèvement d'échantillons à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration. Les analyses ont été effectuées avec des échantillons moyens, en mélangeant les échantillons instantanés recueillis toutes les heures pendant 24h (dès 8h du matin d'un jour jusqu'à 8h du matin du lendemain).

L'échantillonnage de la STEP de Béja a été réalisé aux dates suivantes :

- mardi 19/10/2010 – mercredi 20/10/2010 : jour du marché hebdomadaire avec pluie le lundi soir ;
- vendredi 22/10/2010 – samedi 23/10/2010 : jour de week-end ;
- mardi 02/11/2010 – mercredi 03/11/2010 : souk hebdomadaire ; il a commencé à pleuvoir le mercredi vers 5h00 du matin.
- jeudi 04/11/2010 – vendredi 05/11/2010 ; journée pluvieuse.

Le tableau suivant présente les principaux résultats du programme de prélèvement effectué.

Tableau 3.3-4 : Résultats du programme de prélèvement

Paramètres	19 à 20/10/2010		22 à 23/10/2010		02 à 03/11/2010		04 à 05/11/2010	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Débit journalier (m ³ /j)	4 482	-	4 347	-	6 051	-	6 414	-
pH	5,8	6,97	6,1	7,42	7,65	7,43	6,87	7,54
MES Total (mg/L)	255	161	473	17	447	7	635	11
MES Volatile (mg/L)	1,8	0,4	1,27	0,32	1,64	0,12	0,55	0,11
DCO (mg/L O ₂)	3 522	152	2 060	82	2 667	77	881	61
DBO ₅ (mg/L O ₂)	1 689	45	919	30	1 290	28	379	23
Carbonates (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonates (mg/L)	276	244	573	333	519	201	323	282
Hydroxydes (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azote Kjeldahl (mg/L N)	68,4	5,2	50	2,3	70,7	2,5	39,2	2,1
Nitrates (mg/L N)	<0,04	3,66	<0,04	1,4	<0,04	0,27	<0,04	1,5
Phosphore total (mg/L P)	4,3	2	5,6	1,9	9,17	0,7	3,4	1,2
Huiles & graisses (mg/L)	79	20	183	5	75,6	<0,1	36	<0,1
Hydrocarbures (mg/L)	265	121	131	<3,3	161	<3,3	113,6	<3,3
Coliformes totaux	9,5×10 ⁷	9,5×10 ⁴	2,5×10 ⁸	2,5×10 ⁸	9,5×10 ⁶	9,5×10 ³	7,5×10 ⁶	2,5×10 ⁵
Coliformes fécaux	1,5×10 ⁶	2,5×10 ³	4,5×10 ⁵	2,5×10 ⁵	2,5×10 ⁶	2,5×10 ³	2,5×10 ⁶	2,5×10 ⁵

L'analyse des résultats ci-dessus souligne la forte influence de la pluviosité sur le débit journalier affluant à la STEP. En effet, le débit journalier enregistré pendant la période du 03/11/2010 au 05/11/2010 est de presque 150% de celui d'un jour sans pluie.

Les ratios DBO₅/DCO obtenus varient de 0,43 à 0,48, ce qui se trouve dans la fourchette typique des effluents biodégradables.

En outre, l'efficacité de la dégradation de la charge organique est très élevée, atteignant environ 93 - 97%. L'efficacité de l'élimination de l'azote est très élevée, se situant entre 87% et 96,1% (pour ce calcul, il a été considéré que la valeur d'azote totale correspond à l'azote Kjeldahl et aux nitrates, puisque les nitrites dans l'effluent brut sont généralement négligeables).

D'autre part, l'analyse de la relation DBO₅/N/P indique un manque de phosphore dans l'eau usée brute, la valeur étant supérieure à la référence de 100/5/1 pendant les quatre jours d'échantillonnage. Néanmoins, ceci n'a pas compromis l'efficacité de dégradation de la charge organique.

En comparant les valeurs moyennes du programme de prélèvement (réalisé pendant les mois d'octobre et novembre 2010) avec les valeurs moyennes enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- La moyenne des valeurs de débit moyen journalier obtenues dans le programme de prélèvement est d'environ 9% inférieure à la moyenne des valeurs enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010 ;

- Les résultats du programme de prélèvement pour la concentration de DCO et DBO5 dans les eaux usées brutes sont, en valeur moyenne, 50% à 60% supérieures aux valeurs moyennes du rapport d’exploitation, tandis que la valeur moyenne de MES est d’environ 5% inférieure ;
- Les valeurs de concentration de DCO et DBO₅ obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont, en valeur moyenne, 20% à 55% supérieures aux valeurs moyennes de 2010 enregistrées, tandis que la valeur moyenne de MES est atteint presque 3 fois la valeur moyenne du rapport d’exploitation ;

En comparant les résultats du programme de prélèvement seulement avec les valeurs des mois d’octobre et novembre enregistrées dans le rapport d’exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- Les valeurs de débit moyen journalier obtenues dans le programme de prélèvement sont du même ordre de grandeur de celles enregistrées dans le rapport d’exploitation ;
- Les résultats du programme de prélèvement pour les concentrations de MES, DCO et DBO₅ dans les eaux usées brutes sont très variables : valeurs 40% inférieures jusqu’à des valeurs de presque deux fois les valeurs enregistrées dans le rapport ;
- Les valeurs de concentration de MES, DCO et DBO5 obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont très variables : valeurs 50% inférieures jusqu’à des valeurs de presque deux fois les valeurs enregistrées dans le rapport (une valeur de MES atteint même 10 fois les valeurs enregistrées).

3.3.1.3 Évaluation du fonctionnement de la station existante

Les rapports d’exploitation fournis par l’ONAS indiquent que, pendant les années 2008, 2009 et 2010, le débit d’eau usée affluent à la STEP a toujours été inférieur au débit de dimensionnement de l’installation (14 000 m³/jour), avec des valeurs moyennes correspondant à environ 50% de la capacité installée.

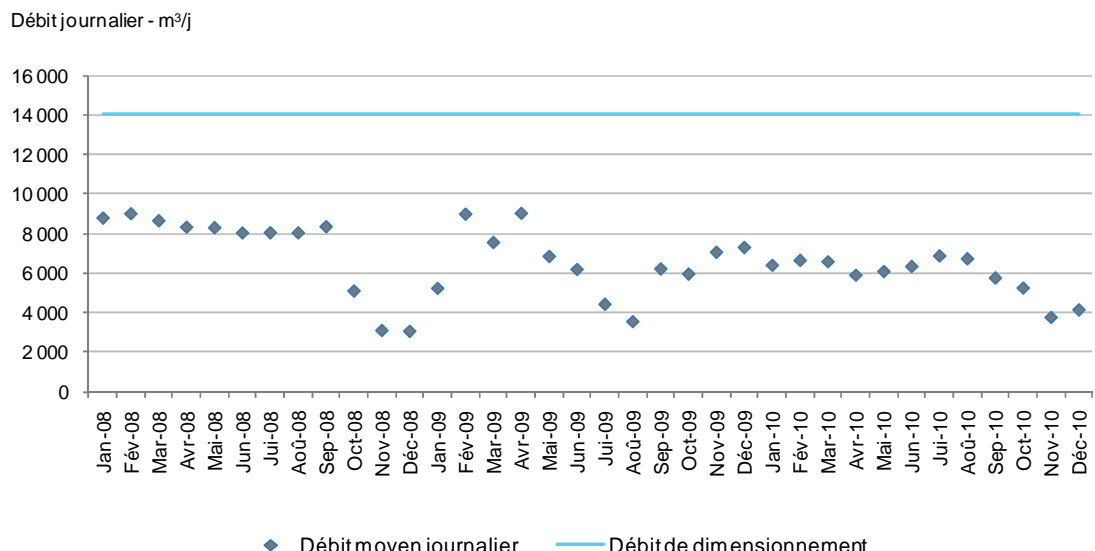


Figure 3.3-5 : Variation du débit moyen journalier affluant entre 2008 et 2010 et débit de dimensionnement

Durant l’année 2008, la capacité de traitement de la charge organique de la STEP de Béja a été fortement dépassée, avec des situations enregistrées correspondant au double de la charge organique de dimensionnement (DBO de 16 406 kg/jour pour un dimensionnement de 7 800 kg/jour). Ceci peut être dû au fait que la STEP de Béja doit également traiter les eaux usées d’une industrie alimentaire de levureries qui sont extrêmement chargées et colorées.

Les rapports d’exploitation analysés indiquent que la charge organique moyenne en 2008 était beaucoup plus élevée que celle enregistrée en 2009 et en 2010. La charge moyenne enregistrée en 2009 (4 972 kg/j) correspond à environ à 63,7% de la capacité installée et la charge moyenne enregistrée en 2010 (4 113 kg/j) correspond à environ à 52,7% de la capacité installée.

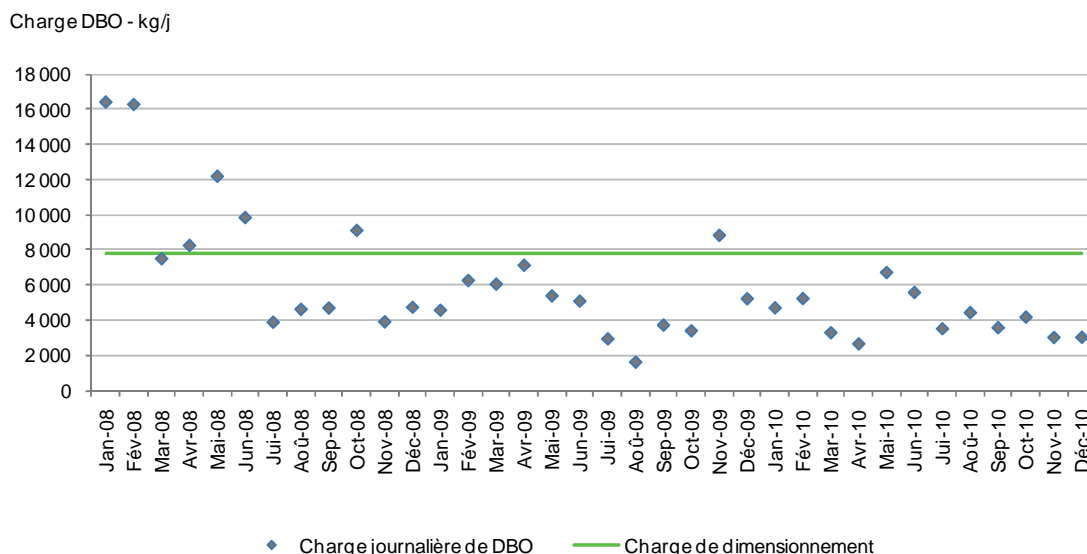


Figure 3.3-6 : Variation de charge de DBO des affluents entre 2008 et 2010 et charge de dimensionnement

Les résultats analytiques des effluents traités révèlent une efficacité très élevée d’oxydation de la matière organique biodégradable, supérieure à 95%, qui permet d’assurer la valeur de 30 mg/l O₂ imposée par la législation en vigueur pour la DBO₅. Néanmoins, dans la période analysée, quelques situations de non-respect de la valeur limite sont enregistrées, peut-être justifiées par le fait que la charge organique arrivant à la STEP lors de ces jours était significativement supérieure à celle admise par le dimensionnement de l’installation. Nous constatons également que la valeur limite imposée dans la législation en vigueur pour la DCO (90 mg/l O₂) est souvent dépassée.

La relation obtenue entre la matière organique et les éléments nutritifs (DBO₅/N/P) étant inférieure à la relation de référence 100/5/1, montre de bonnes conditions d’équilibre pour le développement de la biomasse bactérienne. D’autre part, une relation DBO₅/N supérieur à 3,5 est compatible avec l’élimination biologique d’azote.

Les eaux usées à traiter présentent des caractéristiques urbaines et industrielles, et les valeurs de la relation DBO₅/DCO se trouvent donc dans la limite inférieure de l’intervalle 0,3 – 0,8. Cela permet d’en déduire que ces effluents possèdent une biodégradabilité compatible avec la généralité des traitements biologiques.

La visite effectuée à la STEP de Béja a permis d’identifier les irrégularités suivantes dans le fonctionnement de l’installation, irrégularités qui devraient être résolues à court terme:

- le débitmètre, en raison de son emplacement, mesure aussi le volume des effluents traités utilisés pour diluer les effluents industriels ;

- les ouvrages existants ne permettent pas une bonne gestion de la recirculation des boues biologiques et de la purge des boues activées en excès, ce qui porte préjudice à l'efficacité du traitement biologique ;
- à la surface des décanteurs secondaires, il a été possible de voir des boues flottantes, ce qui indique l'occurrence de la dénitrification dans cet ouvrage, avec perte pour la sédimentation des boues et pour la qualité des effluents traités ;
- pendant l'hiver, la capacité des lits de séchage n'est pas suffisante pour la déshydratation des boues. Afin de résoudre ce problème, la hauteur des boues sur les lits de séchage est augmentée à plus de 30 cm et le système biologique est exploité sans extraction de boues activées, ce qui peut affecter négativement la performance du traitement biologique.

En ce qui concerne la consommation énergétique de la station, les rapports d'exploitation indiquent une consommation spécifique moyenne de 0,89 kWh/m³ d'eau traitée en 2008, de 0,93 kWh/m³ en 2009 et de 1,18 kWh/m³ en 2010. Le tableau suivant résume les valeurs de consommation énergétique pour la STEP de Béja.

Tableau 3.3-5 : Consommation énergétique

Année	Valeur	Consommation énergétique (kWh/mois)	Indicateur de consommation énergétique (kWh/m ³)
2008	Minimum	144 839	0,89
	Moyenne	196 711	
	Maximum	228 860	
2009	Minimum	150 650	0,93
	Moyenne	183 186	
	Maximum	248 912	
2010	Minimum	170 652	1,18
	Moyenne	210 047	
	Maximum	240 482	

La figure suivante présente la variation de la consommation d'énergie pendant la période analysée, avec une augmentation bien marquée de la consommation énergétique pendant les mois d'été.

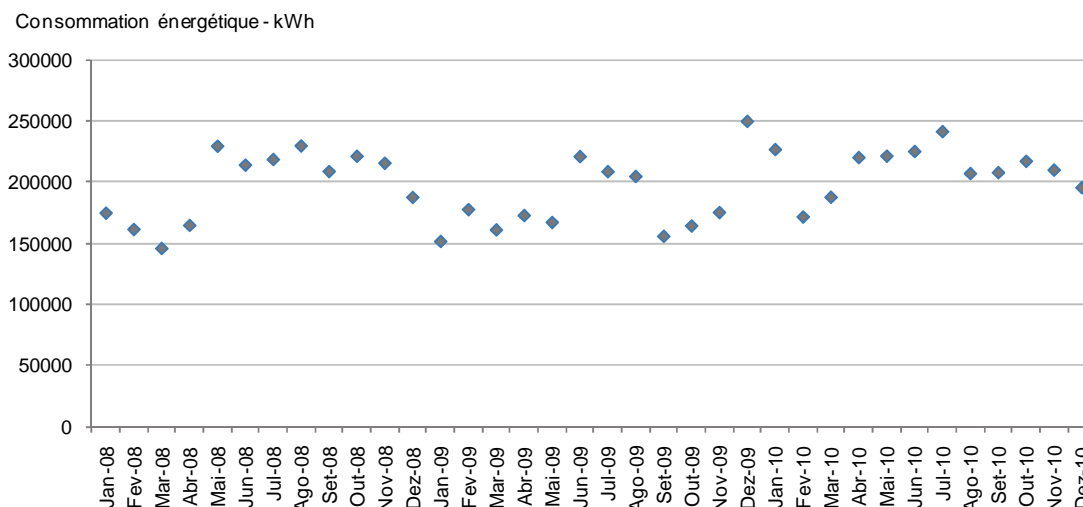


Figure 3.3-7 : Variation de la consommation énergétique entre 2008 et 2010

3.3.1.4 Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires

Les plus grandes limitations trouvées pour la STEP de Béja concernent l'accumulation de sables dans les ouvrages de traitement, la gestion du traitement des eaux usées industrielles, l'aération des bassins, l'élimination biologique de l'azote, la désinfection des effluents, la gestion du système de recirculation de boues et de purge des boues en excès, et la déshydratation des boues pendant l'hiver.

Accumulation de sables

Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée dans le dessableur-déshuileur existant, et sédimentent dans les bassins d'aération. Afin de résoudre ce problème, il est proposé la construction d'un réservoir de rétention de sables en amont de l'ouvrage d'arrivée qui travaillera comme complément du dessableur-déshuileur.

Gestion du traitement des eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles provenant des levureries présentent une charge organique très élevée et sont trop colorées.

Actuellement, les eaux usées urbaines et industrielles arrivent gravitairement à la STEP où elles sont mélangées avec une fraction des effluents épurés pour diluer la charge organique affluente. Les eaux usées sont distribuées équitablement entre les quatre filières de traitement.

Afin d'augmenter l'élimination de la couleur et des matières organiques chimiquement dégradables, des solutions de traitement complémentaires au traitement biologique seront proposées.

Aération des bassins

La hauteur de l'eau dans les bassins d'aération (4,6 m) est supérieure à celle recommandée pour une bonne efficacité des aérateurs de surface. Généralement, les aérateurs de surface ont des rendements inférieurs à ceux obtenus par les systèmes d'aération submersible, comme les diffuseurs d'air (à bulles fines), ce qui est favorable à la nitrification. En outre, l'aération de surface produit des aérosols lors du fonctionnement, ce qui porte préjudice à la santé du personnel d'exploitation. Pour toutes ces raisons, le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est proposé. Ce nouveau système intègrera des compresseurs dotés de variation de vitesse, des conduites d'air et des diffuseurs (tuyau ou disque). Les compresseurs devront avoir une protection contre le bruit et devront être installés dans un bâtiment équipé avec un pont roulant et une ventilation forcée.

Élimination biologique de l'azote

La norme tunisienne NT 106.02 impose des valeurs limites pour les nitrates, les nitrites et l'azote organique et ammoniacal, qui peuvent être atteints par un traitement biologique.

Le processus d'élimination biologique de l'azote se caractérise par un ensemble de réactions biochimiques qui sont responsables de la transformation des composés azotés. La nitrification consiste à la conversion bactérienne de l'azote ammoniacal (NH_4^+) en nitrite (NO_2^-) et en nitrate (NO_3^-), et la dénitrification consiste en la réduction du nitrate en azote gazeux (N_2), avec utilisation du nitrate comme récepteur final d'électrons pour une fraction importante de la population bactérienne hétérotrophe en l'absence d'oxygène dissous et en présence d'une source de carbone.

L'azote organique est hydrolysé en azote ammoniacal par l'intermédiaire d'un grand ensemble de bactéries hétérotrophes, ce qui limite rarement le taux de nitrification.

La nitrification est le processus par lequel les formes réduites d'azote présentes dans les eaux usées sont en partie transformées en nitrites et en nitrates. C'est un processus autotrophe, c'est-à-dire que l'énergie requise pour la croissance bactérienne est obtenue par oxydation de composés d'azote, l'azote ammoniacal en particulier, en utilisant le carbone inorganique (CO_2) pour la synthèse de nouvelles cellules.

Les bactéries nitrifiantes, généralement des genres *Nitrosomonas* et *Nitrobacter*, sont strictement aérobies, et il y a une consommation de 4,6 g d'oxygène et de 7,14 g d'alcalinité (CaCO_3) par gramme de N-NH_4 oxydé.

Afin d'améliorer l'élimination du carbone et la nitrification dans le même réacteur, il est nécessaire d'assurer un âge des boues aérobies dans le réacteur suffisamment élevé pour permettre le développement des populations autotrophes responsables de la nitrification, celles-ci ayant des taux de croissance nettement plus limités que ceux des populations hétérotrophes. Il est considéré suffisant comme référence un âge de boues de 10 jours pour des eaux usées urbaines sans facteurs inhibiteurs, en supposant une température des effluents de 15°C.

Le processus d'élimination biologique de l'azote peut atteindre plus de 80%, en fonction de la concentration de l'azote dans les effluents et de la recirculation de nitrate à partir du réacteur aérobique pour le réacteur anoxique, qui peut aller de un à trois fois le débit journalier moyen. Un autre aspect concerne la composition des effluents à traiter, surtout les quantités de carbone et d'azote présentes initialement, car l'élimination de quantités importantes de nitrates dans la zone anoxique implique nécessairement l'élimination de quantités importantes de carbone. Pour

certaines effluents, il peut être nécessaire de doser une source exogène de carbone (par exemple méthanol) pour assurer une présence de carbone suffisante pour la dénitrification.

Il faut également assurer des concentrations d'oxygène dissous supérieures à 2 mg/L, afin d'éviter que le processus de nitrification ne soit limité par ce facteur.

La dénitrification biologique est le processus par lequel les formes oxydées de l'azote sont réduites en azote moléculaire, et pour lequel les molécules de nitrate et de nitrite remplacent l'oxygène moléculaire comme récepteur. Ces réactions se produisent normalement dans des conditions anoxiques, produisant la libération de 2,9 g d'oxygène, le remplacement de 3,57 g d'alcalinité et la consommation d'environ 3,5 à 4,0 g de DBO₅ par gramme de NO₃-N réduit en N₂.

En résumé, le succès de l'élimination biologique de l'azote dépend d'un certain nombre de facteurs, notamment de la disponibilité de carbone et de nitrate dans le réacteur anoxique, d'oxygène dans le réacteur aérobie, et d'alcalinité pour la nitrification, de la recirculation de nitrate et des facteurs d'inhibiteurs toxiques.

Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote, c'est-à-dire dimensionner le volume de l'anoxie et installer une pompe (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier, en dotant la conduite de refoulement d'un débitmètre électromagnétique.

Désinfection des effluents

Selon la norme tunisienne NT 106.02 (1989), la qualité microbiologique imposée pour le domaine public maritime et hydraulique implique de réduire les coliformes fécaux à moins de 2000/100 ml et les streptocoques fécaux à moins de 1000/100 ml, et donc pour cela d'intégrer un étage de désinfection finale des effluents, indépendamment des utilisations associées au milieu récepteur.

L'étage de désinfection consistera en un système de radiation ultraviolette, avec en amont une opération de filtration pour s'assurer de ce que les eaux à traiter aient la transmittance nécessaire à une diffusion efficace des rayonnements.

Recirculation des boues et purge des boues activées en excès

Le système d'extraction des boues du décanteur secondaire comprend un circuit de recirculation des boues biologiques vers l'amont du réacteur biologique et un circuit de purge des boues en excès, acheminées par gravité vers l'épaississeur. La répartition des débits pour les deux circuits est faite actuellement avec une vanne de répartition. La régulation du débit est manuelle, sans précision, ce qui entrave une bonne gestion de la répartition des boues et affecte négativement le processus de traitement.

Pour remédier à cette situation, il est prévue la construction de stations de pompage des boues biologiques (une pour deux filières de traitement) équipées avec des pompes submersibles pour l'extraction des boues en excès vers l'épaississeur et pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération.

Déshydratation des boues

Pendant l'hiver, les lits de séchage existants n'ont pas une capacité suffisante pour déshydrater les boues épaissies. Le système de drainage se comble souvent, affectant leur bon fonctionnement. Selon les techniciens de l'ONAS, il manque également du personnel d'exploitation pour retirer les boues des lits de séchage. Pour résoudre ce problème, il est proposé que la déshydratation des boues soit effectuée par un équipement mécanique, comme un filtre à bande ou une décanteuse centrifuge, avec addition de polyélectrolyte.

État de conservation et de fonctionnement des équipements électromécaniques

En général, les équipements électromécaniques présentent un bon niveau d'entretien, si on tient compte de leurs conditions de travail. L'ONAS a affirmé avoir un plan de maintenance préventive qui intègre les fréquences de lubrification et la planification du remplacement des pièces de rechange.

En tant que procédure habituelle d'entretien, un petit stock de pièces de rechange est maintenu. Il a été confirmé également que l'acquisition de pièces sur le marché ne pose pas de difficultés majeures. Certains équipements doivent être commandés et le temps de livraison est d'environ un mois. Toutefois, il a été indiqué que le fonctionnement de la STEP ne court pas de risque à cause de cela.

L'automatisation pourrait être améliorée, notamment par l'ajout de sondes de mesure (par exemple mesure de l'oxygène dans le réacteur biologique et du potentiel d'oxydation-réduction dans le bassin anoxique) et par une meilleure intégration entre l'instrumentation et le fonctionnement des équipements mécaniques.

Afin de compléter ces informations, un tableau avec les principaux commentaires sur les équipements électromécaniques de la STEP est présenté en Annexe III (Annexe III.2, Tableau III.2.1.1.1).

3.3.2 Données de conception

3.3.2.1 Année horizon du projet

L'horizon du projet est défini par la période de temps après laquelle une infrastructure atteint sa limite d'utilisation. L'étude a été faite pour les années suivantes:

- i) 2011 – année de référence ;
- ii) 2016 – année d'investissement ;
- iii) 2019 – année de début d'exploitation ;
- iv) 2029 – année horizon du projet (génie civil et équipement).

3.3.2.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus

L'activité industrielle à Béja est très importante et il faut donc en tenir compte. Selon les informations de l'ONAS, les concentrations de DBO₅ et de DCO dans les eaux usées industrielles sont respectivement de 8,5 g/L et 15 g/L. En tenant compte du débit moyen journalier arrivant à la

STEP de Béja (estimé d'après les rapports d'exploitation) et en admettant une production spécifique de DBO₅ de 60 g/hab/j, on obtient une population industrielle correspondant à 42 500 équivalent-habitants.

Le résumé de la caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées à traiter est présenté dans le tableau suivant et en Annexe III (Annexe III.2, Tableau III.2.2.1).

Tableau 3.3-6 : Estimation des caractéristiques des eaux usées brutes

Paramètre	Unité	Année 2011	Année 2029
Population			
Domestique	habitants	65 560	78 419
Industrielle	EH	42 500	65 167
Touristique	lits	-	-
Total	EH	108 060	143 586
Débits			
Débit moyen journalier	m ³ /j	6 244	12 994
	L/s	72,3	150,4
Débit d'infiltration	m ³ /j	2 377	3 718
	L/s	27,5	43,0
Débit moyen journalier + infiltration	m ³ /j	8 621	16 712
	L/s	99,8	193,4
Débit de pointe	m ³ /h	504	1 054
	L/s	140	293
Charges polluantes			
MES	kg/j	7 370	9 888
DBO ₅	kg/j	6 484	8 615
DCO	kg/j	12 367	17 310
NT	kg/j	561	1 082
PT	kg/j	101	155
Coliformes fécaux (CF)	NMP/j	6,56 x 10 ¹⁵	7,84 x 10 ¹⁵
Concentrations (sans débit d'infiltration)			
MES	mg/L	1 180	761
DBO ₅	mg/L	1 038	663
DCO	mg/L	1 981	1 332
NT	mg/L	90	83
PT	mg/L	16	12
Coliformes fécaux (CF)	NMP/100mL	1,05 x 10 ⁸	6,03 x 10 ⁷

3.3.2.3 Cadre législatif sur la qualité du milieu récepteur et qualité nécessaire des eaux épurées

Les eaux traitées dans la STEP de Béja sont rejetées dans l'Oued Béja qui se déverse dans l'Oued Medjerda immédiatement en amont du barrage de Sidi Salem. Cette retenue joue un rôle stratégique dans la région, car elle constitue l'un des plus importants réservoirs d'eau pour la production d'eau potable et l'irrigation. Le milieu récepteur de la station d'épuration de Béja pourrait donc à l'avenir, et à la lumière du nouveau décret (encore en projet) qui fixe les valeurs des rejets d'effluents dans le milieu récepteur, être considéré comme un milieu récepteur sensible, car particulièrement sensible à la pollution hydrique causée par des substances contribuant à l'eutrophisation, en particulier les nitrates, les phosphores et l'azote, par les substances exerçant une influence défavorable sur le bilan d'oxygène et mesurables par des paramètres tels que DBO, DCO et MES et par les substances microbiologiques.

Le volume des effluents réutilisés correspond seulement à 1,6% du volume annuel des eaux traitées, et il faut donc renforcer la désinfection de cette fraction des eaux traitées.

Dans tous les cas, les eaux épurées dans la STEP de Béja doivent respecter le cadre de qualité établis dans la législation applicable et en vigueur, notamment la NT 106.02 présentée dans le tableau 1.3-4 du chapitre I, tant que le nouveau décret n'est pas mis en œuvre.

3.3.2.4 Cadre législatif sur la destination finale des boues

Selon la stratégie définie par l'ONAS, la destination finale des boues déshydratées devra suivre les priorités suivantes :

1. Filière verte – valorisation agricole ;
2. Filière rouge – incinération ;
3. Filière noire – décharge contrôlée.

Les eaux industrielles traitées actuellement dans la STEP de Béja sont originaires d'une usine du secteur alimentaire, donc elles ne devraient pas contenir de métaux lourds ou autres éléments nuisibles à l'application des boues en agriculture. Les caractéristiques qualitatives des eaux usées produites dans la nouvelle zone industrielle à raccorder à la STEP ne sont pas connues. Il est néanmoins supposé que les boues provenant du traitement répondent à toutes les dispositions de la législation en vigueur (voir chapitre I, 1.3.3.3) et peuvent être valorisées pour l'agriculture.

3.3.3 Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables

3.3.3.1 Considérations générales

Pour la réhabilitation de la station d'épuration de Béja, trois solutions alternatives sont identifiées, jugées les plus appropriées car elles s'adaptent bien à l'emplacement disponible et elles permettent l'intégration de la majorité des ouvrages existants.

Il est également admis que le traitement biologique se fera moyennant un processus de cultures libres dans les variantes faible charge (aération prolongée) ou moyenne charge.

Les trois solutions à étudier seront donc :

- Solution 1: traitement biologique de la totalité des eaux usées (domestiques et industrielles) par boues activées à faible charge ;
- Solution 2: traitement biologique de la totalité des eaux usées (domestiques et industrielles) par boues activées à moyenne charge avec digestion anaérobie mésophile des boues et valorisation énergétique du biogaz ;
- Solution 3: prétraitement des eaux usées industrielles provenant de levureries par digestion anaérobie (UASB) ; traitement biologique des eaux usées domestiques et des eaux usées industrielles prétraitées par boues activées à faible charge.

Pour ces trois solutions, il sera prévu la substitution des aérateurs de surface par un système d'air diffus alimenté par des compresseurs, l'installation d'un système de recirculation de nitrate du dernier bassin vers le premier bassin d'aération, la construction de stations de pompage de recirculation des boues et d'extraction des boues en excès, l'installation d'un système de désinfection finale par radiation ultraviolette, et la construction d'un nouvel étage de déshydratation mécanique des boues épaissies, en complément ou en variante aux lits de séchage existants.

Il est également prévu pour les trois solutions le dosage au sulfate d'aluminium dans les bassins d'aération. Ceci permettra d'augmenter la transmittance de l'effluent, ce qui est bénéfique pour l'étape de désinfection, ainsi que de supprimer la couleur des eaux traitées.

Une quatrième solution, comprenant un prétraitement des eaux usées industrielles par digestion anaérobie (UASB) avec valorisation énergétique du biogaz, et un traitement biologique des eaux usées domestiques et des eaux industrielles prétraitées en utilisant les boues activées en mode d'aération conventionnel avec digestion anaérobie mésophile des boues et valorisation énergétique du biogaz, a été écartée pour les raisons suivantes :

- Pour les années à venir, la réduction de la charge organique relative au prétraitement des effluents provenant de la levurerie ne représente pas plus de 22% de la charge totale du processus de boues activées ;
- La réduction du débit est marginale ;
- Le bilan énergétique, à savoir la quantité d'électricité récupérée, est approximativement le même que pour la solution 2 ;
- Les coûts d'investissement associés à cette alternative sont plus élevés que pour la solution 2 ;
- L'effluent prétraité venant de l'UASB comprendra une matière organique difficilement biodégradable et il sera probablement plus compliqué d'atteindre la norme de rejet de l'eau en utilisant un procédé par boues activées en mode d'aération conventionnel.

En ce qui concerne le traitement des boues, les solutions suivantes ont été évaluées et comparées : filtre à bande, décanteuse centrifuge, filtre-pressé et séchage solaire.

La déshydratation sur filtre à bande est basée sur le pressage et le cisaillement des boues. Elle est employée seulement dans des installations de taille petite et moyenne, en raison de la consommation d'eau élevée pour le nettoyage en continu des bandes. Les rendements de capture et les niveaux de siccité obtenus avec des filtres à bandes sont plus faibles qu'avec une déshydratation sur décanteuse centrifuge. Une nouvelle génération de filtre à bandes tient compte

des problèmes de pollution (dégagement de composés soufrés malodorants et d'aérosols) et de la santé et sécurité du personnel, en permettant l'installation d'un capotage intégral.

La décanteuse centrifugeuse utilise la force centrifuge pour accélérer la sédimentation des particules solides des boues à séparer de l'eau. Le fonctionnement d'une centrifugeuse est continu et automatisable. La quantité d'eau de lavage utilisée se limite à celle nécessaire pour un nettoyage en fin de période de centrifugation. Les centrifugeuses ont un capotage intégral et il n'y a donc pas des problèmes de nuisances autres que le bruit. Les inconvénients les plus importants sont la maintenance et l'entretien spécialisé de ces équipements, ainsi que la consommation élevée en énergie électrique.

Dans le cas des filtres-presses ou filtres à plateaux, les boues conditionnées sont déshydratées par compression entre deux plateaux dotés de toiles filtrantes. L'opération est complétée par une phase de nettoyage qui s'effectue toutes les 15 à 30 pressées, par injection d'eau acidifiée à très haute pression (environ 90 bars). Cette technique permet d'obtenir une siccité d'environ 30 à 40%, plus élevée pour que la centrifugeuse ou pour le filtre à bande. Toutefois, les coûts d'investissement sont relativement élevés par rapport aux autres procédés.

La déshydratation mécanique nécessite presque toujours l'apport de polymère pour améliorer le rendement de capture et la siccité. Si la destination finale des boues déshydratées est la décharge contrôlée, l'exigence d'une siccité supérieure à 30% implique l'addition de chaux.

Le séchage solaire s'applique aux boues déjà déshydratées, et ce n'est donc pas une solution valide pour la déshydratation des boues, mais il permet l'augmentation de la siccité des boues déshydratées.

A la demande de l'ONAS, une désodorisation des ouvrages et des bâtiments associés à l'émission des odeurs sera comprise.

En ce qui concerne les conditions de sécurité pour les ouvriers de la STEP, l'installation de garde-corps sur tous les ouvrages ayant une profondeur de liquide supérieure à 1 m est recommandée, notamment pour le dessableur-déshuileur, les réacteurs biologiques (en plus des garde-corps existants), les clarificateurs, les épaisseurs, etc.

La description des filières de traitement, les avantages et les inconvénients de chaque système de traitement biologique sont présentés dans les paragraphes suivants. Les principaux critères de conception et de dimensionnement liés aux opérations unitaires et aux processus que les filières de traitement pourraient intégrer, ainsi que l'estimation des conditions de fonctionnement des ouvrages, sont présentés en Annexe III.1 (Tableau III.1.2).

Les schémas fonctionnels de chaque solution étudiée sont également présentés en Annexe III.7.

3.3.3.2 Solution 1

3.3.3.2.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La première solution de réhabilitation de la STEP étudiée utilisera le procédé existant de boues activées à faible charge.

Cette solution de traitement offre une plus grande flexibilité pour les variations de débit et de charge polluante des effluents et, grâce à l'âge élevé des boues, permet la nitrification de l'azote ammoniacal. Les boues biologiques en excès sont minéralisées sans avoir besoin de stabilisation

postérieure (anaérobie ou chimique). La solution dispense d'une décantation primaire et de la construction d'ouvrages dédiés à la stabilisation des boues (digesteurs anaérobies). Toutefois, l'aération prolongée exige une plus grande consommation d'énergie en comparaison avec des systèmes à moyenne charge.

Le dimensionnement effectué a révélé que, en régime faible charge, le volume biologique disponible n'est pas suffisant pour le traitement biologique des eaux usées affluentes pour l'année horizon du projet, et il est donc nécessaire de construire une cinquième filière de réacteurs biologiques.

Le débit maximum affluent estimé est inférieur au débit de dimensionnement des ouvrages existants, et la capacité des dessableurs-déshuileurs et des décanteurs secondaires est donc suffisante. Il faut prévoir néanmoins la construction d'un cinquième décanteur, car chaque filière de traitement biologique n'est liée qu'à un seul décanteur, et il est difficile de modifier ce principe de fonctionnement.

Trois stations de pompage de boues biologiques (une pour chacune paire de filières de traitement existantes et une troisième pour la cinquième filière de traitement biologique) seront construites et équipées avec des pompes submersibles pour le pompage des boues en excès vers l'épaississeur et pour la recirculation des boues vers l'amont de bassins d'aération. Les pompes de recirculation des boues doivent permettre le pompage d'un débit compris entre 50% et 150% du débit moyen journalier affluent à la STEP. Afin de faciliter le contrôle de gestion des boues, les pompes seront dotées de variateurs de vitesse et des débitmètres électromagnétiques seront installés dans leurs conduites de refoulement.

En aval de la décantation secondaire, une étape de traitement tertiaire sera prévue sous forme d'une filtration suivie d'une désinfection par UV, afin de réduire la charge bactériologique pour répondre aux exigences de la norme NT 106.02.

En ce qui concerne l'étape d'épaississement, les taux admissibles de charge solide et de charge hydraulique sont dépassés pour les épaississeurs existants, et il est donc nécessaire de prévoir la construction d'un troisième épaississeur.

Les calculs de dimensionnement indiquent que les 54 lits de séchage existants n'ont pas une capacité suffisante pour déshydrater toutes les boues épaissies. Ce problème peut être résolu par l'utilisation d'une déshydratation mécanique des boues par décanteuse centrifuge. Il faut prévoir préalablement à la déshydratation une possibilité de stockage de boues, avec une capacité de deux jours de production, afin de faire face à une éventuelle panne de l'équipement. Il est prévu l'addition en ligne d'une solution de polyélectrolyte pour les boues à déshydrater. Les boues déshydratées seront stockées d'autre part dans des conteneurs qui permettront de régulariser leur vidange vers leur destination finale.

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Béja comprend donc les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - dégrillage constitué de 2 dégrilleurs mécaniques en parallèle avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;

- mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement biologique :
 - oxydation des matières organiques dans 5 filières (4 existants et 1 nouvelle), chacune avec 5 bassins, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variation de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 5 décanteurs secondaires de plan rectangulaire, munis de pont de raclage aspirant (4 existants et 1 nouveau) ;
 - acheminement des boues par trois stations de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues au début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - extraction des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote matérialisé par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore et pour augmenter la transmittance de l'effluent, bénéfique pour l'étape de désinfection ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans 3 épaisseurs de plan carré, munis de pont de raclage (2 existants et 1 nouveau) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique ;
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.3.3.2.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 1, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.2 (Tableau III.2.10.1).

3.3.3.2.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées à l'année zéro et à l'année horizon de projet sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.2 (Tableau III.2.5.4).

3.3.3.2.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.2 (Tableau III.2.3.4).

3.3.3.2.5 Equipement

En général, les équipements électromécaniques présentent, si on tient compte de leurs conditions de travail, un bon niveau d'entretien.

Le tableau suivant récapitule pour la solution 1 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Beja. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.3-7 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention des sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Dégrilleur droit à raclage continu	Les dégrilleurs présentent une corrosion généralisée de l'acier inoxydable.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	débit maximum par dégrilleur = 525 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le diagnostic sur l'état de conservation des équipements est détaillé dans l'Annexe III (Tableau III.2.1.1.1).	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits, néanmoins l'équipement semble être peint afin d'éviter l'augmentation de la corrosion.	Son remplacement n'est pas nécessaire.	débit volumétrique de refus estimé = 1,2 m ³ /j
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racleur a une déviation sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un niveau élevé de dégradation. En général, le pont de raclage présente un niveau élevé de corrosion et de vieillissement.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	à installer sur l'ouvrage existant
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Études des pannes fréquentes.	Il est recommandé de remettre les équipements à niveau. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Classificateur à sable (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le classificateur à sables sur le pont racleur ne fonctionne pas correctement et présente certaines peintures dégradées.	L'opération de classification de sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité totale estimée = 24 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Il est recommandé de remettre les équipements à niveau. Il y a trois compresseurs pour le double canal: 2+1.	débit volumétrique d'air estimé par compresseur = 292 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Etudes que le circuit s'est immédiatement bloqué après le démarrage de l'installation et est abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 106 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	La mesure est réalisée par compteur de niveau ultrasonique.	Leur remplacement n'est pas nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant, il faut mettre en œuvre une méthode plus efficace pour l'aération. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intègre des compresseurs dotés de variation de vitesse, de conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a six compresseurs: 5 (un compresseur pour chaque ligne) +1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 3 933 m ³ /h
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant l'intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Les agitateurs submersibles ne sont pas en bon état. Pour cette solution, il faut envisager l'ajout d'agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement est nécessaire, et il faut ajouter des agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	Des agitateurs submersibles similaires aux existants sont à installer dans les nouveaux bassins.
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable. Pour cette solution, il faut ajouter un pont racleur pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Les pompes présentent un état raisonnable compte tenu de leurs conditions de travail. Pour cette solution, il faut ajouter des pompes d'élévation des boues biologiques pour le nouveau pont racleur.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire, mais il faut installer dans le nouveau pont racleur des pompes similaires aux existantes. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit volumétrique de boues estimé pour chaque pompe = 144 m ³ /h.
Pompe de recirculation de boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement. Pour cette solution, il faut ajouter des pompes de recirculation de boues pour la nouvelle ligne.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues en amont des bassins d'aération est recommandée. La construction d'une station de pompage dédiée à la nouvelle ligne est recommandée. Il y a une station de pompage pour deux décanteurs secondaires.	débit estimé pour chaque pompe = 353 m ³ /h. débit estimé pour chaque pompe nouvelle = 177 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement. Pour cette solution, il faut ajouter des pompes d'extraction des boues en excès pour la nouvelle ligne.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée. La construction d'une station de pompage dédiée à la nouvelle ligne est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 23 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote. Pour cette solution, il faut ajouter une pompe de recirculation de nitrate pour la nouvelle ligne.	Il faut installer dans les bassins d'aération existants des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 353 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium.	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 186 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par des pompes multicellulaires verticales d'alimentation aux filtres et filtres à pression auto nettoyants. Système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 1 054 m ³ /h
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur)	La peinture du pont racleur existant est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction d'un autre épaississeur est proposée.	Le remplacement complet des épaississeurs existants n'est pas nécessaire, mais il faut considérer l'application d'une nouvelle couche de peinture.	Le nouvel épaississeur sera de plan carré comme ceux existants.
Pompes à boues épaissies	Les pompes à boues (qui élèvent les boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage) présentent un niveau de détérioration élevé.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer ces pompes et en ajouter une pour le nouvel épaississeur. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Agitateur submersible (bassin de stockage de boues épaissies)	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, un stockage temporaire de boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation est proposé.	Un agitateur submersible pour éviter la sédimentation des boues doit être installé.	-
Pompe d'élévation des boues épaissies pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 40 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation de deux équipements est recommandée.	capacité 40 m ³ /h
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprendra réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane.	capacité 4 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Des pompes doseuses à membrane sont recommandées.	débit estimé par pompe = 2,5 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 60 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Il est proposé d'extraire l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur, du bassin de stockage des boues épaissies et du bâtiment de déshydratation.	Une désodorisation de l'air contaminé sera faite par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé	
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé	
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	

3.3.3.3 Solution 2

3.3.3.3.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La solution 2 intègre un traitement biologique par boues activées moyenne charge, avec digestion anaérobie des boues et valorisation énergétique du biogaz. La filière de traitement intègre de nouveaux ouvrages, notamment des équipements de traitement primaire et de stabilisation anaérobie mésophile des boues, à savoir digesteur anaérobie, gazomètre, torchère, équipements de traitement du biogaz, moto-générateurs, chaudière et échangeur de chaleur. Cette solution intègre un plus grand nombre d'opérations, et donc accroît notablement la complexité d'exploitation et d'entretien. Pour faire face à cette difficulté, les opérateurs devront avoir une formation spécialisée pour l'exploitation des nouveaux équipements et pour la gestion des opérations. C'est d'autre part une solution avantageuse sur le plan énergétique, compte tenu d'une plus basse consommation d'énergie par rapport aux systèmes d'aération prolongée et de la possibilité de valoriser énergétiquement le biogaz produit.

Le dimensionnement effectué a révélé qu'en régime de moyenne charge, le volume biologique de deux filières de traitement seulement est suffisant pour le traitement biologique des eaux usées affluentes à l'année horizon du projet. La plus grande production de boues impose la construction de deux épaisseurs supplémentaires, avec les mêmes caractéristiques que les épaisseurs existants.

Comme mentionné pour la solution 1, le débit affluent maximum estimé est inférieur au débit de dimensionnement des ouvrages existants, et la capacité des dessableurs-déshuileurs et des décanteurs secondaires est donc suffisante. Selon l'Avant-Projet Détaillée de la STEP de Béja, l'agrandissement de la station peut être réalisé par une modification du processus d'aération prolongée (faible charge) en aération conventionnelle (moyenne charge) et par la construction d'ouvrages de décantation primaire et de stabilisation aérobie ou anaérobie des boues. On admet donc que le profil hydraulique de la STEP a été conçu, dès le départ, afin de permettre l'inclusion d'une étape de décantation primaire. Cette conclusion est corroborée par le levé topographique de la station.

Le biogaz est généralement composé de deux tiers de méthane (CH_4) et d'un tiers de dioxyde de carbone (CO_2), avec un pouvoir calorifique inférieur (PCI) de l'ordre de $6,63 \text{ kWh/Nm}^3$. Le biogaz peut être brûlé dans un générateur d'électricité assurant la distribution partielle d'énergie électrique de la station et la récupération de l'énergie thermique pour chauffer le digesteur (voir Figure 3.3-8).

Les boues épaissies (1) sont admises dans un pot de mélange (2) où elles sont réchauffées par de la boue digérée (3), elle-même chauffée grâce à un échangeur (4). L'ensemble est ensuite envoyé dans le digesteur (5) qui est agité par un dispositif mécanique, ou par injection de biogaz compressé ou de boues recirculées (7). Le biogaz en excédent est stocké dans un gazomètre (8). Il est ainsi possible de garantir la pression d'alimentation de la torchère (9) ou de la chaudière (10) fournissant l'énergie nécessaire au réchauffage de la boue.

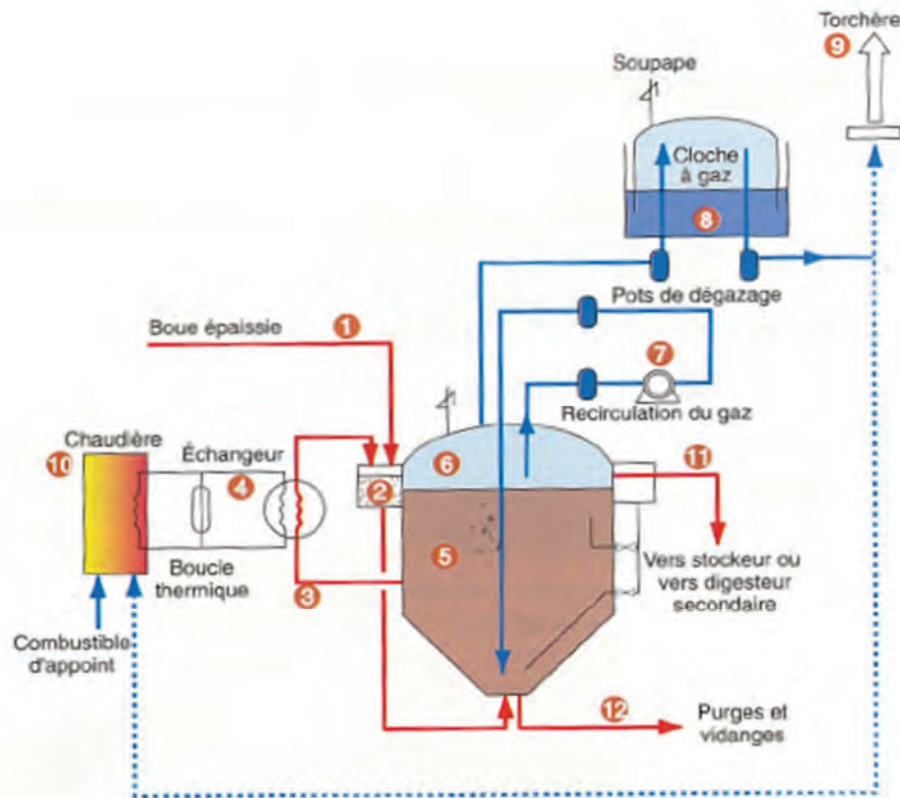


Figure 3.3-8 : Principe de fonctionnement d'un digesteur anaérobie mésophile
Source : OTV, *Traiter et valoriser les boues*, Collection OTV, 1997

La filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Béja comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - dégrillage constitué de 2 dégrilleurs mécaniques en parallèle avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement primaire
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires pour les épaisseurs (nouveau) ;

- Traitement biologique
 - oxydation des matières organiques dans 2 filières (existants), chacune avec 5 bassins, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variation de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 4 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues par deux stations de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - extraction des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire
 - élimination biologique d'azote matérialisé par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore et pour augmenter la transmittance de l'effluent, bénéfique pour l'étape de désinfection (existante) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 4 épaisseurs de plan carré, munis de pont de raclage (2 existants et 2 nouveaux) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec chaleur produit par cogénération (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du

filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique ;

- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.3.3.3.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 2, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III (Tableau III.2.10.2). Le bilan énergétique de la solution 2 comprend l'électricité produite par cogénération.

3.3.3.3.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium, la chaux éteinte et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et l'année horizon de projet sont présentées en Annexe III.2 (Tableau III.2.5.5).

3.3.3.3.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées en Annexe III.2 (Tableau III.2.3.4).

3.3.3.3.5 Equipement

Le tableau suivant récapitule pour la solution 2 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Beja. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.3-8 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention des sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Dégrilleur droit à raclage continu	Les dégrilleurs présentent une corrosion généralisée de l'acier inoxydable.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	débit maximum par dégrilleur = 525 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le diagnostic sur l'état de conservation des équipements est détaillé dans l'Annexe III (Tableau III.2.1.1.1).	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits, néanmoins l'équipement semble être peint afin d'éviter l'augmentation de la corrosion.	Son remplacement n'est pas nécessaire.	débit volumétrique de refus estimé = 1,2 m ³ /J
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racleur a une déviation sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un niveau élevé de dégradation. En général, le pont de raclage présente un niveau élevé de corrosion et de vieillissement.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	à installer sur l'ouvrage existant

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Études des pannes fréquentes.	Il est recommandé de remettre les équipements à niveau. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sable (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le classificateur à sables sur le pont racleur ne fonctionne pas correctement et présente certaines peintures dégradées.	L'opération de classification de sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité total estimée = 24 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Il est recommandé de remettre les équipements à niveau. Il y a trois compresseurs pour le double canal: 2+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 292 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Études que le circuit s'est immédiatement bloqué après le démarrage de l'installation et est abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 106 m ³ /J
Mesure du débit d'effluent	La mesure est réalisée par compteur de niveau ultrasonique.	Son remplacement n'est pas nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement primaire			
Ponts de raclage (décanteurs primaires)	Pour cette solution de réhabilitation de la station, un traitement primaire est proposé.	Le pont racleur est constitué d'un pont mobile ayant une fonction de passerelle, d'un couple de chariots d'entraînement latéraux, d'un système articulé pour la collecte des boues et l'évacuation des écumes, d'un motoréducteur pour l'actionnement des deux chariots latéraux, d'un groupe de commande du système articulé racleur de fond - lame écumeuse et d'un panneau de commande et de contrôle.	
Pompes d'élévation des boues primaires (décanteurs primaires)		Des pompes submersibles doivent être installées. Il y a une pompe par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant il faut mettre en œuvre une méthode d'aération plus efficace. Les bassins sont trop profonds pour obtenir un maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intègre des compresseurs dotés de variation de vitesse, de conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a trois compresseurs: 2 (un compresseur par ligne) +1	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 6 045 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant l'intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Agitation	Les agitateurs submersibles ne sont pas en bon état. Pour cette solution, il faut envisager l'ajout d'agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement est nécessaire, et il faut ajouter des agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable. Pour cette solution, il faut ajouter un pont racleur pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Les pompes sont dans un état raisonnable, compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit volumétrique de boues estimé pour chaque pompe = 144 m ³ /h.
Pompe de recirculation de boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues en amont des bassins d'aération est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 433 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée.	débit estimé par chaque pompe = 20 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer dans les bassins d'aération existants des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 866 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 196 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par des pompes multicellulaires verticales d'alimentation aux filtres et filtres à pression auto nettoyants. Système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 1 054 m ³ /h

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaisseur existant)	La peinture du pont racleur existant est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction de deux épaisseurs supplémentaires est proposée.	Le remplacement complet des épaisseurs existants n'est pas nécessaire. Cependant, il faut prendre en compte l'application d'une nouvelle couche de peinture.	Les nouveaux épaisseurs seront de plan carré comme les existants.
Pompes à boues épaissies	Les pompes à boues (qui élèvent les boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage) présentent un niveau de détérioration élevé.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station il faudra remplacer ces pompes et en ajouter d'autres pour les nouveaux épaisseurs. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaisseur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.
Digestion anaérobie des boues	Pour cette solution de réhabilitation de la station, une stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies est proposée.	La digestion anaérobie des boues sera réalisée avec des digesteurs, avec une agitation dans les digesteurs par pompes de recirculation de boues, avec des pompes pour le circuit de chauffage de la boue en digestion, un gazomètre et une torchère.	
Système de chauffage de la boue en digestion	Pour la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies, il faut prévoir un système de chauffage de la boue en digestion.	L'utilisation d'une chaudière et d'un réservoir d'eau chaude avec des pompes de recirculation pour ces circuits est toujours recommandée.	La chaudière doit fonctionner au gaz naturel et au biogaz.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Cogénération	Le système de cogénération permet de valoriser énergétiquement le biogaz produit et également le chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par le moteur-générateur.	En plus du système de chauffage de la boue en digestion par chaudière, un système de cogénération composé d'éléments tels que les moteur-générateur à biogaz est proposé.	
Pompe d'élévation des boues digérées pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 40 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation de deux équipements est recommandée.	capacité 40 m ³ /h
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane.	capacité 4 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Des pompes doseuses à membrane sont recommandées.	débit estimé par pompe = 2,5 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 60 m ³ /J

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur et du bâtiment de déshydratation est proposée.	Une désodorisation de l'air contaminé sera réalisée par biofiltre, circuit de canalisations et ventilateur.	
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	-

3.3.3.4 Solution 3

3.3.3.4.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La solution 3 intègre un prétraitement anaérobie des eaux usées industrielles provenant des levureries, matérialisé dans un réacteur anaérobie à lit de boues à flux ascendant (UASB - *upflow anaerobic sludge blanket* dans la terminologie anglo-saxonne). Les eaux usées des levureries seront égalisées dans un bassin équipé d'un agitateur électromécanique et seront élevées pour l'UASB. A l'intérieur du réacteur se trouve un lit de boues composé de microorganismes anaérobies en granulés. Le flux traverse de bas en haut le réacteur. Lors de la dégradation anaérobie se forme du biogaz qui sera incinéré dans la torchère. Un système de séparation, situé dans la partie supérieure du réacteur UASB, permet de séparer le biogaz de l'eau prétraitée. En outre, les granulés (biomasse) sont retenus dans le réacteur.

Les eaux usées domestiques, les eaux usées de levureries prétraitées et les autres eaux usées industrielles seront traitées ensemble, dans un système biologique par boues activées à faible charge, matérialisé dans les 4 filières de traitement biologique existantes. La séparation solide-liquide sera réalisée dans les 4 décanteurs secondaires existants.

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Béja comprend les étapes suivantes :

- Prétraitement des eaux usées de levureries
 - égalisation des eaux usées en bassin (nouveau) ;
 - traitement anaérobie des eaux usées dans un réacteur de type UASB (nouveau) ;
 - introduction de l'effluent prétraité (nouveau) dans un bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz produit (nouveau) ;
- Traitement préliminaire
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - dégrillage constitué de 2 dégrilleurs mécaniques en parallèle avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement biologique
 - oxydation des matières organiques dans 4 filières (existantes) ayant 5 bassins chacune, aérées par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 4 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues par deux stations de pompage (nouveau) ;

- recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- extraction des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire
 - élimination biologique d'azote matérialisé par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore et pour augmenter la transmittance de l'effluent, bénéfique pour l'étape de désinfection (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 3 épaisseurs de plan carré, munis d'un pont de raclage (2 existants et 1 nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique.
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.3.3.4.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 3, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III (Tableau III.2.10.3).

3.3.3.4.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées dans l'année zéro et l'année horizon de projet sont présentées en Annexe III.2 (Tableau III.2.5.4).

3.3.3.4.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées en Annexe III.2 (Tableau III.2.3.4).

3.3.3.4.5 Equipement

En général, les équipements électromécaniques présentent, si on tient compte de leurs conditions de travail, un bon niveau d'entretien.

Le tableau suivant récapitule pour la solution 3 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Beja. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.3-9 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Prétraitement des eaux usées de levureries			
Élévation initiale et égalisation des eaux usées de levureries	Pour cette solution, un prétraitement anaérobie des eaux usées industrielles provenant de levureries est proposé, matérialisé par un réacteur anaérobie à lit de boues à flux ascendant (UASB)	Les eaux usées de levureries seront égalisées dans un bassin équipé d'un agitateur électromécanique et seront élevées pour l'UASB par 1+1 pompes submersibles.	débit maximum de dimensionnement = 25 m ³ /h
Mesure du débit des eaux usées de levureries	Installation d'un débitmètre dans la conduite de refoulement des eaux usées de levureries	Mesure par un débitmètre électromagnétique.	diamètre estimé = 150 mm
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Dégrilleur droit à raclage continu	Les dégrilleurs présentent une corrosion généralisée de l'acier inoxydable.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	débit maximum par dégrilleur = 525 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le diagnostic sur l'état de conservation des équipements est détaillé dans l'Annexe III (Tableau III.2.1.1.1).	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Néanmoins, l'équipement semble être peint afin d'éviter l'augmentation de la corrosion.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	débit volumétrique de refus estimé = 1,2 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racleur a une déviation sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un niveau élevé de dégradation. En général, le pont de raclage présente un niveau élevé de corrosion et de vieillissement.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	à installer sur l'ouvrage existant
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Études des pannes fréquentes.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sable (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le classificateur à sables sur le pont racleur ne fonctionne pas correctement et présente certaines peintures dégradées.	L'opération de classification de sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité total estimée = 24 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a trois compresseurs pour le double canal: 2+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 292 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Études que le circuit s'est immédiatement bloqué après le démarrage de l'installation et est abandonnée depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 106 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	La mesure est réalisée par compteur de niveau ultrasonique.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant il faut mettre en œuvre une méthode plus efficace d'aération. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intègre des compresseurs dotés de variation de vitesse, de conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a cinq compresseurs: 4 (un compresseur pour chaque ligne) +1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 3 602 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant l'intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Les agitateurs submersibles ne sont pas en bon état. Pour cette solution, il faut envisager l'ajout d'agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement est nécessaire, et il faut ajouter des agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable. Pour cette solution, il faut ajouter un pont racleur pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Les pompes sont dans un état raisonnable compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit volumétrique de boues estimé pour chaque pompe = 144 m ³ /h.
Pompe de recirculation des boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues en amont des bassins d'aération est recommandée. Il y a une station de pompage pour deux décanteurs secondaires.	débit estimé pour chaque pompe = 434 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 23 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer dans les bassins d'aération existants des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 434 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 186 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticales d'alimentation aux filtres et filtres à pression auto nettoyants. Système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 1 054 m ³ /h

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur)	La peinture du pont racleur existante est un peu dégradée et altérée à certains endroits Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction d'un autre épaississeur est proposée.	Le remplacement complet des épaississeurs existants n'est pas jugé nécessaire, mais il faut prendre en compte l'application d'une nouvelle couche de peinture.	Le nouvel épaississeur sera de plan carré comme ceux existants.
Pompes à boues épaissies	Les pompes à boues (qui élèvent les boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage) présentent un niveau de détérioration élevé.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station il faudra remplacer ces pompes et en ajouter une autre pour le nouvel épaississeur. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.
Agitateur submersible (bassin de stockage de boues épaissies)	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, un stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation est proposé.	Un agitateur submersible pour éviter la sédimentation des boues doit être installé.	-
Pompe d'élévation des boues épaissies pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 40 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation de deux équipements est recommandée.	capacité 40 m ³ /h
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprendra réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane.	capacité 4 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Des pompes doseuses à membrane sont recommandées.	débit estimé par pompe = 2,5 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 61 m ³ /j
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur, du bassin de stockage des boues épaissies et du bâtiment de déshydratation est proposée.	Une désodorisation de l'air contaminé sera faite par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	
Installations électriques			
poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	

3.3.4 Évaluation économique

3.3.4.1 Coûts d'investissement

L'estimation des coûts d'investissement en capital fixe associés au génie civil et aux équipements est basée sur une consultation des prix du marché et sur les informations fournies par l'ONAS.

Le tableau suivant présente le montant total des coûts d'investissement en capital fixe associé à chaque solution de traitement étudiée. L'annexe III.8 présente les détails des valeurs partielles qui ont fourni les valeurs présentées dans le tableau. Le sous-détail des prix pour la solution retenue est donné en annexe III.9.

L'estimation des coûts se base sur les prix de l'année 2011.

Tableau 3.3-10 : Estimation des coûts d'investissement initial

Solutions de traitement	Génie Civil (TND)	Equipements et IE (TND)	Total (TND)
1	2 326 879	5 904 972	8 231 851
2	3 422 392	9 811 845	13 234 237
3	2 307 241	5 540 939	7 848 180

En conformité avec le calendrier d'exécution du projet, décrit dans le chapitre V, il est admis que l'investissement initial sera effectué en l'an 2016, correspondant au début des travaux de construction.

3.3.4.2 Coûts d'exploitation et d'entretien

Pour l'estimation des coûts d'exploitation et d'entretien, les coûts unitaires fournis par l'ONAS ont été utilisés pour les aspects suivants :

- entretien ;
- consommation de réactifs chimiques ;
- consommation d'énergie électrique ;
- transport et déposition finale des sous-produits et boues.

Les coûts d'exploitation associés au contrôle analytique du fonctionnement de la STEP n'ont pas été comptabilisés car ils dépendent de la planification définie par l'ONAS et sont communs à toutes les solutions de traitement étudiées.

Les coûts d'entretien résultent de l'addition de deux parties, l'une correspondant au génie civil et l'autre à l'entretien des équipements électromécaniques. Leur estimation est basée sur l'application de taux de 2,5% et 1,0% sur les prévisions budgétaires de l'investissement pour respectivement les équipements électromécaniques et le génie civil. Les coûts annuels d'entretien sont estimés en pourcentage du coût total de construction ou d'achat.

En qui concerne les réactifs chimiques, les prix unitaires suivants sont admis :

- sulfate d'aluminium – 400 TND ;
- polyélectrolyte cationique – 6500 TND ;
- chaux – 150 TND.

La consommation d'énergie électrique a été estimée d'après les bilans énergétiques présentés en Annexe III.2, et un coût unitaire d'électricité de 0,13 TND/kWh a été admis.

Pour l'estimation des coûts de transport et de mise en dépôt finale des sous-produits et des boues, un coût unitaire de 40 TND/t a été pris en compte.

En conformité avec le calendrier d'exécution du projet, le début de l'exploitation de la station après la réhabilitation aura lieu en l'an 2019.

3.3.4.3 Coûts totaux actualisés

L'annexe III.8 présente les coûts totaux actualisés pour l'année 2016, par application d'un taux d'actualisation de 3%. Le taux d'actualisation est utilisé pour calculer le coût total actualisé / valeur actuelle nette, ou le coût moyen pondéré du capital. Un résumé des résultats obtenus est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 3.3-11 : Estimation des coûts d'investissement en capital fixe (ICF), des coûts d'exploitation (CE) et des coûts totaux actualisés (CTA) pour chaque solution étudiée

Solutions de traitement	ICF (TND)	CE (TND)	CTA (TND)
1	8 210 351	26 089 409	28 757 655
2	13 234 237	23 744 096	31 954 393
3	7 848 180	24 674 864	27 284 368

Pour les différentes solutions étudiées, le ratio TND/m³ d'eau usée traitée est respectivement de 0,64, 0,72 et 0,62.

3.3.5 Comparaison technique et économique des solutions

Après l'analyse du tableau précédent, nous devons noter que la solution 2, bien que les coûts d'exploitation soient inférieurs, devient la plus chère jusqu'à l'horizon du projet, en raison d'un investissement initial élevé. Du point de vue strictement économique, la solution 3 est la plus avantageuse, avec les coûts d'investissement et coûts totaux actualisés les plus bas.

Pendant les missions en Tunisie, la Mission d'Etude a essayé de trouver des exemples de STEP avec processus de traitement par boues activées à moyenne charge, digestion anaérobie mésophile des boues et valorisation énergétique du biogaz. Malgré l'absence d'un échantillon représentatif de stations de ce type, une visite à la STEP de Choutrana (la seule STEP tunisienne avec valorisation énergétique du biogaz) a été réalisée et il a été constaté que la digestion anaérobie des boues avec valorisation énergétique du biogaz était hors service. Après analyse des plans de formation fournis par l'ONAS, nous devons noter qu'un grand effort serait nécessaire pour mettre en place la solution 2, en intégrant des actions de formation des équipes d'exploitation.

Par contre, les solutions 1 et 3 intègrent le processus de traitement existant, beaucoup plus simple et bien maîtrisé par l'équipe d'exploitation.

Il est donc recommandé que la solution 3 soit adoptée pour la réhabilitation de la station d'épuration de Béja.

3.3.6 Conclusion et recommandations

Les discussions avec l'ONAS pendant la présente étude ont mené à la sélection de la Solution 3 comme meilleur choix pour la STEP de Beja pour procéder à la conception détaillée.

3.3.6.1 Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée

Les principales interventions recommandées pour la solution retenue comprennent :

- Prétraitement des eaux usées de levureries
 - construction d'un bassin pour la réception et égalisation des eaux usées ;
 - construction du traitement anaérobie des eaux usées dans un réacteur de type UASB ;
 - installation d'une torchère pour la combustion du biogaz produit ;
- Traitement préliminaire
 - construction d'un bassin de rétention de sables, y compris extraction des sables par un système "air-lift" ;
 - remplacement du dégrilleur à raclage continu ;
 - remplacement du convoyeur à bande ;
 - remplacement du pont de raclage du dessablage et déshuilage ;
 - remplacement des pompes à sables du dessablage et déshuilage ;
 - installation d'un classificateur à sable du dessablage et déshuilage ;
 - remplacement des compresseurs du dessablage et déshuilage ;
 - installation de la vis transporteuse du dessablage et déshuilage pour l'enlèvement de la graisse ;
 - remplacement de l'équipement de mesure du débit d'effluent ;
- Traitement biologique
 - installation d'un système d'aération par air diffus dans les 4 filières ;
 - remplacement des agitateurs existants ;
 - remplacement des ponts de raclage des décanteurs secondaires ;
 - construction d'une station de pompage de boues pour la recirculation des boues en amont des bassins d'aération et pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur ;

- Traitement tertiaire
 - installation des pompes pour la recirculation de nitrate ;
 - construction de l'unité de désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration ;
- Traitement des boues
 - construction d'un nouvel épaisseur ;
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la déshydratation mécanique des boues ;
- Traitement des odeurs
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation.

3.3.6.2 Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux

Comme il est nécessaire de maintenir le fonctionnement de la STEP durant les travaux, il est essentiel d'effectuer ceux-ci d'une manière progressive. En ce sens, il est recommandé que :

- les interventions soient faites autant que possible pendant la saison sèche, afin que le débit affluent soit plus petit ;
- la construction du bassin de rétention de sables soit prioritaire et achevée avant les interventions dans le traitement préliminaire ;
- les interventions prévues au niveau du traitement préliminaire soient effectuées en alternance sur chaque canal ;
- les interventions dans les bassins d'aération et dans les décanteurs secondaires soient effectuées ligne par ligne afin de permettre de maintenir le reste en exploitation ;
- les interventions prévues au niveau prétraitement des eaux usées provenant de la levurerie, désinfection, traitement des boues et traitement des odeurs, n'interviennent pas directement dans le fonctionnement des STEP, et peuvent donc être faites de manière séquentielle.

3.3.6.3 Remarques sur les études ultérieures

Les résultats obtenus pour la STEP de Béja ont permis de dégager une solution pour la fixation du budget de l'opération de réhabilitation et d'extension.

Il appartiendra toutefois aux études ultérieures, notamment APD, de valider dans le détail les choix techniques proposés ou de proposer quelques modifications techniques dans le cadre du budget de l'opération.

3.4 STEP DE MEDJEZ EL-BAB

3.4.1 Situation actuelle de la STEP

3.4.1.1 Informations générales

3.4.1.1.1 Localisation générale et accessibilité

La STEP de Medjez El-Bab est située dans la commune de Medjez El-Bab, gouvernorat de Béja, près la ville de Medjez El-Bab, et se trouve dans une zone rurale. La Figure 3.4 présente la vue aérienne de la STEP.

L'accès à la STEP est en bon état de conservation.



Figure 3.4-1 : Vue aérienne de la STEP de Medjez El-Bab

3.4.1.1.2 Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage

La STEP de Medjez El-Bab est située à 0,36 km de la ville de Medjez El-Bab. Le terrain de la STEP est d'une superficie totale d'environ 3 ha et offre l'espace nécessaire pour son extension.

3.4.1.1.3 Description des infrastructures existantes

La STEP de Medjez El-Bab a été mise en service en 1994 pour traiter les eaux usées provenant de la commune de Medjez El-Bab. L'installation a été dimensionnée pour traiter les eaux usées produites par 40 000 eq. hab., correspondant à un débit de 4 500 m³/j et à une charge organique (DBO) de 2 000 kg/j.

Actuellement, les eaux usées arrivent gravitairement à la STEP et sont relevées à l'ouvrage d'arrivée par deux vis d'Archimède.

La STEP de Medjez El-Bab est conçue selon le procédé à boues activées en aération prolongée. La filière de traitement intègre les ouvrages suivants :

- Traitement préliminaire :
 - élévation des eaux usées par 2 vis d'Archimède ;
 - Dégrillage constitué de 1 dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 12 mm, un convoyeur à bande et une remorque ;
 - Dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage ;
 - Mesure du débit dans un canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - Oxydation des matières organiques en 2 filières, chacune avec 3 bassins d'aération munis d'aérateurs de surface et d'agitateurs submersibles ;
 - Sédimentation des boues dans 2 décanteurs secondaires de plan rectangulaire, munis de pont de raclage aspirant ;
 - Pompage des écumes flottantes vers une remorque ;
 - Recirculation des boues au début des bassins d'aération et mesure de débit en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique ;
 - Extraction des boues activées en excès pour l'épaississeur ;
- Traitement tertiaire :
 - Précipitation chimique du phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium dans les bassins d'aération ;
- Traitement des boues :
 - Épaississement des boues activées en excès dans l'épaississeur de plan carré, muni d'un pont de raclage ;
 - Déshydratation des boues épaissies sur 14 lits de séchage (surface de 4 900 m²) ;
 - Pompage du surnageant provenant de l'épaississeur et du filtrat des lits de séchage, par une station de pompage, vers le canal de recirculation des boues.

Les effluents épurés sont rejetés dans le milieu récepteur par l'intermédiaire d'un émissaire gravitaire. Dans les périodes de fortes pluies, le niveau d'eau monte dans le milieu récepteur à une hauteur qui permet une entrée d'eau dans la STEP. Pour éviter cette situation, l'ONAS a prévu une station de pompage qui permet de pomper les effluents traités vers le milieu récepteur dans ces périodes.

Une partie des effluents est réutilisée pour l'irrigation de 120 ha.

Les figures suivantes présentent l'implantation générale de la STEP et quelques photographies de l'installation.

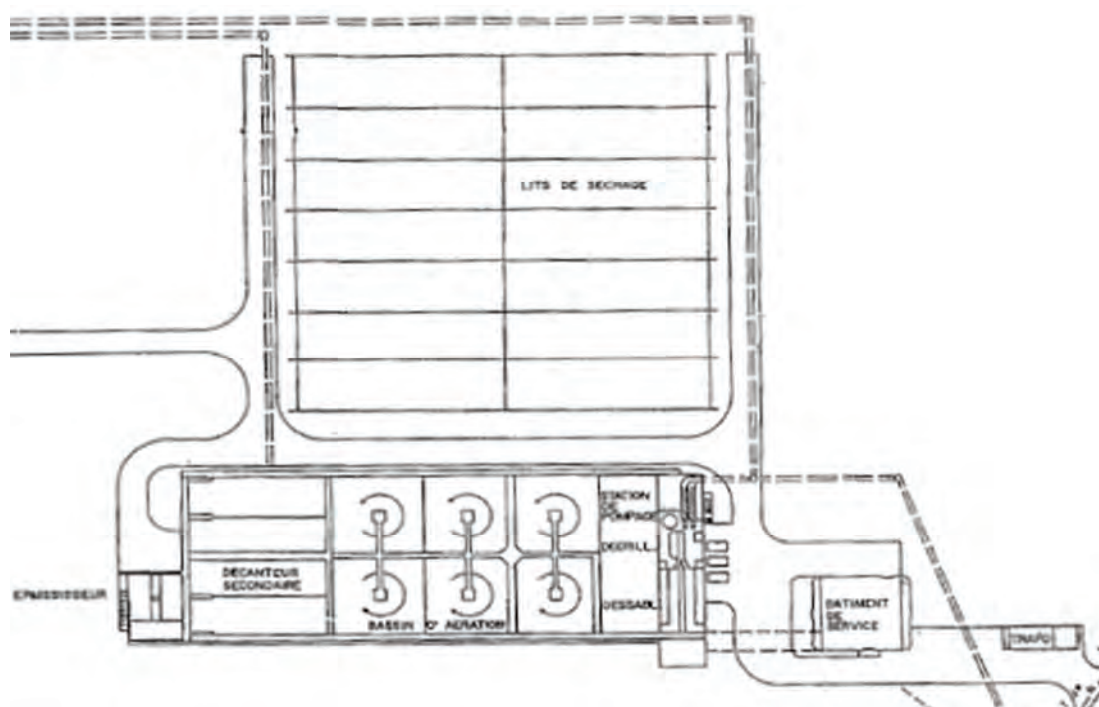


Figure 3.4-2 : Implantation générale de la STEP de Medjez El-Bab



Figure 3.4-1 : Photos de la STEP de Medjez El-Bab

1 – Vue d'ensemble ; 2 – Traitement préliminaire – dessablage et déshuilage ; 3 – Bassins d'aération ;
4 – Décanteurs secondaires ; 5 – Lits de séchage ; 6 – Bâtiment d'exploitation.

Les principales dimensions des ouvrages existants sont présentées en Annexe III (Tableaux III.3.3.1 à III.3.9.4).

Il faut remarquer que la STEP dispose d'un bâtiment de service à deux étages, qui intègre des WC/douches, des vestiaires, un petit laboratoire et une salle de contrôle avec tableau synoptique. Il y a un deuxième bâtiment pour le poste de distribution principale basse tension (BT).

3.4.1.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives actuelles des eaux usées et épurées

3.4.1.2.1 Rapports d'exploitation de l'ONAS

Les tableaux suivants résument les caractéristiques quantitatives et qualitatives des eaux usées affluentes à la STEP de Medjez El-Bab, ainsi que celles des eaux épurées, selon les rapports d'exploitation des années 2008, 2009 et 2010 fournis par l'ONAS.

Tableau 3.4-1 : Caractéristiques quantitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	Débit journalier (m ³ /j)	Débit mensuel (m ³ /mois)	Débit annuel (m ³ /année)
2008	Minimum	2 417	75 003	1 111 987
	Moyenne	3 037	92 666	
	Maximum	11 960	118 457	
2009	Minimum	1 689	52 376	978 855
	Moyenne	2 686	81 571	
	Maximum	18 427	107 557	
2010	Minimum	1 442	44 715	695 741
	Moyenne	1 873	56 958	
	Maximum	4 723	82 511	

Tableau 3.4-2 : Caractéristiques qualitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (kg/j O ₂)	DCO (kg/j O ₂)	MES (kg/j)
2008	Minimum	1 295	2 500	1 482
	Moyenne	2 272	7 024	2 442
	Maximum	3 237	18 457	6 029
2009	Minimum	912	2 252	953
	Moyenne	1 847	4 461	1 801
	Maximum	3 503	8 670	3 142
2010	Minimum	609	1 988	924
	Moyenne	1 243	3 148	1 410
	Maximum	1 992	4 376	2 107

Tableau 3.4-3 : Caractéristiques qualitatives des eaux traitées pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (mg/L O ₂)	DCO (mg/L O ₂)	MES (mg/L)
2008	Minimum	11,5	43,5	16
	Moyenne	25	73,0	51,3
	Maximum	45	101	254
2009	Minimum	10	40	9
	Moyenne	25	70,1	23,2
	Maximum	43,5	117	60
2010	Minimum	20	59	12
	Moyenne	25	73	19
	Maximum	40	90	33

3.4.1.2.2 Programme de prélèvement réalisé dans le cadre du projet

Dans le cadre de ce projet, un programme de prélèvement des eaux usées brutes et traitées a été mené, afin de confirmer les conclusions de l'analyse des rapports d'exploitation de la STEP.

L'échantillonnage a été mené conformément à la procédure définie pour la STEP de Béja, décrite au paragraphe 3.3.1.2.2.

L'échantillonnage de la STEP de Medjez el-Bab a été réalisé aux dates suivantes :

- lundi 11/10/2010 – mardi 12/10/2010 : marché hebdomadaire ; sans pluie ;
- dimanche 17/10/2010 – lundi 18/10/2010 : week-end ; 10 h de pluie ;
- mardi 26/10/2010 – mercredi 27/10/2010 : jour de la semaine ; sans pluie;
- mercredi 10/11/2010 – jeudi 11/11/2010 : jour de la semaine ; sans pluie.

Le tableau suivant présente les principaux résultats du programme de prélèvement effectué.

Tableau 3.4-4 : Résultats du programme de prélèvement

Paramètres	Du 11 au 12/10/2010		Du 17 au 18/10/2010		Du 26 au 27/11/2010		Du 10 au 11/11/2010	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Débit journalier (m ³ /j)	1 345		3 033		1 544		1 608	
pH	7,42	7,5	8,14	7,48	7,40	7,46	7,25	7,35
MES Total (mg/L)	407	14	287	9	446	8	280	18
MES Volatile (mg/L)	1,01	0,28	0,73	0,27	0,85	0,26	0,58	0,17
DCO (mg/L O ₂)	1195	41	818	22	818	46	728	39
DBO ₅ (mg/L O ₂)	528	16	340	12	363	16	345	12
Carbonates (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bicarbonates (mg/L)	750	480	607	415	430	366	769	329

Paramètres	Du 11 au 12/10/2010		Du 17 au 18/10/2010		Du 26 au 27/11/2010		Du 10 au 11/11/2010	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Hydroxydes (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Azote Kjeldahl (mg/L N)	62	15,6	29,3	5,1	40,6	10,3	52	12,8
Nitrates (mg/L N)	<0,04	0,66	<0,04	1	<0,04	1,41	<0,04	1,8
Phosphore total (mg/L P)	7,15	2,17	4,86	0,53	6,7	2,6	8,3	3,4
Huiles & graisses (mg/L)	55	<0,1	24	<0,1	104	<0,1	157	<0,1
Hydrocarbures (mg/L)	19,6	<3,3	25,3	<3,3	61,4	<3,3	61	<3,3
Coliformes totaux	$1,5 \times 10^8$	3×10^5	$4,5 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$	$4,5 \times 10^7$	$9,5 \times 10^5$	$9,5 \times 10^7$	$2,5 \times 10^5$
Coliformes fécaux	$2,0 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$9,5 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^7$	$4,5 \times 10^5$	$2,5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^5$

L'analyse des résultats ci-dessus souligne la forte influence de la pluviosité sur le débit journalier affluant à la STEP. En effet, le débit journalier enregistré pendant la période du 11/10/2010 au 12/10/2010 est presque 200% de celui d'un jour sans pluie.

Les ratios DBO₅/DCO obtenus varient de 0,41 à 0,47, ce qui se trouve dans la fourchette typique des effluents biodégradables.

En outre, l'efficacité de la dégradation de la charge organique est très élevée, atteignant environ 95 - 97%. L'efficacité de l'élimination de l'azote est très élevée, se situant entre 71,1% et 79,2% (pour ce calcul, il a été considéré que la valeur d'azote totale correspond à la somme de l'azote Kjeldahl et des nitrates, puisque les nitrites dans l'effluent brut sont généralement négligeables).

D'autre part, l'analyse de la relation DBO₅/N/P indique des valeurs inférieures à la relation de référence 100/5/1 pendant les quatre jours d'échantillonnage, ce qui montre de bonnes conditions d'équilibre pour le développement de la biomasse bactérienne.

En comparant les valeurs moyennes du programme de prélèvement (réalisé pendant les mois d'octobre et novembre 2010) avec les valeurs moyennes enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- La moyenne des valeurs de débit moyen journalier obtenues dans le programme de prélèvement est d'environ 1,5% inférieure à la moyenne des valeurs enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010 ;
- Les résultats du programme de prélèvement pour les concentrations de MES, DCO et DBO₅ dans les eaux usées brutes sont, en valeur moyenne, 30% à 40% inférieures aux valeurs moyennes du rapport d'exploitation ;
- Les valeurs de concentration de MES, DCO et DBO₅ obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont, en valeur moyenne, 35% à 50% inférieures aux valeurs moyennes de 2010 enregistrées.

En comparant les résultats du programme de prélèvement seulement avec les valeurs des mois d'octobre et novembre enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- Les valeurs de débit moyen journalier obtenues dans le programme de prélèvement sont, en général, du même ordre de grandeur de celles enregistrées dans le rapport d’exploitation, sauf une valeur qui devient presque 2 fois supérieure ;
- Les résultats du programme de prélèvement pour les concentrations de MES, DCO et DBO₅ dans les eaux usées brutes sont du même ordre de grandeur de celles enregistrées dans le rapport d’exploitation ;
- Les valeurs de concentration de MES obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont, en général, du même ordre de grandeur de celles enregistrées dans le rapport d’exploitation, tandis que les valeurs de DCO et DBO₅ deviennent 40% à 50% inférieures.

3.4.1.3 Évaluation du fonctionnement de la station existante

Les rapports d’exploitation fournis par l’ONAS indiquent que, pendant les années 2008, 2009 et 2010, le débit moyen d’eau usée affluente à la STEP a été inférieur au débit de dimensionnement de l’installation (4 500 m³/j), avec des valeurs moyennes correspondant à environ 56,5% de la capacité installée.

Néanmoins, le débit journalier affluente à la STEP a déjà dépassé, dans quelques cas, le débit de dimensionnement, avec des valeurs enregistrées de 11 960 m³/j, 18 427 m³/j et 4 723 m³/j pour les années 2008, 2009 et 2010 respectivement.

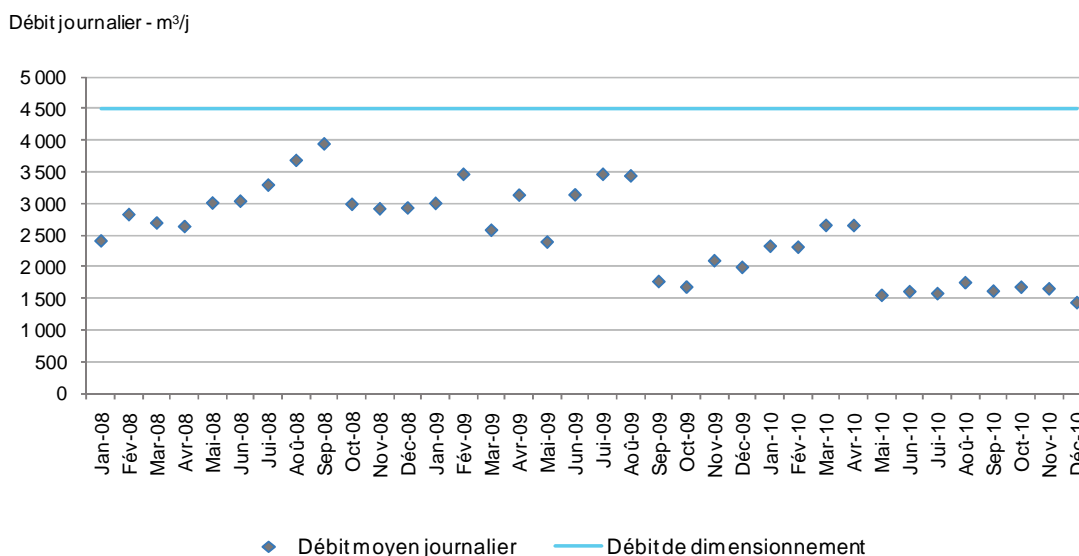


Figure 3.4-4 : Variation du débit moyen journalier affluente entre 2008 et 2010 et débit de dimensionnement

Sur la période étudiée, la capacité de traitement de la charge organique de la STEP de Medjez El-Bab a souvent été dépassée, avec des situations enregistrées correspondant à près du double de la charge organique de dimensionnement (DBO₅ de 3 503 kg/j pour un dimensionnement de 1 990 kg/j). En supposant que les valeurs de la charge organique affluente se maintiennent, la deuxième filière de traitement devra être mise en service.

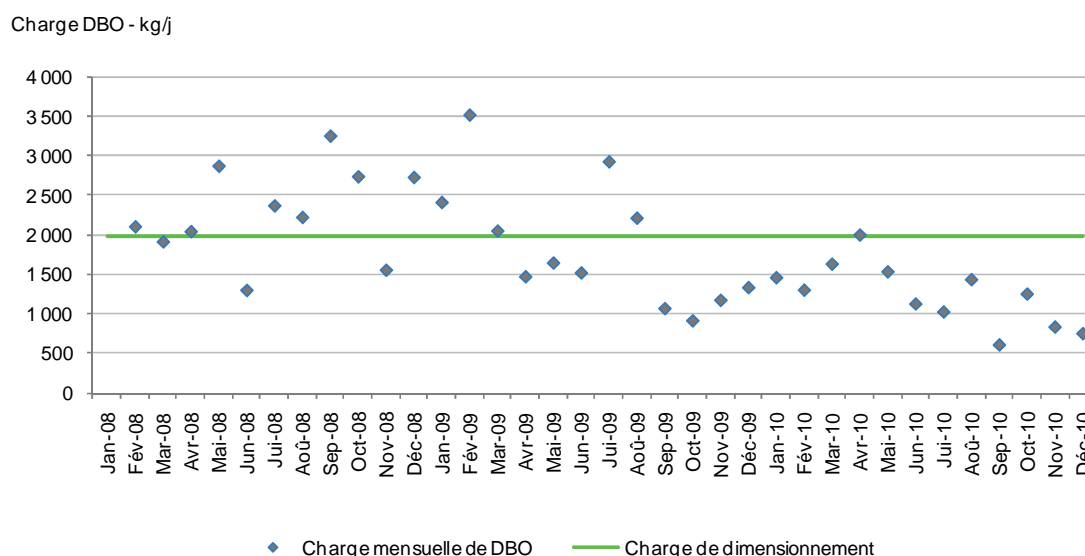


Figure 3.4-5 : Variation de charge de DBO affluente entre 2008 et 2010 et charge de dimensionnement

Les résultats analytiques des effluents traités révèlent une efficacité très élevée d'oxydation de matière organique biodégradable, supérieure à 95%, qui permet d'assurer la valeur de 30 mg/l O₂ imposée par la législation en vigueur pour la DBO. Néanmoins, pendant la période analysée, quelques situations de non-respect de la valeur limite sont enregistrées, peut-être justifiées par le fait que la charge organique arrivant à la STEP pendant ces jours était significativement supérieure à celle admise par le dimensionnement de l'installation. On constate également que la valeur limite imposée dans la législation en vigueur pour la DCO (90 mg/l O₂) est souvent dépassée.

La relation obtenue entre la matière organique et les éléments nutritifs (DBO₅/N/P), étant inférieure à la relation de référence, 100/5/1, montre de bonnes conditions d'équilibre pour le développement de la biomasse bactérienne. D'autre part, une relation DBO₅/N supérieure à 3,5 est compatible avec l'élimination biologique d'azote.

Les eaux usées à traiter présentent des caractéristiques urbaines et industrielles, et les valeurs de la relation DBO₅/DCO se trouvent donc dans l'intervalle 0,3 – 0,8. Cela permet d'en déduire que ces effluents possèdent une biodégradabilité compatible avec la généralité des traitements biologiques.

La visite effectuée à la STEP de Medjez El-Bab a permis d'identifier les irrégularités suivantes dans le fonctionnement de l'installation, irrégularités qui devraient être résolues à court terme :

- quelques équipements électromécaniques, notamment le dégrilleur, se présentent en mauvais état de conservation et de fonctionnement ;
- les ouvrages existants ne permettent pas une bonne gestion de la recirculation des boues et de la purge des boues activées en excès, ce qui porte préjudice à l'efficacité du traitement biologique ;
- à la surface du décanteur secondaire, il a été possible de voir des boues flottantes, qui indiquent l'occurrence de la dénitrification dans cet ouvrage, avec perte pour la sédimentation des boues et pour la qualité des effluents traités ;

- pendant l'hiver, la capacité des lits de séchage n'est pas suffisante pour la déshydratation des boues. Afin de résoudre ce problème, le système est exploité sans extraction de boues activées, ce qui peut affecter négativement la performance du traitement biologique.

En ce qui concerne la consommation énergétique de la station, les rapports d'exploitation annuels indiquent une consommation spécifique moyenne de 0,30 kWh/m³ d'eau traitée en 2008, de 0,43 kWh/m³ en 2009 et de 0,51 kWh/m³ en 2010. Le tableau suivant récapitule les valeurs de consommation énergétique pour la STEP de Medjez El-Bab.

Tableau 3.4-5 : Consommation énergétique

Année	Valeur	Consommation énergétique (kWh/mois)	Indicateur de consommation énergétique (kWh/m ³)
2008	Minimum	25 333	0,30
	Moyenne	27 622	
	Maximum	29 555	
2009	Minimum	27 776	0,43
	Moyenne	35 018	
	Maximum	45 178	
2010	Minimum	25 778	0,51
	Moyenne	29 288	
	Maximum	32 570	

La figure suivante présente la variation de la consommation d'énergie pendant la période analysée, avec une augmentation de la consommation marquée pendant les mois d'été 2009.

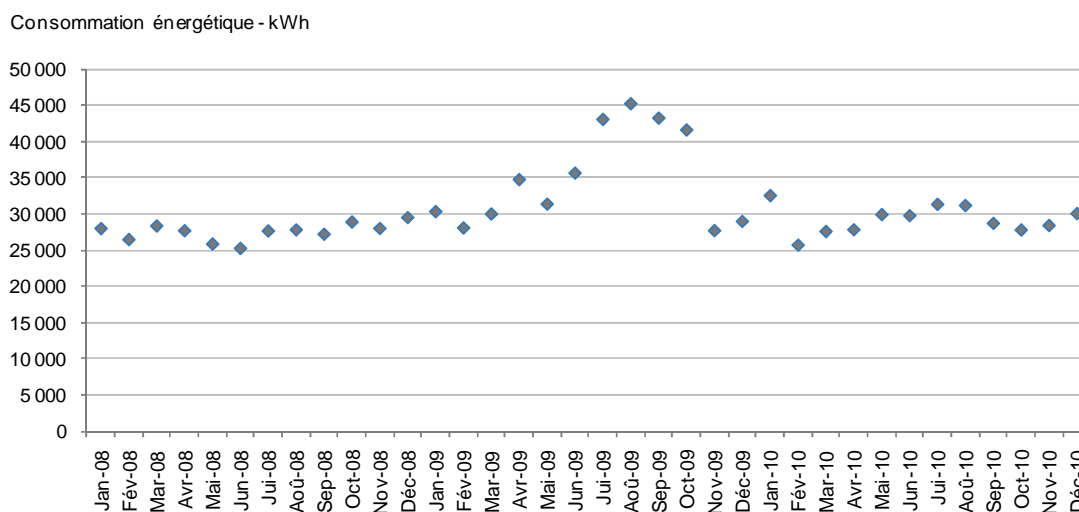


Figure 3.4-6 : Variation de la consommation énergétique entre 2008 et 2010

3.4.1.4 Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires

Comme pour la STEP de Béja, les plus grandes limitations trouvées pour la STEP de Medjez El-Bab concernent fondamentalement l'accumulation de sables dans les ouvrages de traitement, l'aération des bassins, l'élimination biologique de l'azote, la gestion du système de recirculation des boues et de purge de boues en excès, et la déshydratation des boues pendant l'hiver. La charge organique affluente à la STEP, souvent supérieure à la charge de dimensionnement, est également un souci.

Accumulation de sables

Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée dans le dessableur-déshuileur existant et sédimentent dans les bassins d'aération. Afin de résoudre ce problème, il est proposé la construction d'un réservoir de rétention de sables en amont de l'ouvrage d'arrivée, qui travaillera en complément au dessableur-déshuileur.

Charge organique affluente

Comme mentionné précédemment, la charge organique affluente à la STEP a déjà dépassé, dans quelques cas, la charge admise dans le dimensionnement de l'installation, et les deux lignes de traitement existantes doivent donc être mises en service. D'autre part, la nécessité de procéder à l'extension de la capacité de traitement de l'installation sera évaluée.

Aération des bassins

La hauteur de l'eau dans les bassins d'aération (5,07 m) est supérieure à celle recommandée pour une bonne efficacité des aérateurs de surface. Pour les raisons indiquées au paragraphe 3.3.1.4 (à savoir la production d'aérosols par les aérateurs de surface et leur rendement inférieur à celui des systèmes submersible), il est proposé de remplacer les aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines. Ce système intègrera des compresseurs dotés de variation de vitesse, des conduites d'air et des diffuseurs (tubulaire ou disque). Les compresseurs devront avoir une protection contre le bruit et devront être installés dans un bâtiment équipé avec un pont roulant et une ventilation forcée.

Élimination biologique de l'azote

La norme tunisienne NT 106.02 impose des valeurs limites pour les nitrates, les nitrites, l'azote organique et ammoniacal, qui peuvent être atteints par un traitement biologique.

Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote, c'est-à-dire dimensionner les volumes de l'anoxie et installer des pompes (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier, en dotant les conduites de refoulement d'un débitmètre électromagnétique.

Désinfection des effluents

Comme déjà mentionné, la norme tunisienne NT 106.02 impose de réduire les coliformes fécaux à moins de 2 000/100 ml et les streptocoques fécaux à moins de 1 000/100 ml pour le domaine public maritime et hydraulique, et donc pour cela d'intégrer un étage de désinfection finale des effluents, indépendamment des utilisations associées au milieu récepteur.

Il faut donc prévoir un nouvel étage de désinfection qui consistera en un système de radiation ultraviolette, avec en amont une opération de filtration pour s'assurer de ce que les eaux à traiter aient la transmittance nécessaire à une diffusion efficace des rayonnements.

Recirculation des boues et purge des boues activées en excès

Comme pour la STEP de Béja, la répartition des débits entre les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues activées en excès est faite manuellement par une vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave une bonne gestion de la répartition des boues et affecte négativement le processus de traitement.

Afin de résoudre ce problème, il est prévu la construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur et pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération.

Déshydratation des boues

Pendant l'hiver, les lits de séchage existants n'ont pas une capacité suffisante pour déshydrater les boues épaissies. Pour résoudre ce problème, il est proposé que la déshydratation des boues soit effectuée par un équipement mécanique, comme un filtre à bande ou une décanteuse centrifuge, avec addition de polyélectrolyte.

État de conservation et de fonctionnement des équipements électromécaniques

En 2003, une grande inondation a submergé de nombreux équipements mécaniques et électriques. Cela a imposé le remplacement de certains d'entre eux, à savoir les armoires électriques principales, qui ont été déplacées au premier étage du bâtiment principal, dans la salle de contrôle.

L'installation des équipements en souterrain présente des avantages pour la prévention de températures élevées lors du fonctionnement, mais cela doit être complété par une solution contre les inondations ou contre l'infiltration de l'eau de pluie, avec en parallèle avec un bon drainage de ces infrastructures souterraines.

En général, les équipements électromécaniques présentent un bon niveau d'entretien, si on tient compte de leurs conditions de travail. L'ONAS a dit avoir un plan de maintenance préventive qui intègre les fréquences de lubrification et la planification du remplacement des pièces de rechange.

En ce qui concerne la procédure habituelle d'entretien, un petit stock de pièces de rechange est maintenu. Il a été également confirmé que l'acquisition de pièces sur le marché ne pose pas de difficultés majeures. Certains équipements doivent être commandés et le temps de livraison est

d'environ un mois. Toutefois, il a été indiqué que le fonctionnement de la STEP ne court pas de risque à cause de cela.

En outre, certains cas de dégradation et de dysfonctionnement des équipements ont été signalés. Par exemple, le dégrilleur de l'ouvrage d'arrivée nécessite d'être réparé afin d'éviter que les grilles ne tombent de l'appareil et le pont racleur du dessableur/déshuileur souffre d'une déviation dans le mouvement longitudinal.

L'automatisation pourrait être améliorée par l'installation de sondes de mesures additionnelles et par une intégration entre les sondes de mesure (par exemple, sonde à oxygène dans le réacteur biologique) et le fonctionnement des équipements mécaniques.

Afin de compléter ces informations, un tableau avec les principaux commentaires sur les équipements électromécaniques de la STEP est présenté en Annexe III (Annexe III.3, Tableau III.3.1.1.1).

3.4.2 Données de conception

3.4.2.1 Année horizon du projet

L'horizon du projet de cette étude est, comme pour la STEP de Béja étudiée précédemment, l'année 2029, en prenant l'année 2016 comme année d'investissement et l'année 2019 comme année de début d'exploitation.

3.4.2.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus

Le rapport d'exploitation annuel de 2009 fourni par l'ONAS indique que la contribution industrielle branchée à la STEP de Medjez el-Bab correspondait à 2 681 équivalents habitants. Selon les informations de l'ONAS, il est prévu la construction d'une nouvelle zone industrielle dans la commune d'une surface de 110 ha.

Les calculs indiquent que le débit maximal affluent à l'installation sera de 445 m³/h en temps de pluie. Le débit maximum affluent à la STEP sera néanmoins imposé par la capacité des vis d'Archimède existantes, P1 (180 m³/h) et P2 (360 m³/h), soit au total 540 m³/h.

Le résumé de la caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées à traiter est présenté en Annexe III.3 (Tableau III.3.2.1).

Tableau 3.4-6 : Estimation des caractéristiques des eaux usées brutes

Paramètre	Unité	Année 2011	Année 2029
Population			
Domestique	habitants	20 113	24 644
Industrielle	EH	2 681	14 948
Touristique	lits	-	-
Total	EH	22 794	39 592
Débits			
Débit moyen journalier	m ³ /j	2 391	5 429
	L/s	27,7	62,8
Débit d'infiltration	m ³ /j	796	1 274
	L/s	9,2	14,8
Débit moyen journalier + infiltration	m ³ /j	3 187	6 703
	L/s	36,9	77,6
Débit de pointe	m ³ /h	196	445
	L/s	54,3	123,7
Débit maximum de dimensionnement	m ³ /h	540	540
	L/s	150	150
Charges polluantes			
MES	kg/j	1 971	3 115
DBO ₅	kg/j	1 368	2 376
DCO	kg/j	2 816	5 199
NT	kg/j	211	474
PT	kg/j	34	59
Coliformes fécaux (CF)	NMP/j	2,0 x 10 ¹⁵	2,5 x 10 ¹⁵
Concentrations (sans débit d'infiltration)			
MES	mg/L	824	574
DBO ₅	mg/L	572	438
DCO	mg/L	1 177	958
NT	mg/L	88	87
PT	mg/L	14	11
Coliformes fécaux (CF)	NMP/100mL	8,4 x 10 ⁷	4,5 x 10 ⁷

3.4.2.3 Cadre législatif pour la qualité du milieu récepteur et pour la qualité nécessaire des eaux épurées

Les eaux traitées dans la STEP de Medjez El-Bab sont rejetés dans l'oued Medjerda, en aval du barrage de Sidi Salem.

Selon les informations disponibles, il n'y a pas d'autres utilisations du milieu récepteur

exigeant un niveau de traitement plus avancé que le niveau stipulé pour la décharge en milieu hydrique dans la législation applicable et en vigueur, notamment la norme NT 106.02 présentée dans le tableau 1.3-8 du chapitre I.

Selon les informations fournies par l'ONAS, seule une petite fraction des eaux traitées est réutilisée pour le nettoyage de l'installation et l'arrosage complémentaire de 120 ha de cultures agricoles, et il faut donc renforcer la désinfection de cette fraction des eaux traitées.

3.4.2.4 Cadre législatif sur la destination finale des boues

Les eaux traitées dans la STEP de Medjez el-Bab présentent des caractéristiques nettement domestiques, et ne devraient donc pas contenir de métaux lourds ou autres éléments nuisibles à l'utilisation des boues en agriculture. Il est donc supposé que les boues provenant du traitement répondent à toutes les dispositions de la législation existante (voir chapitre I, 1.3.3.3.3) et peuvent être valorisées pour l'agriculture.

3.4.3 Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables

3.4.3.1 Considérations générales

Pour la réhabilitation de la station d'épuration de Medjez el-Bab, trois solutions alternatives sont identifiées et considérées comme les plus appropriées car elles s'adaptent bien à l'emplacement disponible et permettent l'intégration de la majorité des ouvrages existants.

Il est également admis que le traitement biologique se fera moyennant un processus de cultures libres dans les variantes faible charge (aération prolongée) ou moyenne charge.

Les trois solutions à étudier seront donc :

- Solution 1 – boues activées à faible charge ;
- Solution 2 – boues activées à moyenne charge avec digestion anaérobie mésophile des boues et valorisation énergétique du biogaz ;
- Solution 3 – boues activées à moyenne charge avec digestion anaérobie mésophile des boues et incinération du biogaz en excès.

Pour ces trois solutions, il sera également prévu la substitution des aérateurs de surface par un système d'air diffus, l'installation d'un système de recirculation interne de nitrate, la construction de stations de pompage pour la recirculation des boues et l'extraction des boues en excès, l'installation d'un système d'élimination des micro-organismes pathogènes (désinfection finale) en utilisant une radiation ultraviolette, et la construction d'un nouvel étage de déshydratation mécanique des boues épaissies, en complément ou en alternative aux lits de séchage existants.

A la demande de l'ONAS, une désodorisation des ouvrages et des bâtiments associés à l'émission des odeurs sera comprise.

En ce qui concerne les conditions de sécurité des ouvriers de la STEP, l'installation de garde-corps sur tous les ouvrages ayant une profondeur de liquide supérieure à 1 m est recommandée, notamment pour le dessableur-déshuileur, les réacteurs biologiques (en plus des garde-corps existants), les clarificateurs et l'épaississeur.

La description des filières de traitement est présentée dans les paragraphes suivants. Les principaux critères de conception et de dimensionnement liés aux principes du fonctionnement,

les processus que les filières de traitement pourraient intégrer et l'estimation des conditions de fonctionnement des ouvrages sont présentés en Annexe III.1 (Tableau III.1.2).

Les schémas fonctionnels de chaque solution étudiée sont également présentés en Annexe III.7.

Remarque concernant les inondations :

Même si quelques appareils électriques, tels que les panneaux de contrôle, ont été réinstallés dans les étages supérieurs à la suite de l'inondation de 2003, certains équipements seraient encore en dessous du niveau de l'eau si une crue décennale se produisait comme en 2003.

Ce problème ne doit pas être considéré comme directement lié aux STEP existantes, mais il relève d'une question de contrôle des inondations à l'échelle régionale. Ainsi, la solution projetée doit correspondre à la politique régionale de gestion des inondations.

Un examen détaillé de la disposition des appareils électriques, comme les câbles, les boîtes de connexion, etc., devrait être conduit au stade de l'APD, en prenant en considération le niveau maximum de la crue (en cours de détermination par ailleurs). Le résultat sera inclus dans les spécifications techniques pour la construction.

3.4.3.2 Solution 1

3.4.3.2.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La première solution prévoit une amélioration de la STEP en conservant le procédé existant de boues activées à faible charge.

Le volume biologique disponible est suffisant pour le traitement biologique des eaux usées affluentes, en régime de faible charge, pour l'année horizon du projet, mais la charge massique de fonctionnement (0,107 kgDBO₅/ kg de MVS/jour) est proche de la limite supérieure de la gamme de F/M admissible pour la faible charge (0,04 – 0,12 kgDBO₅/ kg de MVS/jour).

Le débit maximum affluent à la STEP n'a pas changé, car il est imposé par la capacité des deux vis d'Archimède existantes, et donc la capacité hydraulique de la STEP reste la même. Par conséquent, il n'est pas nécessaire d'augmenter la capacité du dessableur-déshuileur ou des décanteurs secondaires.

Il est prévu la construction d'une station de pompage de boues biologiques (commune aux deux filières de traitement), équipée avec des pompes submersibles pour le pompage des boues en excès vers l'épaississeur et pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération. Les pompes de recirculation des boues doivent permettre le pompage d'un débit compris entre 50% et 150% du débit moyen journalier affluent à la STEP. Afin de faciliter le contrôle de gestion des boues, les pompes seront dotées de variateurs de vitesse et des débitmètres électromagnétiques seront installés dans leurs conduites de refoulement.

En aval de la décantation secondaire, une étape de traitement tertiaire sous forme d'une filtration suivie d'une désinfection par UV sera prévue, afin de réduire la charge bactériologique pour répondre aux exigences de la norme NT 106.02.

En ce qui concerne l'étape d'épaississement, la charge de solides et la charge hydraulique ne sont pas dépassées, et il n'est donc pas nécessaire de prévoir un agrandissement de l'épaississeur existant.

Les calculs de dimensionnement indiquent que les 14 lits de séchage ne sont pas suffisants pour la déshydratation des boues épaissies. Ce problème peut être résolu avec une déshydratation mécanique des boues par décanteuse centrifuge. Il faut prévoir préalablement à la déshydratation la possibilité de stockage de boues, avec une capacité pour trois jours de production, afin de faire face à une éventuelle situation de panne de l'équipement. Il est prévu l'addition en ligne d'une solution de polyélectrolyte pour les boues à déshydrater. D'autre part, les boues déshydratées seront stockées dans un silo qui permettra de régulariser leur vidange vers leur destination finale.

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Medjez el-Bab comprend donc les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 2 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué de 1 dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement biologique :
 - oxydation des matières organiques dans 2 filières (existants), chacune avec 3 bassins d'aération, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 2 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (nouveau) ;
 - acheminement des boues vers une station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - extraction des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote réalisée par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;

- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans 1 épaisseur de plan carré, muni de pont de raclage (existant) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un réservoir en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - Refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaisseur, du bassin de stockage des boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.4.3.2.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 1, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.3 (Tableau III.3.10.1).

3.4.3.2.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.3 (Tableau III.3.5.3)

3.4.3.2.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.3 (Tableau III.3.3.3).

3.4.3.2.5 Equipement

En général, les équipements électromécaniques présentent un bon niveau d'entretien, si on tient compte de leurs conditions de travail. Certains cas de dégradation et de dysfonctionnement des équipements ont toutefois été signalés.

Le tableau suivant récapitule pour la solution 1 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Medjez El Bab. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.4-7 : Équipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément au dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift"	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Vis d'Archimède n°1	La vis d'Archimède est opérationnelle. Elle présente un fort niveau de corrosion sur le filet. Le moteur et le réducteur sont en mauvais état.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	débit = 180 m ³ /h hauteur ≈ 3,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Vis d'Archimède n°2	La vis d'Archimède est opérationnelle. Elle présente un certain niveau de corrosion sur le filet.	Son remplacement n'est pas nécessaire.	débit = 360 m ³ /h hauteur ≈ 3,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Dégrilleur droit à raclage continu	Le dégrilleur présente une corrosion généralisée de l'acier inoxydable. Il a été signalé à la Mission d'Études des pannes fréquentes.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	débit maximum = 540 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	Le matériel électrique et les instruments de mesure ont été remis en état en 2007. L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	On ne juge pas leur remplacement nécessaire. Mesure par compteur de niveau ultrasonique.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits, néanmoins l'équipement semble être peint afin d'éviter l'augmentation de la corrosion.	On ne juge pas son remplacement nécessaire	débit volumétrique de déchets estimé = 0,2 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racleur souffre de certaines déviations sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un haut niveau de dégradation. La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	à installer dans l'ouvrage existant
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Études des pannes fréquentes.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sable (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le classificateur à sables sur le pont racleur ne fonctionne pas correctement. D'autre part, il a été signalé à la Mission d'Étude la survenance de pannes fréquentes du pont racleur.	L'opération de classification de sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité total estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Il est recommandé de remettre les équipements à niveau. Il y a trois compresseurs pour le double canal: 2+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 162 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Études que le circuit s'est immédiatement bloqué après le démarrage de l'installation et est abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 29 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	Le matériel électrique et les instruments de mesure ont été remis en état en 2007. Les mesures sont réalisées par compteur de niveau ultrasonique.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant il faut mettre en œuvre une méthode d'aération plus efficace. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intègre des compresseurs dotés de variation de vitesse, de conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a trois compresseurs: 2 (un compresseur pour chaque ligne) + 1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 3 202 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant l'intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	à installer dans les bassins existants et en nombre égal à l'existant.
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable. Pour cette solution, il faut ajouter un pont racleur pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	à installer dans l'ouvrage existant. (Il y a deux ponts de raclage avec deux bassins de décantation)
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Les pompes sont dans un état raisonnable compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 182 m ³ /h.
Pompe de recirculation de boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues en amont des bassins d'aération est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 359 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Mesure du débit de recirculation de boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer dans les bassins d'aération existants des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 359 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur, comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 92 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par des pompes multicellulaires verticales d'alimentation aux filtres et filtres à pression auto nettoyants. Système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 540 m ³ /h

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaisseur)	La peinture du pont racleur existant est un peu dégradée et altérée à certains endroits.	Le remplacement complet n'est pas nécessaire. Il faut prendre en compte l'application d'une nouvelle couche de peinture. Il y a un pont de raclage en service.	
Pompe à boues épaissies	La pompe à boues (qui élève les boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage) présente un niveau élevé de détérioration. La pompe à boues et le moteur semblent ne pas être réparable.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer cette pompe. Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 21 m ³ /h.
Agitateur submersible (bassin de stockage des boues épaissies)	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, un stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation est proposé.	Un agitateur submersible pour éviter la sédimentation des boues doit être installé.	-
Pompe d'élévation des boues épaissies pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 21 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement est recommandée.	capacité estimée = 21 m ³ /h.
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane.	capacité 1 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Pompes doseuses à membrane	débit estimé par pompe = 0,8 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 18 m ³ /j
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Il est proposé d'extraire l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur, du bassin de stockage des boues épaissies et du bâtiment de déshydratation	Une désodorisation de l'air contaminé sera réalisée par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	

3.4.3.3 Solution 2

3.4.3.3.1 Description détaillée de la filière de traitement – conception et critères

La solution 2 intègre un traitement biologique par boues activées moyenne charge, avec digestion anaérobie des boues et valorisation énergétique du biogaz. La filière de traitement intègre de nouveaux ouvrages et équipements de traitement primaire et de stabilisation anaérobie mésophile des boues, à savoir digesteur anaérobie, gazomètre, torchère, équipements de traitement du biogaz, moto-générateurs, chaudière et échangeur de chaleur. Cette solution intègre un plus grand nombre d'opérations, et accroît notablement la complexité d'exploitation et d'entretien. Pour faire face à cette difficulté, les opérateurs devront avoir une formation spécialisée pour l'exploitation des nouveaux équipements et pour les opérations. C'est d'autre part une solution avantageuse sur le plan énergétique, compte tenu d'une plus basse consommation d'énergie par rapport aux systèmes d'aération prolongée et de la possibilité de valoriser énergétiquement le biogaz produit.

Le dimensionnement effectué a révélé que, en régime de moyenne charge, le volume biologique d'une seule filière de traitement est suffisant pour le traitement biologique des eaux usées affluentes pour l'année horizon du projet. La plus grande production de boues impose la construction d'un deuxième épaisseur, avec les mêmes caractéristiques que l'épaisseur existant.

Comme mentionné pour la solution 1, le débit affluent maximum estimé est inférieur au débit de dimensionnement des ouvrages existants, et la capacité du dessableur-déshuileur et des décanteurs secondaires est donc suffisante. Le levé topographique de la station indique que le profil hydraulique de la STEP permet l'inclusion d'une étape de décantation primaire entre le dessableur-déshuileur et les bassins d'aération.

La filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Medjez el-Bab comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 2 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué de 1 dégrilleur mécanique en parallèle avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;

- Traitement biologique :
 - oxydation des matières organiques dans 2 filières (existants), chacune avec 3 bassins d'aération, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 2 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues vers une station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - alimentation des boues en excès dans les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote réalisée par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments) ; mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan carré, munis de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec chaleur produite par cogénération (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;

- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.4.3.2.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 2, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.3 Tableau III.3.10.2. Le bilan énergétique de la solution 2 comprend l'électricité produite par cogénération.

3.4.3.2.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium, la chaux éteinte et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées en Annexe III.3 (Tableau III.3.5.4).

3.4.3.2.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées en Annexe III.3 (Tableau III.3.3.3).

3.4.3.2.5 Equipement

Le tableau suivant récapitule pour la solution 2 les solutions proposées en ce qui concerne le remplacement des équipements existants dans la STEP de Medjez El Bab. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution, en Annexe III.7.

Tableau 3.4-8 : Équipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisé par un système "air-lift"	Débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Vis d'Archimède n°1	La vis d'Archimède est opérationnelle. Elle présente un fort niveau de corrosion sur le filet. Le moteur et le réducteur sont en mauvais état.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	débit = 180 m ³ /h hauteur ≈ 3,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Vis d'Archimède n°2	La vis d'Archimède est opérationnelle. Elle présente un certain niveau de corrosion sur le filet.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire.	débit = 360 m ³ /h hauteur ≈ 3,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Dégrilleur droit à raclage continu	Le dégrilleur présente une corrosion généralisée de l'acier inoxydable. Il a été signalé à la Mission d'Études des pannes fréquentes.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	débit maximum = 540 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	Le matériel électrique et les instruments de mesure ont été remis en état en 2007. L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Mesure par compteur de niveau ultrasonique.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits, néanmoins l'équipement semble être peint afin d'éviter l'augmentation de la corrosion.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire.	débit volumétrique de déchets estimé = 0,2 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racler souffre de certaines déviations sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racler présentent un haut niveau de dégradation. La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	à installer dans l'ouvrage existant
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Etudes des pannes fréquentes.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux pompes par pont racler.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le classificateur à sables sur le pont racler ne fonctionne pas correctement. Il a été signalé à la Mission d'Etude des pannes fréquentes du pont racler.	L'opération de classification des sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racler.	Capacité total estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a trois compresseurs pour le double canal: 2+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 162 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Etudes que le circuit s'est immédiatement bloqué après le démarrage de l'installation et est abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 29 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	Le matériel électrique et les instruments de mesure ont été remis en état en 2007. Les mesures sont réalisées par compteur de niveau ultrasonique.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement primaire			
Ponts de raclage (décanteurs primaires)	Pour cette solution de réhabilitation de la station, nous proposons la mise en place d'un traitement primaire.	Le pont racleur est constitué d'un pont mobile ayant une fonction de passerelle, d'un couple de chariots d'entraînement latéraux, d'un système articulé pour la collecte des boues et l'évacuation des écumes, d'un motoréducteur pour l'actionnement des deux chariots latéraux, d'un groupe de commande du système articulé racleur de fond - lame écumoire, et d'un panneau de commande et de contrôle.	
Pompes d'élévation des boues primaires (décanteurs primaires)		Des pompes submersibles doivent être installées. Il y a une pompe par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas les mesures de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant, il faut mettre en œuvre une méthode d'aération plus efficace. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intègre des compresseurs dotés de variation de vitesse, des conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a deux compresseurs: 1+1; un compresseur pour chaque ligne.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 4 389 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas les mesures de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable. Pour cette solution, il faut ajouter un pont racler pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	à installer dans l'ouvrage existant. (Il y a deux ponts de raclage avec deux bassins pour décantation)
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Les pompes sont dans un état raisonnable, compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Il y a deux pompes par pont racler.	débit estimé pour chaque pompe = 182 m ³ /h.
Pompe de recirculation des boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par une vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et affecte négativement le processus de traitement.	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 354 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation des boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par une vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer dans les bassins d'aération existants des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 709 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 91 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par des pompes multicellulaires verticales d'alimentation aux filtres et filtres à pression auto nettoyants. Système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 540 m ³ /h
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur existant)	La peinture du pont racleur est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction d'un autre épaississeur est proposée.	Leur remplacement complet n'est pas jugé nécessaire. Il faut prendre en compte l'application d'une nouvelle couche de peinture.	Le nouvel épaississeur sera de plan carré comme l'existant.
Pompes à boues épaissies	Pour cette solution, les pompes à boues qui élèvent les boues vers les digesteurs ou vers les lits de séchage seront remplacées.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer ces pompes et en ajouter une autre à cause du nouvel épaississeur. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Digestion anaérobie des boues	Pour cette solution de réhabilitation de la station, une stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies est proposée.	La digestion anaérobie des boues sera réalisée avec des digesteurs, avec agitation dans les digesteurs par pompes de recirculation de boues, pompes pour le circuit de chauffage de la boue en digestion, gazomètre et torchère.	
Système de chauffage de la boue en digestion	Pour la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies, il faut prévoir un système de chauffage des boues en digestion.	L'utilisation d'une chaudière et d'un réservoir d'eau chaude avec des pompes de recirculation pour ces circuits est toujours recommandée.	la chaudière doit travailler au gaz naturel et au biogaz
Cogénération	Le système de cogénération permet de valoriser énergétiquement le biogaz produit et également le chauffage des boues en digestion avec la chaleur produite par le moto-générateur.	En plus du système de chauffage de la boue en digestion par chaudière, un système de cogénération composé d'éléments tels que les moto-générateur à biogaz est proposé.	
Pompe d'élévation des boues digérées pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 23 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	-	capacité 23 m ³ /h.
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane.	capacité 1 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Pompes doseuse à membrane	débit estimé par pompe = 0,8 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 18 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur et du bâtiment de déshydratation est proposée.	La désodorisation de l'air contaminé sera réalisée par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	-
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	-

3.4.3.4 Solution 3

3.4.3.4.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La solution 3 intègre un traitement biologique par boues activées moyenne charge, avec digestion anaérobie mésophile des boues. Le biogaz est souvent utilisé comme combustible pour la chaudière qui fournit l'énergie nécessaire au réchauffage de la boue. Le biogaz en excès sera incinéré dans la torchère.

La filière de traitement inclut de nouveaux ouvrages et équipements de traitement primaire et de stabilisation anaérobie mésophile des boues, à savoir digesteur anaérobie, gazomètre, torchère, équipements de traitement du biogaz, chaudière et échangeur de chaleur.

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Medjez el-Bab comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - rétention de sables en bassin (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 2 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué de 1 dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit des eaux usées en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique :
 - oxydation des matières organiques dans 1 filière (existant) avec 3 bassins d'aération, aérés par un système d'air diffus fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans 2 décanteurs secondaires de plan rectangulaire munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues au début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - alimentation des boues en excès dans les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;

- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote réalisée par une recirculation de nitrate refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments); mesure du débit recirculé par un débitmètre électromagnétique (nouveau);
 - Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau);
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan carré, muni de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau);
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau);
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau);
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau);
 - chauffage de la boue en digestion avec chaleur produite par la chaudière (nouveau);
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau);
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau); en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant);
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau);
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau);
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé, extrait du bassin de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.4.3.4.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 3, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III (Tableau III.3.10.3).

3.4.3.4.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium, la chaux éteinte et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques

consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées en Annexe III.3 (Tableau III.3.5.4).

3.4.3.4.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées en Annexe III.3 (Tableau III.3.3.3).

3.4.3.4.5 Equipement

La solution 3 intègre la même filière de traitement que la solution 2 à l'exception de la cogénération. Par conséquent, toutes les considérations effectuées pour la solution 2 concernant les équipements existants et les besoins de remplacement sont également valables pour cette solution. Pour une meilleure compréhension des commentaires, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.4-9 : Équipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisé par un système "air-lift"	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Vis d'Archimède n°1	La vis d'Archimède est opérationnelle. Elle présente un fort niveau de corrosion sur le filet. Le moteur et le réducteur sont en mauvais état.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	débit = 180 m ³ /h hauteur ≈ 3,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Vis d'Archimède n°2	La vis d'Archimède est opérationnelle. Elle présente un certain niveau de corrosion sur le filet.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire.	débit = 360 m ³ /h hauteur ≈ 3,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Dégrilleur droit à raclage continu	Le dégrilleur présente une corrosion généralisée de l'acier inoxydable. Il a été signalé à la Mission d'Études des pannes fréquentes.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	débit maximum = 540 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	Le matériel électrique et les instruments de mesure ont été remis en état en 2007. L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Mesure par compteur de niveau ultrasonique.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits, néanmoins l'équipement semble être peint afin d'éviter l'augmentation de la corrosion.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire.	débit volumétrique de déchets estimé = 0,2 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racler souffre de certaines déviations sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racler présentent un haut niveau de dégradation. La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits.	L'état de dégradation constaté justifie son remplacement.	à installer dans l'ouvrage existant
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Etudes des pannes fréquentes.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux pompes par pont racler.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le classificateur à sables sur le pont racler ne fonctionne pas correctement. Il a été signalé à la Mission d'Etude des pannes fréquentes du pont racler.	L'opération de classification des sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racler.	Capacité total estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a trois compresseurs pour le double canal: 2+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 162 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Etudes que le circuit s'est immédiatement bloqué après le démarrage de l'installation et est abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 29 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	Le matériel électrique et les instruments de mesure ont été remis en état en 2007. Les mesures sont réalisées par compteur de niveau ultrasonique.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement primaire			
Ponts de raclage (décanteurs primaires)	Pour cette solution de réhabilitation de la station, nous proposons la mise en place d'un traitement primaire.	Le pont racleur est constitué d'un pont mobile ayant une fonction de passerelle, d'un couple de chariots d'entraînement latéraux, d'un système articulé pour la collecte des boues et l'évacuation des écumes, d'un motoréducteur pour l'actionnement des deux chariots latéraux, d'un groupe de commande du système articulé racleur de fond - lame écumoire, et d'un panneau de commande et de contrôle.	
Pompes d'élévation des boues primaires (décanteurs primaires)		Des pompes submersibles doivent être installées. Il y a une pompe par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas les mesures de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant, il faut mettre en œuvre une méthode d'aération plus efficace. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intègre des compresseurs dotés de variation de vitesse, des conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a deux compresseurs: 1+1; un compresseur pour chaque ligne.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 4 389 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas les mesures de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable. Pour cette solution, il faut ajouter un pont racler pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	à installer dans l'ouvrage existant. (Il y a deux ponts de raclage avec deux bassins pour décantation)
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Les pompes sont dans un état raisonnable, compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire Il y a deux pompes par pont racler.	débit estimé pour chaque pompe = 182 m ³ /h.
Pompe de recirculation des boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par une vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et affecte négativement le processus de traitement	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues à l'amont des bassins d'aération est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 354 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation des boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par une vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer dans les bassins d'aération existants des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 709 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 91 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par des pompes multicellulaires verticales d'alimentation aux filtres et filtres à pression auto nettoyants. Système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 540 m ³ /h
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur existant)	La peinture du pont racleur est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction d'un autre épaississeur est proposée.	Leur remplacement complet n'est pas jugé nécessaire. Il faut prendre en compte l'application d'une nouvelle couche de peinture.	Le nouvel épaississeur sera de plan carré comme l'existant.
Pompes à boues épaissies	Pour cette solution, les pompes à boues qui élèvent les boues vers les digesteurs ou vers les lits de séchage seront remplacées.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer ces pompes et en ajouter une autre à cause du nouvel épaississeur. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Digestion anaérobie des boues	Pour cette solution de réhabilitation de la station, une stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies est proposée.	La digestion anaérobie des boues sera réalisée avec des digesteurs, avec une agitation dans les digesteurs par pompes de recirculation de boues, avec des pompes pour le circuit de chauffage de la boue en digestion, un gazomètre et une torchère.	
Système de chauffage de la boue en digestion	Pour la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies, il faut prévoir un système de chauffage des boues en digestion.	L'utilisation d'une chaudière et d'un réservoir d'eau chaude avec des pompes de recirculation pour ces circuits est toujours recommandée.	la chaudière doit travailler au gaz naturel et au biogaz
Pompe d'élévation des boues digérées pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 23 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	-	capacité 23 m ³ /h.
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane.	capacité 1 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Pompes doseuse à membrane	débit estimé par pompe = 0,8 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 18 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur et du bâtiment de déshydratation est proposée.	La désodorisation de l'air contaminé sera réalisée par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	-
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	-

3.4.4 Évaluation économique

3.4.4.1 Coûts d'investissement

L'estimation des coûts d'investissement en capital fixe associés au génie civil et aux équipements est basée sur une consultation des prix du marché et sur les informations fournies par l'ONAS.

Le tableau suivant présente un sommaire des coûts d'investissement en capital fixe associés à chaque solution de traitement étudiée. L'annexe III.8 présente les détails des valeurs partielles qui ont fourni les valeurs présentées dans le tableau. Le sous-détail des prix pour la solution retenue est donné en annexe III.9.

L'estimation des coûts se base sur les prix de l'année 2011.

Tableau 3.4-10 : Estimation des coûts d'investissement initial

Solutions de traitement	Génie Civil (TND)	Equipements et IE (TND)	Total (TND)
1	1 031 921	3 089 487	4 121 408
2	1 634 061	5 457 232	7 091 293
3	1 613 223	4 010 507	5 623 729

En conformité avec le calendrier d'exécution du projet, décrit dans le chapitre V, il est admis que l'investissement initial sera effectué en l'an 2016, correspondant au début des travaux de construction.

3.4.4.2 Coûts d'exploitation et d'entretien

Pour l'estimation des coûts d'exploitation et d'entretien, les coûts unitaires fournis par l'ONAS ont été utilisés pour les aspects suivants :

- entretien ;
- consommation de réactifs chimiques ;
- consommation d'énergie électrique ;
- transport et dépôt final des sous-produits et des boues.

Les coûts d'exploitation associés au contrôle analytique du fonctionnement de la STEP n'ont pas été comptabilisés, car ils dépendent de la planification définie par l'ONAS et sont communs à toutes les solutions de traitement étudiées.

Les coûts d'entretien résultent de l'addition de deux parties, l'une correspondant au génie civil et l'autre à l'entretien des équipements électromécaniques. Leur estimation est basée sur l'application de taux de 2,5% et 1,0% sur les prévisions budgétaires de l'investissement pour respectivement les équipements électromécaniques et le génie civil. Les coûts annuels d'entretien sont estimés en pourcentage du coût total de construction ou d'achat.

En qui concerne les réactifs chimiques, les prix unitaires suivants sont admis:

- sulfate d'aluminium – 400 TND ;
- polyélectrolyte cationique – 6500 TND ;
- chaux – 150 TND.

La consommation d'énergie électrique a été estimée d'après les bilans énergétiques présentés en Annexe III.3 (Tableaux 3.10-1 à 3.10-3), et un coût unitaire d'électricité de 0,13 TND/kWh a été admis.

Pour l'estimation des coûts de transport et de dépôt final des sous-produits et des boues, un coût unitaire de 40 TND/t a été pris en compte.

En conformité avec le calendrier d'exécution du projet, le début de l'exploitation de la station après la réhabilitation aura lieu en l'an 2019.

3.4.4.3 Coûts totaux actualisés

L'annexe III.8 (Tableaux III.8.2.2 à III.8.2.4) présente les coûts totaux actualisés en valeur année 2016, par application d'un taux d'actualisation annuel de 3%. Le taux d'actualisation est utilisé pour calculer le coût total actualisé / valeur actuelle nette, ou le coût moyen pondéré du capital. Un résumé des résultats obtenus est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 3.4-11 : Estimation des coûts d'investissement en capital fixe (ICF), des coûts d'exploitation (CE) et des coûts totaux actualisés (CTA) pour chaque solution étudiée

Solutions de traitement	ICF (TND)	CE (TND)	CTA (TND)
1	4 121 408	10 402 523	12 308 460
2	7 091 293	9 889 816	14 883 655
3	5 623 729	10 878 074	14 187 691

Pour les différentes solutions étudiées, le ratio TND/m³ d'eau usée traitée est respectivement de 0,67, 0,81 et 0,77.

3.4.5 Comparaison technique et économique des solutions

D'après l'analyse du tableau précédent, nous devons noter que la solution 2 est la plus chère jusqu'à l'horizon du projet, en raison d'un investissement initial et de coûts d'exploitation élevés. D'un point de vue strictement économique, la solution 1 est la plus avantageuse, avec les coûts d'investissement et coûts totaux actualisés les plus bas.

Pendant les missions en Tunisie, la Mission d'Etude a essayé de trouver des exemples de STEP avec processus de traitement par boues activées à moyenne charge, digestion anaérobie mésophile des boues et valorisation énergétique du biogaz. Malgré l'absence d'échantillon représentatif de stations de ce type, une visite à la STEP de Choutrana a été réalisée et il a été constaté que la digestion anaérobie des boues avec valorisation énergétique du biogaz était hors service. Après analyse des plans de formation fournis par l'ONAS, nous devons noter qu'un

grand effort serait nécessaire pour mettre en place la solution 2, en intégrant des actions de formation des équipes d'exploitation.

Par contre, la solution 1 intègre le processus de traitement existant, beaucoup plus simple et bien maîtrisé par l'équipe d'exploitation.

La solution 3 représente une situation intermédiaire. Néanmoins, les difficultés d'exploitation sont presque les mêmes que pour la solution 2.

Il est donc recommandé que la solution 1 soit adoptée pour la réhabilitation de la station de Medjez El-Bab.

3.4.6 Conclusion et recommandations

Les discussions avec l'ONAS pendant la présente étude ont mené à la sélection de la Solution 1 comme meilleur choix pour la STEP de Medjez El-Bab pour procéder à la conception détaillée.

3.4.6.1 Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée

Les principales interventions recommandées pour la solution retenue comprennent :

- **Traitement préliminaire**
 - construction d'un bassin de rétention de sables, y compris l'extraction des sables par un système "air-lift" ;
 - remplacement de la vis d'Archimède n°1 ;
 - remplacement du dégrilleur à raclage continu ;
 - remplacement du pont de raclage du dessablage et déshuilage ;
 - remplacement des pompes à sables du dessablage et déshuilage ;
 - installation d'un classificateur à sable du dessablage et déshuilage ;
 - remplacement des compresseurs du dessablage et déshuilage ;
 - installation de la vis transporteuse du dessablage et déshuilage pour l'enlèvement de la graisse ;
 - remplacement de l'équipement de mesure du débit d'effluent ;
- **Traitement biologique**
 - installation d'un système d'aération par air diffus dans les 2 filières ;
 - remplacement des agitateurs existants ;
 - remplacement des ponts de raclage des décanteurs secondaires ;
 - construction d'une station de pompage de boues pour la recirculation des boues en amont des bassins d'aération et pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur ;

- Traitement tertiaire
 - installation des pompes pour la recirculation de nitrate ;
 - construction de l'unité de désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration ;
- Traitement des boues
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la déshydratation mécanique des boues ;
- Traitement des odeurs
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation.

3.4.6.2 Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux

Comme il est nécessaire de maintenir le fonctionnement de la STEP durant les travaux, il est essentiel d'effectuer ceux-ci d'une manière progressive. En ce sens, il est recommandé que :

- les interventions soient faites autant que possible pendant la saison sèche, afin que le débit affluent soit plus petit ;
- la construction du bassin de rétention de sables soit prioritaire et achevée avant les interventions dans le traitement préliminaire ;
- les interventions prévues au niveau du traitement préliminaire soient effectuées en alternance sur chaque canal ;
- les interventions dans les bassins d'aération et dans les décanteurs secondaires soient effectuées ligne par ligne afin de permettre maintenir le reste en exploitation ;
- les interventions prévues au niveau de la désinfection, du traitement des boues et du traitement des odeurs n'interviennent pas directement dans le fonctionnement des STEP, et peuvent donc être exécutées de manière séquentielle.

3.4.6.3 Remarques sur les études ultérieures

Les résultats obtenus pour la STEP de Medjez el Bab ont permis de dégager une solution pour la fixation du budget de l'opération de réhabilitation et d'extension.

Il appartiendra toutefois aux études ultérieures, notamment APD, de valider dans le détail les choix techniques proposés ou de proposer quelques modifications techniques dans le cadre du budget de l'opération.

3.5 STEP DE TABARKA

3.5.1 Situation actuelle de la STEP

3.5.1.1 Informations générales

3.5.1.1.1 Localisation générale et accessibilité

La station d'épuration de Tabarka est située dans la commune de Tabarka, gouvernorat de Jendouba, à côté de la route Ain Drahem et à 1 km du centre-ville. La Figure 3.5-2 présente une vue aérienne de la STEP et du milieu récepteur des eaux épurées.



Figure 3.5-2 : Vue aérienne de la STEP de Tabarka et du milieu récepteur des eaux épurées
(Source : Google Earth 2010)

Tout le périmètre de la STEP est clôturé et l'accès à l'installation se fait directement à partir de la route Ain Drahem par un portail. La clôture est dégradée en quelques points, mais le portail est en bon état de conservation.

3.5.1.1.2 Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage

La STEP de Tabarka est située sur un terrain limité à l'est par un affluent de l'Oued El Kébir et à l'ouest par la route Ain Drahem. D'autre part, compte tenu de la proximité des habitations et de la zone touristique, certains problèmes tels qu'odeurs, moustiques et mouches gagnent en importance.

La STEP de Tabarka est située sur une superficie d'environ 4 ha et, selon l'Avant-Projet Sommaire (1985) fourni par l'ONAS, ce terrain est inondable, ce qui a entraîné la nécessité de relever la hauteur des ouvrages. Le terrain pour l'éventuelle extension est très exigu et confiné par la clôture.

3.5.1.1.3 Description des infrastructures existantes

La STEP de Tabarka a été mise en service en 1993 pour traiter les eaux usées provenant de la commune de Tabarka.

L'installation a été dimensionnée pour traiter les eaux usées produites par 45 000 eq.hab. correspondant à un débit de 5 500 m³/j et à une charge organique (DBO) de 1 825 kg/j.

Actuellement, les eaux usées sont acheminées par un réseau unitaire et arrivent à la STEP par refoulement.

La STEP de Tabarka a été conçue selon le procédé à boues activées en aération prolongée, en intégrant les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 12 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans une seule filière de traitement, avec 4 bassins d'aération munis d'aérateurs de surface flottants et d'agitateurs submersibles ;
 - sédimentation des boues dans un seul décanteur secondaire, de plan rectangulaire muni de pont de raclage aspirant ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération ;
 - extraction des boues activées en excès vers une station de pompage à partir de laquelle les boues sont pompées vers l'épaississeur ;
 - mesure du débit d'eau traitée ;
- Traitement tertiaire :
 - désinfection par 3 lagunes de maturation ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans 1 épaisseur de plan carré, muni d'un pont de raclage ;
 - déshydratation des boues épaissies sur 6 lits de séchage ;
 - Acheminement direct du surnageant provenant de l'épaississeur vers l'ouvrage d'arrivée, à l'amont du dégrilleur ;
 - Refoulement par une station de pompage du filtrat des lits de séchage ainsi que des eaux usées internes vers l'amont du dessableur/déshuileur.

Une partie des effluents venant du traitement biologique est réutilisée en interne comme eau de lavage.

Après l'étage de maturation, les eaux épurées ont deux destinations possibles : la décharge vers l'Oued Kébir ou la réutilisation pour l'arrosage d'un terrain de golf. Dans le deuxième cas, les eaux épurées sont acheminées par refoulement vers le terrain de golf au moyen d'une station de pompage, puis stockées dans des lacs jusqu'à leur utilisation pour l'arrosage.

La figure suivante présente le tableau de commande et de contrôle central de la station (il manque la représentation des lagunes de maturation) et quelques photos de l'installation sont présentées ensuite.



Figure 3.5-2 : Schéma de traitement de la STEP de Tabarka



Figure 3.5-3 : Photos de la STEP de Tabarka

1 – Traitement préliminaire – dégrillage ; 2 – Traitement préliminaire – dessablage et déshuilage ;
3 – Bassins d'aération ; 4 – Décanteur secondaire ; 5 – Lagune de maturation ; 6 – Lits de séchage.

Les principales dimensions des ouvrages existants sont présentées en Annexe III.4 (Tableaux III.4.3.1 à III.4.9). Les dimensions des lagunes de maturation ne sont pas présentées car les informations disponibles sont très incohérentes, les valeurs de la profondeur variant entre 1 et 3 m selon le cas.

Il faut remarquer en outre que la STEP dispose de trois bâtiments : un premier bâtiment d'exploitation abritant les locaux du personnel avec un laboratoire, une salle de commande et un magasin-atelier, un second bâtiment abritant la salle des compresseurs et un troisième bâtiment

destiné à abriter le poste transformateur, le poste de distribution principale basse tension (BT) et le groupe électrogène.

3.5.1.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives actuelles des eaux usées et épurées

3.5.1.2.1 Rapports d'exploitation de l'ONAS

Les tableaux suivants récapitulent les caractéristiques quantitatives et qualitatives des eaux usées affluentes à la STEP de Tabarka, ainsi que celles des eaux épurées, selon les rapports d'exploitation des années 2008, 2009 et 2010 fournis par l'ONAS.

Tableau 3.5-1 : Caractéristiques quantitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	Débit journalier (m ³ /j)	Débit mensuel (m ³ /mois)	Débit annuel (m ³ /année)
2008	Minimum	2 218	66 544	1 236 564
	Moyenne	3 378	103 047	
	Maximum	14 531	140 536	
2009 *	Minimum	1 999	61 982	1 328 362
	Moyenne	3 983	120 760	
	Maximum	15 606	158 882	
2010	Minimum	1 931	57 929	1 390 174
	Moyenne	3 798	115 848	
	Maximum	14 450	268 267	

* données du mois de décembre non disponibles

Tableau 3.5-2 : Caractéristiques qualitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (kg/j O ₂)	DCO (kg/j O ₂)	MES (kg/j)
2008	Minimum	909	1 007	849
	Moyenne	1 289	2 264	1 221
	Maximum	1 661	3 139	1 657
2009 *	Minimum	859	2 471	930
	Moyenne	1 441	3 119	1 278
	Maximum	1 836	4 523	1 478
2010	Minimum	560	1 145	533
	Moyenne	1 172	2 400	1 114
	Maximum	2 544	5 063	2 293

* données du mois de décembre non disponibles

Tableau 3.5-3 : Caractéristiques qualitatives des eaux traitées pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (mg/L O ₂)	DCO (mg/L O ₂)	MES (mg/L)
2008	Minimum	12	30	17
	Moyenne	25	74	27
	Maximum	37	101	38
2009	Minimum	12	28	16
	Moyenne	20	52	23
	Maximum	36	85	28
2010	Minimum	9	34	16
	Moyenne	21	61	22
	Maximum	31	78	29

3.5.1.2.2 Programme de prélèvement réalisé et discussion des principaux résultats

Dans le cadre de ce projet, un programme de prélèvement des eaux usées brutes et traitées a été mené, afin de confirmer les conclusions de l'analyse des rapports d'exploitation de la STEP.

L'échantillonnage a été réalisé conformément à la procédure définie pour la STEP de Béja, décrite au paragraphe 3.3.1.2.2.

L'échantillonnage pour la STEP de Tabarka a été réalisé aux dates suivantes :

- vendredi 15/10/2010 – samedi 16/10/2010 : souk hebdomadaire ; Pluie le jeudi soir précédent ;
- lundi 01/11/2010 – mardi 02/11/2010 : début de la semaine ; sans pluie ;
- samedi 06/11/2010 – dimanche 07/11/2010 : week-end ; journée très pluvieuse avec des inondations ;
- mercredi 10/11/2010 – jeudi 11/11/2010 : sans pluie.

Le tableau suivant présente les principaux résultats du programme de prélèvement effectué. En comparant les valeurs moyennes du programme de prélèvement (réalisé pendant les mois d'octobre et novembre 2010) avec les valeurs moyennes enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- La moyenne des valeurs de débit moyen journalier obtenues dans le programme de prélèvement est d'environ 13% supérieure à la moyenne des valeurs enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010 ;
- Les résultats du programme de prélèvement pour les concentrations de MES, DCO et DBO₅ dans les eaux usées brutes sont, en valeur moyenne, 20% à 30% inférieures aux valeurs moyennes du rapport d'exploitation ;
- Les valeurs de concentration de DCO et DBO₅ obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont, en valeur moyenne, 20% inférieures aux valeurs

moyennes de 2010 enregistrées, tandis que la valeur moyenne de MES est d'environ 70% supérieure ;

En comparant les résultats du programme de prélèvement seulement avec les valeurs des mois d'octobre et novembre enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- Les valeurs de débit moyen journalier obtenues dans le programme de prélèvement sont du même ordre de grandeur de celles enregistrées dans le rapport d'exploitation ;
- Les résultats du programme de prélèvement pour les concentrations de MES, DCO et DBO₅ dans les eaux usées brutes sont du même ordre de grandeur de celles enregistrées dans le rapport d'exploitation ;
- Les valeurs de concentration de MES, DCO et DBO₅ obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont, en général, du même ordre de grandeur, sauf une valeur de MES qui devient presque 5 fois supérieure aux valeurs enregistrées dans le rapport d'exploitation.

Tableau 3.5-4 : Résultats du programme de prélèvement

Paramètres	Du 15 au 16/10/2010		Du 01 au 02/11/2010		Du 06 au 07/11/2010		Du 10 au 11/11/2010	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Débit journalier (m ³ /j)		4 566		2 119		6 819		3 715
pH	7,1	7,3	7,08	7,68	7,42	7,64	7,4	7,7
Salinité (mg/L)	5 533	5 230	600	919	610	450	747	770
MES Total (mg/L)	278	95	289	20	122	15	139	22
MES Volatile (mg/L)	1,35	1	0,51	0,12	1,34	0,13	0,19	0,13
DCO (mg/L O ₂)	480	98	785	31	434	29	222	38
DBO ₅ (mg/L O ₂)	218	31	320	14	209	9	108	12
Carbonates (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bicarbonates (mg/L)	326	332	486	480	421	333	457	427
Hydroxydes (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Azote Kjeldahl (mg/L N)	22	11,5	16,2	13,7	10,9	4,72	8,8	3,9
Nitrates (mg/L N)	<0,04	0,2	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Phosphore total (mg/L P)	4,78	4,1	1,81	0,78	0,26	0,11	0,8	0,3
Huiles & graisses (mg/L)	8,4	2	61	<0,1	1,6	<0,1	104	<0,1
Hydrocarbures (mg/L)	16,7	<3,3	179,7	<3,3	22,8	<3,3	137	<3,3
Coliformes totaux	9,5×10 ⁸	4,5×10 ⁶	4,7×10 ⁷	9,5×10 ⁴	4,5×10 ⁶	4,5×10 ⁴	2,5×10 ⁶	9,5×10 ⁴
Coliformes fécaux	1,5×10 ⁸	4,5×10 ⁶	9,5×10 ⁶	4,5×10 ⁴	2,5×10 ⁶	4,5×10 ⁴	2,5×10 ⁶	2,5×10 ⁴

L'analyse des résultats ci-dessus souligne la forte influence de la pluviosité sur le débit journalier affluant à la STEP. En effet, le débit journalier enregistré pendant la période du 06/11/2010 au 07/11/2010 est presque trois fois le débit moyen d'un jour sans pluie.

Les ratios DBO₅/DCO obtenus varient de 0,41 à 0,49, ce qui se trouve dans la fourchette typique des effluents biodégradables.

En outre, l'efficacité de la dégradation de la charge organique est très élevée, atteignant environ 96%. Néanmoins, l'efficacité de l'élimination de l'azote est très faible, se situant entre 15,4% et 56,7% (pour ce calcul, il a été considéré que la valeur d'azote total correspond à l'azote Kjeldahl, puisque les nitrates et les nitrites dans l'effluent brut sont généralement négligeables).

D'autre part, l'analyse de la relation DBO₅/N/P indique un manque de phosphore dans l'eau usée brute, avec des valeurs supérieures à la référence de 100/5/1 sur trois des quatre jours d'échantillonnage. Néanmoins, ceci n'a pas compromis l'efficacité de dégradation de la charge organique.

3.5.1.3 Évaluation du fonctionnement de la station existante

Les rapports d'exploitation fournis par l'ONAS pour les années 2008, 2009 et 2010 indiquent que le débit moyen journalier a dépassé le débit de dimensionnement de la STEP de Tabarka, fixé à 5 500 m³/j, pendant le mois de janvier 2010 (un mois très pluvieux), atteignant 8 654 m³/j. Néanmoins, la valeur moyenne en 2010 est de 3 798 m³/j, correspondant à environ 69% de la capacité installée.

D'autre part, selon le Tableau 3.5-1, le débit maximum a déjà dépassé le débit de dimensionnement dans quelques situations, probablement liées à des jours pluvieux. Selon les rapports d'exploitation, les valeurs maximums présentées, 14 531 m³/j en 2008, 15 606 m³/j en 2009 et 14 450 m³/j en 2010, ont été enregistrées pendant des jours pluvieux (01-04-2008, 09-11-2009 et 04-09-2010, respectivement), en dépassant plus de 250 % du débit de dimensionnement.

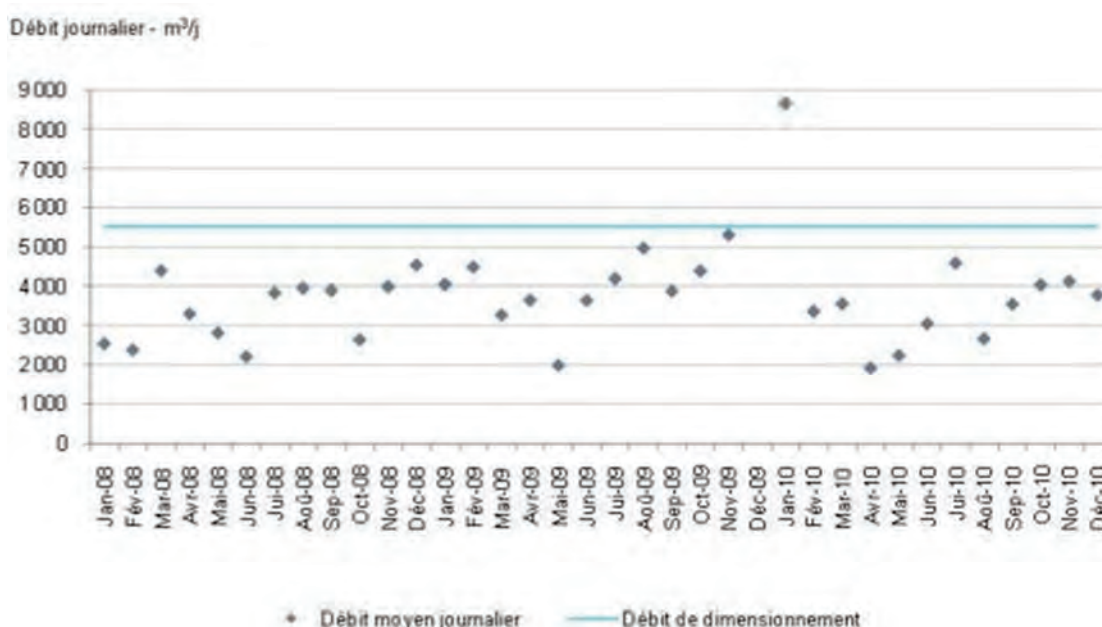


Figure 3.5-4 : Variation du débit moyen journalier affluent entre 2008 et 2010, et débit de dimensionnement

Au vu de la dernière figure, et malgré la variation des débits, aucune évolution saisonnière ne peut être mise en évidence, les valeurs maximums arrivant soit en hiver, soit en été.

En ce qui concerne la charge organique (DBO) affluente à la STEP de Tabarka, les rapports d'exploitation analysés indiquent que la charge organique moyenne a atteint, en 2009, près de 79% de la charge de dimensionnement, 1 825 kg/j, avec de très rares et mineures situations de dépassement. Cette valeur moyenne a diminué à 1 172 kg/j en 2010, soit environ 64% de la charge organique de dimensionnement. Les rapports révèlent en outre un rendement épuratoire très satisfaisant, avec une valeur moyenne d'environ 95% (relativement à la DBO), qui permet d'assurer à la sortie la valeur de 30 mg/l O₂ imposée par la législation en vigueur, sauf quelques situations exceptionnelles (voir Figure 3.5-6).

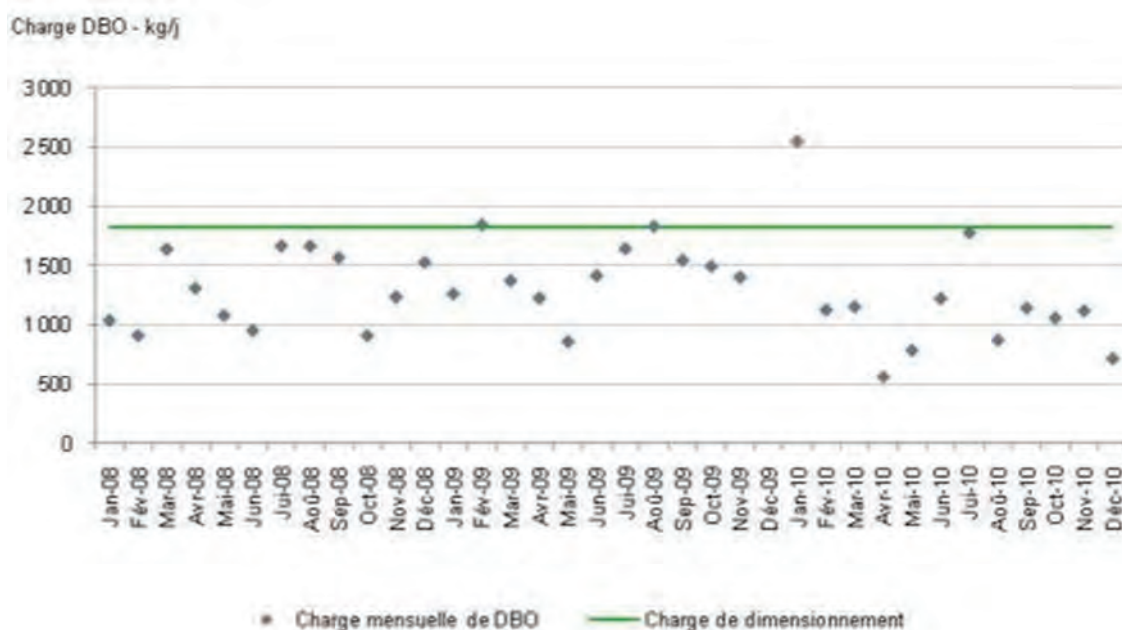


Figure 3.5-5 : Variation de la charge de DBO affluente entre 2008 et 2010, et charge de dimensionnement

En comparant les deux figures précédentes, il est à noter que la variation temporelle de la charge est similaire à la variation du débit, sans saisonnalité évidente.

Selon les rapports d'exploitation, les limites de transparence, matières décantables, MES, DBO₅ et DCO n'ont jamais été dépassées dans la période 2008-2009.

Le ratio obtenu entre la matière organique et les éléments nutritifs (DBO₅/N/P), pour les années 2008 et 2009, étant inférieur à la relation de référence 100/5/1, montre de bonnes conditions d'équilibre pour le développement de la biomasse bactérienne. Le rapport d'exploitation de 2010, fourni par l'ONAS, n'a pas de valeurs d'azote ni de phosphore à l'entrée de la station. Cependant, les résultats du programme d'échantillonnage ont montré qu'il manque parfois du phosphore, comme expliqué au paragraphe 3.5.1.2.2.

D'autre part, une relation DBO₅/N toujours supérieure à 3,5 est compatible avec l'élimination biologique d'azote.

Les eaux usées à traiter présentent des caractéristiques urbaines, donc les valeurs de la relation DBO₅/DCO se trouvent dans l'intervalle 0,3 – 0,8. Cela permet d'en déduire que ces effluents possèdent une biodégradabilité compatible avec la généralité des traitements biologiques.

La figure suivante présente la variation de la concentration de DBO₅ à la sortie de la station pendant la période analysée. Il est évident que les dépassements de la valeur limite surviennent pendant les mois d'été.

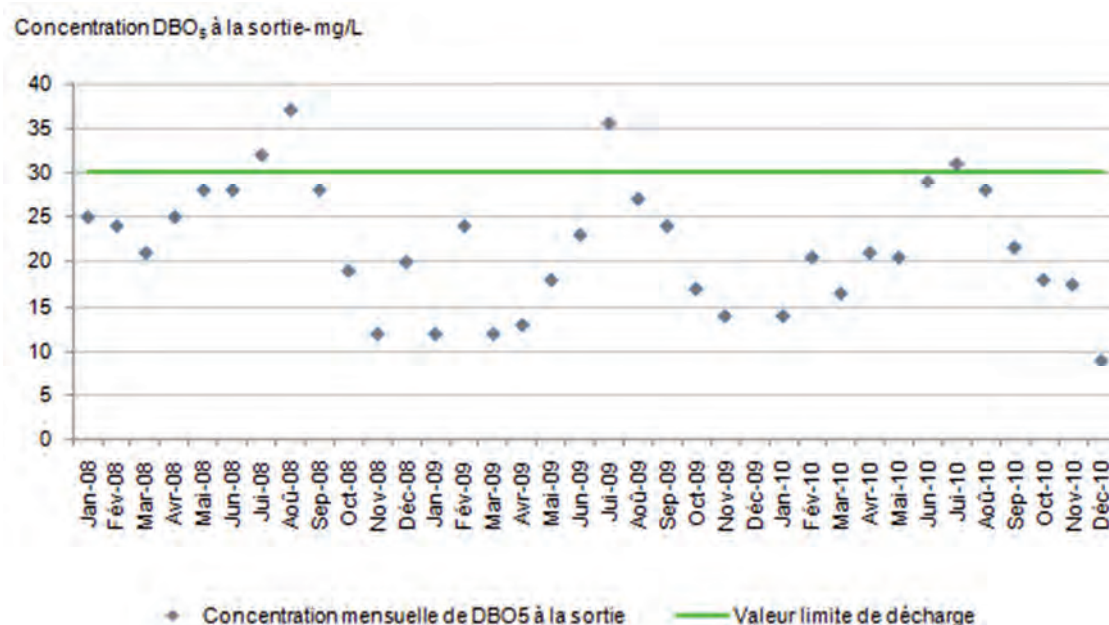


Figure 3.5-6 : Variation de la concentration de DBO₅ à la sortie entre 2008 et 2010, et valeur limite de décharge

Pendant la première visite effectuée à la STEP de Tabarka en juillet 2010, quelques informations ont été recueillies et il a été possible d'identifier certaines irrégularités sur le fonctionnement de la station, irrégularités qui devraient être résolues à court terme :

- l'affluence de sables à la STEP est très importante, ce qui justifie une vidange du dessableur-déshuileur une fois par an ;
- les ouvrages existants ne permettent pas une bonne gestion de la recirculation des boues biologiques et de la purge de boues activées en excès, ce qui porte préjudice à l'efficacité du traitement biologique ;
- un phénomène de moussage était bien visible en surface des bassins d'aération, ce qui peut être dû à la présence de *Nocardia* et/ou à de hauts niveaux de salinité et/ou à une aération inadéquate ;
- à la surface du décanteur secondaire, il a été possible de voir des boues flottantes, ce qui indique l'occurrence de la dénitrification dans cet ouvrage, avec perte pour la sédimentation des boues et pour la qualité des effluents traités ;
- pendant l'hiver, la capacité des lits de séchage n'est pas suffisante pour la déshydratation des boues. Afin de résoudre ce problème, la hauteur des boues sur les lits de séchage a été augmentée à plus de 30 cm ;
- la charge organique est très variable et, selon la technicienne responsable, la station travaille en surcharge surtout en été ;
- selon la technicienne responsable de la STEP, les eaux usées affluentes ont des concentrations de chlorures très élevées ;
- pendant la visite, l'odeur des boues sèches était notable, ce qui peut indiquer qu'elles n'étaient pas bien stabilisées ;

- selon la technicienne responsable, la profondeur des lagunes de maturation est supérieure à 2 m, ce qui est considéré comme excessif pour une désinfection efficace des eaux.

Une visite au club de golf a été réalisée, car celui-ci utilise une partie des eaux épurées pour l'arrosage des greens. Le responsable du club de golf a souligné des problèmes découlant de l'utilisation des eaux épurées pour l'arrosage, notamment :

- les plaintes des clients sur l'odeur intense lors de l'arrosage ;
- l'herbe est très fragile dû à un arrosage avec de l'eau ayant une salinité élevée.

La figure suivante présente la variation de la salinité à la sortie de la station, selon les valeurs des rapports d'exploitation des années 2008, 2009 et 2010.

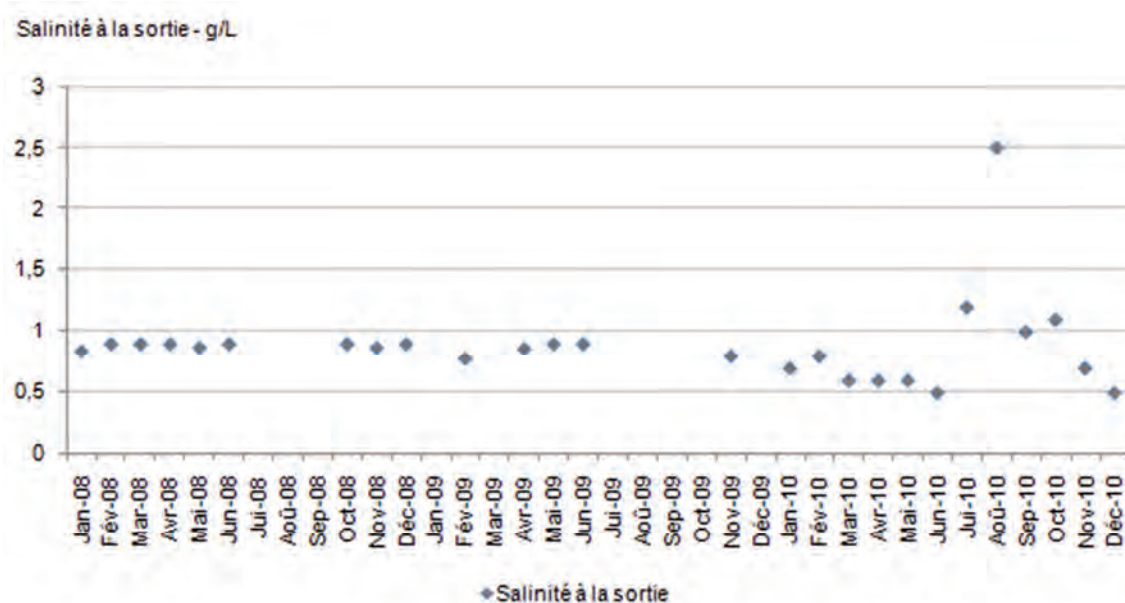


Figure 3.5-7 : Variation de la salinité dans les eaux épurées entre 2008 et 2010

Au vu de la dernière figure, entre janvier 2008 et juin 2010, les valeurs moyennes de salinité à la sortie de la station ont toujours été inférieures à 1 g/L. Malgré l'absence de valeurs de salinité pour les mois d'été des années 2008 et 2009, les valeurs de l'année 2010 montrent un accroissement de la salinité pendant les mois d'été, ce qui permet d'en déduire que cette augmentation pourrait être due à une utilisation plus importante des centres de thalassothérapie par les touristes.

Une deuxième visite à la STEP de Tabarka a été réalisée par la Mission d'Étude en mai 2011 et il a été constaté que les problèmes identifiés lors de la première visite persistaient. En outre, la Mission d'Étude a constaté que l'état général de conservation des équipements et ferronneries s'était aggravé depuis la première visite (les ponts racleurs du dessableur et du décanteur étaient en cours d'entretien).

La technicienne responsable de l'exploitation de la STEP a rapporté des problèmes d'ensablement du dessableur/déshuileur, ce qui justifie une vidange de cet ouvrage une fois par an (au mois de mai).

Lors de cette deuxième visite, un autre problème de fonctionnement a été constaté : le niveau des eaux usées dans le canal *bypass* était élevée et, compte tenu de la proximité de l'épaississeur,

il y avait un court-circuit hydraulique vers l'épaisseur, à travers le tuyau de décharge du surnageant, avec perte d'efficacité pour l'épaississement des boues.

En ce qui concerne la consommation énergétique de la station, les rapports d'exploitation indiquent une consommation spécifique moyenne de 0,31 kWh/m³ d'eau traitée en 2008, de 0,28 kWh/m³ en 2009 et 0,27 kWh/m³ en 2010. Le tableau suivant récapitule les valeurs de consommation énergétique pour la STEP de Tabarka.

Tableau 3.5-5 : Consommation énergétique

Année	Valeur	Consommation énergétique (kWh)	Indicateur de consommation énergétique (kWh/m ³)
2008	Minimum	26 866	0,31
	Moyenne	31 637	
	Maximum	38 925	
2009	Minimum	26 675	0,28
	Moyenne	33 664	
	Maximum	44 798	
2010	Minimum	24 344	0,27
	Moyenne	31 741	
	Maximum	43 892	

La figure suivante présente la variation de la consommation d'énergie pendant la période analysée, avec une augmentation de la consommation énergétique bien marquée pendant les mois d'été.

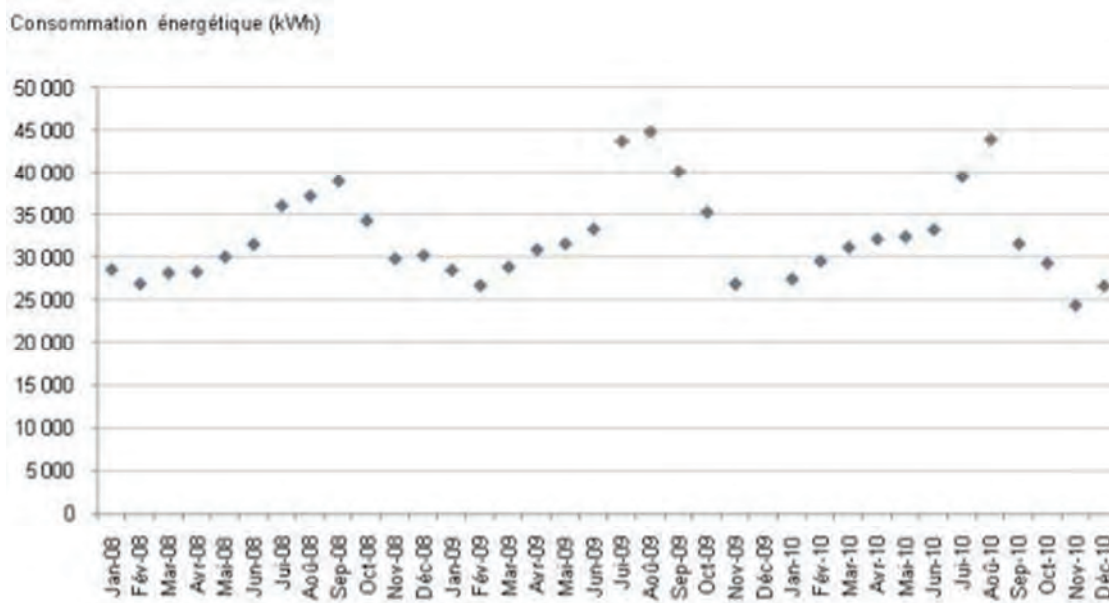


Figure 3.5-8 : Variation de la consommation énergétique entre 2008 et 2010

3.5.1.4 Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires

Les plus grandes limitations trouvées pour la STEP de Tabarka concernent fondamentalement l'accumulation de sables dans les ouvrages de traitement, les caractéristiques qualitatives des eaux usées affluentes, l'aération des bassins, l'élimination biologique de l'azote, la gestion des systèmes de recirculation des boues et de purge des boues en excès, et la déshydratation des boues pendant l'hiver.

Accumulation de sables

Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminé dans le dessableur-déshuileur existant et sédimente dans les bassins d'aération. Afin de résoudre ce problème, il est proposé l'intégration d'un bassin de rétention des sables en amont de l'ouvrage d'arrivée, matérialisé dans l'épaississeur existant, et qui travaillera en complément au dessableur-déshuileur.

Prolifération d'odeurs

Compte tenu de la proximité des habitations et des zones touristiques, ce problème doit être résolu en confinant les zones de plus grande production d'odeurs, tels que l'ouvrage d'arrivée et les zones de traitement de boues. Cet aspect sera pris en compte lors du développement des solutions de réhabilitation de la STEP de Tabarka.

Caractéristiques qualitatives des eaux usées

La grande variation de charge organique affluente à la STEP peut déclencher des phénomènes de foisonnement, ou *bulking* dans la désignation anglaise, motivés par le déséquilibre et la carence en agents nutritifs (N, P). Ce phénomène est dû au développement de bactéries filamenteuses et augmente le volume occupé par les boues, endommageant surtout la décantation secondaire. Néanmoins, la surcharge organique indiquée par la responsable de la STEP n'est pas clairement mise en évidence dans les rapports d'exploitation.

La variation de la salinité ne permet pas que les microorganismes s'adaptent aux conditions de faible salinité et aux conditions de salinité élevée. Pour une gestion plus efficace du traitement, il faut que la salinité soit moins variable. Il faut vérifier que les usagers touristiques respectent les normes de rejet dans le réseau public d'assainissement (NT 106.02).

Aération des bassins

Les aérateurs de surface ont généralement des rendements inférieurs à ceux obtenus par des systèmes d'aération submersible, comme l'air diffus (à bulles fines). En outre, l'aération de surface produit des aérosols lors du fonctionnement, ce qui porte préjudice à la santé du personnel d'exploitation. Il est donc proposé le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines. Ce système intègrera des compresseurs dotés de variation de vitesse, des conduites d'air et des diffuseurs (tubulaire ou disque). Les compresseurs devront avoir une protection contre le bruit et devront être installés dans un bâtiment équipé avec un pont roulant et une ventilation forcée.

Élimination biologique de l'azote

La norme tunisienne NT 106.02 impose des valeurs limites pour les nitrates, les nitrites, l'azote organique et ammoniacal, qui peuvent être atteints par un traitement biologique.

Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique de l'azote, c'est-à-dire dimensionner les volumes de l'anoxie et installer des pompes (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier, en dotant les conduites de refoulement d'un débitmètre électromagnétique.

Recirculation des boues et purge des boues activées en excès

Dans la STEP de Tabarka, la répartition des débits entre les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues activées en excès est faite manuellement par une vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave une bonne gestion de la répartition des boues et affecte négativement le processus de traitement.

Afin de résoudre ce problème, il est prévu la construction de stations de pompage des boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur et pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération.

Court-circuit hydraulique entre le canal *bypass* et l'épaississeur

En raison de sa proximité, la gouttière du surnageant de l'épaississeur est liée gravitairement au canal *bypass* de l'ouvrage d'arrivée. Quand le niveau des eaux usées dans le canal *bypass* est élevé, il y a un court-circuit hydraulique vers l'épaississeur à travers le tuyau de décharge du surnageant, avec perte d'efficacité de l'épaississement des boues. Ce problème sera pris en compte lors du développement des solutions de réhabilitation de la STEP de Tabarka.

Déshydratation des boues

Pendant l'hiver, les lits de séchage existants n'ont pas une capacité suffisante pour déshydrater les boues épaissies. Pour résoudre ce problème, il est proposé que la déshydratation des boues soit effectuée par un équipement mécanique, comme un filtre à bande ou une décanteuse centrifuge, avec addition de polyélectrolyte.

Désinfection

Selon la norme en vigueur NT 106.02 (1989), la qualité microbiologique imposée pour le domaine public maritime et hydraulique (coliformes fécaux inférieurs à 2000/100 ml et streptocoques fécaux inférieurs à 1000/100 ml) implique l'intégration d'un étage de désinfection finale des effluents, indépendamment des utilisations associées aux milieux récepteurs.

L'efficacité de la désinfection par des bassins de maturation est toutefois fortement dépendante des conditions climatiques (notamment de la température et de l'intensité de la radiation solaire) et il n'est donc pas possible d'assurer la qualité bactériologique exigée. Il n'a pas été possible en outre de déterminer les dimensions des bassins de maturation existants, car les informations disponibles sont très incohérentes, avec des valeurs de profondeur entre 1 et 3 m

selon les sources. D'autre part, il s'agit d'une solution extensive, très exigeante vis à vis de l'occupation des sols.

Il est donc prévu le remplacement des lagunes existantes par un système de désinfection par radiation ultraviolette, précédée en amont par une opération de filtration pour s'assurer de ce que les eaux à traiter aient la transmittance nécessaire à une diffusion efficace des rayonnements.

Moussage en surface des bassins

Les interventions décrites précédemment concernant le traitement biologique, notamment l'amélioration du système d'aération, la gestion de la recirculation des boues biologiques et la purge des boues activées en excès, peuvent résoudre ce problème.

État de conservation et de fonctionnement des équipements électromécaniques

En général, les équipements électromécaniques ont un niveau de corrosion élevé, probablement dû à la proximité de la mer et à l'environnement agressif, inévitable dans le traitement des eaux usées.

En outre, de nombreux cas de dysfonctionnement et de dégradation ont été identifiés. Par exemple, le pont racleur du décanteur secondaire souffre d'une déviation sur le mouvement longitudinal. Il y avait un grand écart entre le guidage des roues et le mur du décanteur.

L'automatisation pourrait être améliorée par l'installation d'une instrumentation supplémentaire, tels que débitmètre, en prévoyant une intégration entre l'instrumentation et le fonctionnement des équipements mécaniques.

La STEP dispose d'un générateur électrique de secours qui n'est pas utilisé, selon les informations obtenues lors de la visite technique effectuée.

Afin de compléter ces informations, un tableau avec les principaux commentaires sur les équipements électromécaniques de la STEP est présenté en Annexe III.4 (Tableaux III.4.1.1.1).

3.5.2 Données de conception

3.5.2.1 Année horizon du projet

L'horizon du projet de cette étude est, comme pour la STEP de Béja étudiée précédemment, l'année 2029, en prenant l'année 2016 comme année d'investissement et l'année 2019 comme année de début d'exploitation.

3.5.2.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus

Le tableau suivant résume les caractéristiques quantitatives et qualitatives estimées pour les eaux usées brutes à traiter dans la STEP de Tabarka, conformément aux données de base décrites au paragraphe 3.2.

Tableau 3.5-6 : Estimation des caractéristiques des eaux usées brutes

Paramètre	Unité	Année 2011	Année 2029
Population			
Domestique	habitants	21 239	31 322
Industrielle	EH	1 192	3 787
Touristique	lits	5 304	9 400
Total	EH	27 735	44 509
Débits			
Débit moyen journalier	m ³ /j	4 491	8 510
	L/s	52,0	98,5
Débit d'infiltration	m ³ /j	770	1 485
	L/s	8,9	17,2
Débit moyen journalier + infiltration	m ³ /j	5 261	9 995
	L/s	60,9	115,7
Débit de pointe	m ³ /h	370,8	700,1
	L/s	103,0	194,5
Débit maximum de dimensionnement	m ³ /h	378,0	700,1
	L/s	105,0	194,5
Charges polluantes			
MES	kg/j	2 460	3 892
DBO ₅	kg/j	1 664	2 671
DCO	kg/j	3 364	5 455
NT	kg/j	234	396
PT	kg/j	42	67
Coliformes fécaux (CF)	NMP/j	2,65x10 ¹⁵	4,07x10 ¹⁵
Concentrations (sans débit d'infiltration)			
MES	mg/L	548	457
DBO ₅	mg/L	371	314
DCO	mg/L	749	641
NT	mg/L	52	47
PT	mg/L	9	8
Coliformes fécaux (CF)	NMP/100mL	5,91x10 ⁷	4,78x10 ⁷

Ces valeurs ont été estimées en tenant compte du raccordement des nouvelles zones industrielles projetées par l'AFI et décrites dans le Tableau 3.2-3, car ces dernières ne représentent que 8,5% de la population équivalente totale estimée pour l'année 2029 (44 509 EH).

Pour l'estimation des caractéristiques quantitatives et qualitatives de l'effluent industriel, il a été considéré que les usagers industriels disposeront d'un traitement préliminaire des effluents permettant le respect des limites de rejet dans le réseau public d'assainissement imposées par la

législation en vigueur. Autrement dit, la concentration de DBO₅ des effluents industriels à traiter dans la STEP de Tabarka sera de 400 mg/L. L'estimation de la population équivalente industrielle a été faite en admettant une production spécifique d'eaux usées de 40 m³/ha/j et une production spécifique de DBO₅ de 60 g/hab/j.

3.5.2.3 Cadre législatif pour la qualité du milieu récepteur et pour la qualité nécessaire des eaux épurées

Il faut en général respecter les normes de rejet des eaux usées établies dans la législation applicable, notamment la NT 106.02. Toutefois, cette norme est en révision et un projet de nouveau décret a été fourni à la Mission d'Études. Bien que ce nouveau document ne soit pas encore en vigueur, il faut remarquer qu'il est envisagé des normes de rejets différenciées pour les milieux récepteurs sensibles et pour les autres milieux récepteurs.

Ainsi que mentionné précédemment, les eaux épurées de la STEP de Tabarka peuvent être déversées dans l'Oued Kébir ou être réutilisées pour l'arrosage d'un terrain de golf. L'Oued Kébir se jetant dans la mer Méditerranée sur une zone de baignade, la plage de Tabarka, on considère que ce milieu récepteur pourrait à l'avenir être considéré comme un milieu récepteur sensible car particulièrement sensible à la pollution hydrique causée par les substances microbiologiques.

D'autre part, l'utilisation des eaux épurées pour l'arrosage du terrain de golf peut créer des situations de contact direct des personnes avec les eaux traitées et entraîner un risque de contamination qui justifierait l'inclusion d'une étape de désinfection.

Dans tous les cas, tant que le nouveau décret n'est pas mis en œuvre, les eaux épurées de la STEP de Tabarka doivent respecter le cadre de qualité présenté dans le tableau 1.3-8 du chapitre I.

3.5.2.4 Cadre législatif sur la destination finale des boues

Selon la stratégie définie par l'ONAS, la destination finale des boues déshydratées devra suivre les priorités suivantes :

- 1) Filière verte – valorisation agricole ;
- 2) Filière rouge – incinération ;
- 3) Filière noire – décharge contrôlée.

Les eaux usées affluentes à la STEP de Tabarka sont essentiellement urbaines et ne devraient donc pas contenir de métaux lourds ou autres éléments nuisibles à l'utilisation des boues en agriculture. Les caractéristiques qualitatives des eaux usées produites dans la nouvelle zone industrielle à raccorder à la STEP ne sont pas connues, mais il est néanmoins supposé que les boues provenant du traitement répondront à toutes les dispositions de la législation en vigueur (voir chapitre I, 1.3.3.3) et pourront donc être valorisées pour l'agriculture.

3.5.3 Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables

3.5.3.1 Considérations générales

Pour la réhabilitation de la station d'épuration de Tabarka, les trois solutions alternatives déjà décrites au paragraphe 3.4.3.1 sont également identifiées.

Pour ces trois solutions, et comme cela a déjà été préconisé pour les STEP précédentes, il y aura également à Tabarka l'intégration d'un bassin de rétention des sables, la substitution des aérateurs de surface par un système de diffusion d'air, l'installation d'un système de recirculation interne de nitrate, la construction de stations de pompage pour la recirculation des boues et l'extraction des boues en excès, la construction d'un nouvel étage de déshydratation mécanique des boues et l'élimination des microorganismes pathogènes en utilisant une radiation ultraviolette (désinfection finale).

Compte tenu de la proximité des habitations et de la zone touristique, et afin de minimiser les désagréments pour le voisinage de la STEP, une désodorisation des ouvrages et des bâtiments associés à l'émission des odeurs sera comprise.

En ce qui concerne les conditions de sécurité pour les ouvriers de la STEP, l'installation de garde-corps sur tous les ouvrages ayant une profondeur de liquide supérieure à 1 m est recommandée, notamment pour le dessableur-déshuileur, les réacteurs biologiques (en plus des garde-corps existants), les clarificateurs et les épaisseurs.

La description des filières de traitement est présentée dans les paragraphes suivants. Les principaux critères de conception et de dimensionnement liés aux principes des opérations unitaires, les processus que les filières de traitement pourraient intégrer, ainsi que l'estimation des conditions de fonctionnement des ouvrages, sont présentés en Annexe III.1 (Tableau III.1.2).

Les schémas fonctionnels de chaque solution étudiée sont également présentés en Annexe III.7.

Dans le développement futur du travail, la question de changer le site de la station d'épuration, en raison de sa proximité avec les zones urbaines et de la pollution générée, doit être envisagée.

3.5.3.2 Solution 1

3.5.3.2.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La première solution de réhabilitation de la STEP de Tabarka est basée sur le même procédé que celui existant, c'est-à-dire un système de boues activées à faible charge.

Les avantages et inconvénients de cette solution sont décrits au paragraphe 3.3.3.2.1.

En accord avec les données de base décrites au paragraphe 3.5.2.2, il a été estimé que, pour l'année 2029, la STEP de Tabarka devrait avoir une capacité pour traiter les eaux usées de 44 509 équivalents-habitants. Le dimensionnement effectué dans le cadre de ce projet a permis de conclure qu'il faut augmenter la capacité de traitement installée. Le débit moyen journalier à traiter en l'an 2029 sera donc de 8 510 m³/j (la capacité installée étant de 5 500 m³/j) et la charge organique moyenne sera de 2 671 kg/j (la capacité installée étant de 1 825 kg/j)

Le débit maximum affluent estimé dans cette étude (700 m³/h) est supérieur au débit des stations de pompage en amont de la STEP (378 m³/h). Par conséquent, cette première valeur sera prise en compte comme débit maximum de dimensionnement à l'année horizon du projet. A

l'année zéro, le débit maximum affluent correspondra au débit maximum de la station de pompage (378 m³/h).

Compte tenu de la forte affluence de sables à la STEP, un bassin de rétention de sables en amont du traitement préliminaire est préconisé. Cette rétention sera matérialisée par l'épaississeur existant, dont la localisation est très favorable et l'efficacité de l'épaississement de boues très mauvaise.

Selon l'APS de la STEP de Tabarka, les ouvrages du traitement préliminaire ont été dimensionnés pour un débit maximum de 756 m³/h. La vérification des conditions de fonctionnement a révélé que tous les ouvrages de traitement préliminaire ont une capacité suffisante (la hauteur de l'eau dans le canal de dégrillage ne dépasse pas 0,8 m et le temps de rétention dans le dessableur-déshuileur avec le débit maximum atteint plus de 15 minutes).

En utilisant les critères présentés en Annexe III.4 (Tableau III.4.5.1) pour le traitement biologique, le dimensionnement effectué a révélé que le volume biologique disponible n'est pas suffisant pour le traitement biologique des eaux usées affluentes pour l'année horizon du projet, en régime de faible charge, c'est-à-dire, en maintenant le paramètre d'opération charge massique (F/M) dans l'intervalle théorique admissible (0,05 – 0,15 kg DBO₅/kg MVS.jour). Il est donc nécessaire d'augmenter le volume biologique en construisant une nouvelle filière de traitement, laquelle fonctionnera en complément de la filière existante. Ainsi, après l'ouvrage d'arrivée, le débit affluent sera divisé en acheminant 60% vers la filière existante et 40% vers la nouvelle filière.

En ce qui concerne la décantation secondaire, la vérification des conditions de fonctionnement de la filière existante avec 60% du débit affluent à la STEP (à l'année horizon du projet), permet de conclure que celle-ci fonctionnera correctement avec le décanteur existant. La nouvelle filière de traitement intégrera un seul décanteur secondaire, dimensionné pour traiter 40% du débit affluent à la STEP, à l'année horizon du projet.

Comme mentionné ci-dessus, la construction de deux stations de pompage de boues biologiques (une pour chaque filière de traitement) est prévue. Elles seront équipées avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers les épaississeurs et pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération. Les pompes de recirculation des boues doivent permettre l'élévation d'un débit compris entre 50% et 150% du débit moyen journalier affluent à la STEP. Afin de faciliter le contrôle de la gestion des boues, les groupes seront dotés de variateurs de vitesse et des débitmètres électromagnétiques seront installés dans les conduites de refoulement.

En aval de la décantation secondaire, une nouvelle étape de traitement tertiaire sous forme d'une filtration suivie d'une désinfection par UV est prévue, afin de réduire la charge bactériologique pour répondre aux exigences de la norme NT 106.02.

En ce qui concerne l'étape d'épaississement, le fonctionnement de l'épaississeur existant a été évalué avec les débits de boues en excès estimés pour l'année zéro et pour l'année horizon du projet. Cette évaluation a démontré que l'épaississeur existant n'a pas une capacité suffisante dès que la charge de solides et la charge hydraulique dépassent les valeurs admissibles (40 kg/m²/jour et 5 m³/m²/jour respectivement). Dans ce cas, et compte tenu des anomalies de fonctionnement de l'épaississeur existant, la construction de deux nouveaux épaississeurs en remplacement de celui existant est nécessaire.

Le dimensionnement effectué a démontré que les lits de séchage ne sont pas suffisants pour déshydrater les boues épaissies estimées pour l'année zéro et pour l'année horizon du projet. Ce problème peut être résolu avec une déshydratation mécanique des boues par décanteuse

centrifuge. Il faut prévoir, préalablement à la déshydratation, la possibilité de stockage des boues avec une capacité pour trois jours de production, afin de faire face à une éventuelle situation de panne de l'équipement. Il est prévu l'addition en ligne d'une solution de polyélectrolyte pour les boues à déshydrater. Les boues déshydratées seront stockées dans des conteneurs qui permettront de régulariser leur vidange vers leur destination finale.

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Tabarka comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans deux filières de traitement (une existante et une nouvelle) avec un volume total de 7 762 m³, munies d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateurs de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires de plan rectangulaire avec une superficie totale de 700 m², munis de pont de raclage aspirant (un existant et un nouveau) ;
 - acheminement des boues biologiques vers deux stations de pompage, une station de pompage pour chaque filière de traitement (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par débitmètres électromagnétiques (nouveau) ;
 - alimentation de boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par débitmètres électromagnétiques (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - mesure du débit d'eau traitée (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée pour chaque filière dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate, refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (nouveau) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;

- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans 2 épaisseurs, munis de pont de raclage (nouveau) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant de l'épaissement, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé, extrait du bassin de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.5.3.2.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 1, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.4 (Tableau III.4.10.1).

3.5.3.2.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.4 (Tableau III.4.5.3).

3.5.3.2.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultants du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.4 (Tableau III.4.3.3).

3.5.3.2.5 Equipement

En général, les équipements électromécaniques ont un niveau de corrosion élevé et présentent de nombreux cas de dysfonctionnement et de dégradation.

Le tableau suivant récapitule pour la solution 1 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Tabarka. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.5-7 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Dégrilleur droit à raclage continu	Le dégrilleur mécanique présente à grande échelle un haut niveau de corrosion, probablement due à la proximité de la mer et à son environnement de travail avec des eaux usées. Tous les mécanismes sont exposés aux conditions météorologiques. Les rejets sont acheminés vers le lieu de chargement pour transport au moyen d'une trémie en acier inoxydable. Celle-ci présente de la corrosion et ne semble pas être la meilleure solution pour cette fonction. Les vannes présentent un haut niveau de détérioration.	L'état de dégradation constaté justifie le remplacement de tous ces équipements.	débit maximum par dégrilleur = 700 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le diagnostic sur l'état de conservation des équipements est détaillé dans l'Annexe III (Tableau III.2.1.1.1).	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	-
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racleur présente en général un niveau très élevé de détérioration. Le pont racleur souffre d'une déviation sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un niveau de dégradation élevé. Les éléments électriques de l'équipement présentent un niveau de dégradation élevé.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	A installer sur l'ouvrage existant

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompes à sable (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Etude les mauvaises performances des pompes à sable.	Le remplacement des équipements est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il n'y a aucun classificateur à sable. La remorque à sables contient une grande quantité d'eau.	L'opération de classification de sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité total estimée = 20 m ³ /h.
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant, il faut mettre en œuvre une méthode plus efficace d'aération. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intégrera des compresseurs dotés de variation de vitesse, des conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Pour cette solution, il faut construire une nouvelle ligne de traitement, donc il y aura trois compresseurs: 2+1; un compresseur pour chaque ligne.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur ligne existante = 4 091 m ³ /h ligne nouvelle = 2 582 m ³ /h
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant l'intégration de mesure de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Agitation	Il n'y a pas d'agitateurs submersibles.	Pour cette solution, il faut envisager l'ajout d'agitateurs submersibles.	À installer dans les bassins.
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Le pont racleur présente en général un haut niveau de détérioration. Le pont racleur souffre d'une déviation sur le mouvement longitudinal. Il y a un grand écart entre sa roue directrice et la paroi de clarification. Les roues de pont racleur présentent un niveau de dégradation élevé.	Le remplacement des équipements est recommandé. Pour cette solution, il faut également ajouter un pont racleur pour la nouvelle ligne.	À installer dans le décanteur secondaire existant et dans le nouveau décanteur secondaire.
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Il a été signalé à la Mission d'Étude les mauvaises performances des pompes d'élévation des boues biologiques.	Pour cette solution, il faut ajouter des pompes submersibles pour l'élévation des boues biologiques. Il y a trois pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe ligne existante = 114 m ³ /h ligne nouvelle = 76 m ³ /h
Pompe de recirculation des boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement. Pour cette solution, il faut ajouter des pompes de recirculation de boues pour la nouvelle ligne.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération est recommandée. La construction d'une station de pompage dédiée à la nouvelle ligne est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe ligne existante = 332 m ³ /h ligne nouvelle = 221 m ³ /h

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Mesure du débit de recirculation des boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement. Aussi, la station de pompage de boues vers l'épaississeur présente des problèmes hydrauliques. Il a été signalé à la Mission d'Etudes certaines questions de débordement et dysfonctionnement des pompes submersibles.	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée. Il est recommandé la construction d'une station de pompage dédiée à chaque ligne.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote. Pour cette solution, il faut ajouter une pompe de recirculation de nitrate pour la nouvelle ligne.	Il faut installer dans les bassins d'aération existants des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe ligne existante = 664 m ³ /h ligne nouvelle = 443 m ³ /h

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur, comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 42 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticales d'alimentation aux filtres et filtres à pression auto nettoyants. Système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 700 m ³ /h
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaisseur)	La peinture du pont racler existante est un peu dégradée et altérée à certains endroits. La station de pompage de boues vers l'épaisseur présente des problèmes hydrauliques. Il a été signalé à la Mission d'Etudes quelques problèmes de débordement et de dysfonctionnement des pompes submersibles. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction de nouveaux épaisseurs est proposée.	L'épaississement des boues sera réalisé dans deux nouveaux épaisseurs de plan circulaire, munis de nouveaux ponts de raclage.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompes à boues épaissies	Les pompes à boues (qui élèvent vers le bassin de stockage de boues épaissies ou vers les lits de séchage) présentent un niveau de détérioration élevé.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il est nécessaire de remplacer ces pompes. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaisseur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.
Agitateur submersible (bassin de stockage de boues épaissies)	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, un stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation est proposé.	Un agitateur submersible pour éviter la sédimentation des boues doit être installé.	-
Pompe d'élévation des boues épaissies pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 23 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement est recommandée.	capacité 23 m ³ /h
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane.	capacité 1 000 L/h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompe doseuse de polymère	-	Des pompes doseuses à membrane sont recommandées.	débit estimé par pompe = 0,8 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées	-	L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 19 m ³ /j
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation est proposée.	La désodorisation de l'air contaminé sera réalisée par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	

3.5.3.3 Solution 2

3.5.3.3.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La deuxième solution intègre un traitement biologique par boues activées moyenne charge, avec digestion anaérobie des boues et valorisation énergétique du biogaz. La filière de traitement intègre de nouveaux ouvrages et équipements de traitement primaire et de stabilisation anaérobie mésophile des boues, à savoir digesteur anaérobie, gazomètre, torchère, équipements de traitement du biogaz, moto-générateurs, chaudière et échangeur de chaleur. Cette solution intègre un plus grand nombre d'opérations, et accroît donc notablement la complexité d'exploitation et d'entretien. Pour faire face à cette difficulté, les ouvriers devront avoir une formation spécialisée pour l'exploitation des nouveaux équipements. C'est d'autre part une solution avantageuse sur le plan énergétique, compte tenu de la plus basse consommation d'énergie par rapport aux systèmes d'aération prolongée et de la possibilité de valoriser énergétiquement le biogaz produit.

Compte tenu de la forte affluence de sables à la STEP, un bassin de rétention des sables en amont du traitement préliminaire est préconisé. Cette rétention sera matérialisée par l'épaississeur existant, dont la localisation est très favorable et l'efficacité de l'épaississement de boues très mauvaise.

Comme mentionné pour la solution 1, le débit maximum affluent estimé est inférieur au débit de dimensionnement des ouvrages de traitement préliminaire existants et leur capacité est donc suffisante. Néanmoins, l'introduction de 2 décanteurs primaires requiert une modification du profil hydraulique des ouvrages de traitement préliminaire. Une surélévation du couronnement des ouvrages du traitement préliminaire et un changement correspondant des déversoirs est donc proposé.

Le dimensionnement effectué a révélé que, en régime de moyenne charge, le volume biologique de trois des bassins existants ($3\,693\text{ m}^3$) est suffisant pour le traitement biologique des eaux usées affluentes pour l'année horizon du projet. Pour l'année zéro, l'équipe d'exploitation pourra opérer avec deux bassins uniquement ($2\,462\text{ m}^3$), en améliorant les conditions de fonctionnement du traitement biologique. Le volume anoxique préconisé pour l'année zéro correspond à la moitié d'un bassin existant et la construction d'une paroi dans ce premier bassin est donc nécessaire. Néanmoins, pour l'année horizon de projet, la totalité du volume de ce bassin sera nécessaire pour la dénitrification. Ce bassin doit donc être préparé pour fonctionner dans ces deux cas : une moitié anoxique et l'autre aérobie, ou totalement anoxique.

En ce qui concerne la décantation secondaire et les stations de pompage de boues, les considérations effectuées pour la solution 1 sont aussi valables pour cette solution 2. Nous préconisons donc la construction d'un nouveau décanteur secondaire pour traiter 40 % du débit affluent à la STEP. Il est donc nécessaire d'inclure après les bassins d'aération un ouvrage de répartition de débit (60 % du débit vers le décanteur existant et 40 % vers le nouveau décanteur).

En aval de la décantation secondaire, une nouvelle étape de traitement tertiaire sous forme d'une filtration suivie d'une désinfection par UV est prévue, afin de réduire la charge bactériologique pour répondre aux exigences de la norme NT 106.02.

Comme cela a été vérifié pour la solution 1, l'épaississeur existant n'a pas une capacité suffisante et il présente de graves problèmes de fonctionnement (notamment l'entrée d'eaux usées brutes dans la gouttière du surnageant et dans le volume d'épaississement). Il faut donc construire deux nouveaux épaississeurs.

Comme pour la solution 1, les lits de séchage ne sont pas suffisants pour déshydrater le débit de boues digérées estimé et l'installation d'une étape de déshydratation mécanique par décanteuse centrifuge est donc préconisée.

Ainsi, la filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Tabarka comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - élévation initiale des eaux usées, dû à la surélévation du couronnement des ouvrages de traitement préliminaire (nouveau) ;
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire, munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans la filière de traitement existante (en utilisant un volume total de 2 462 m³ pour l'année zéro et de 3 693 m³ pour l'année horizon du projet), munie d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires de plan rectangulaire, avec une superficie totale de 700 m², munis de pont de raclage aspirant (un existant et un nouveau) ;
 - acheminement des boues vers les stations de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - élévation de boues en excès vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - mesure du débit d'eau traitée (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate (nouveau), refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers

- compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (nouveau) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
 - Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs munis de pont de raclage (nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par cogénération (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;
 - Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.5.3.3.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 2, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.4 (Tableau III.4.10.2). Le bilan énergétique de la solution 2 comprend l'électricité produite par cogénération.

3.5.3.3.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium, la chaux éteinte et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.4 (Tableau III.4.5.4).

3.5.3.3.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.4 (Tableau III.4.3.3).

3.5.3.3.5 Equipement

Le tableau suivant récapitule pour la solution 2 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Tabarka. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.5-8 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Elévation initiale des eaux usées	Pour cette solution, l'introduction des décanteurs primaires exige la modification du profil hydraulique des ouvrages de traitement préliminaire.	La construction d'une station de pompage initiale des eaux usées et la surélévation du couronnement des ouvrages du traitement préliminaire est proposée. L'élévation des eaux usées par 2+1 pompes submersibles est proposée.	débit maximum de dimensionnement = 700 m ³ /h
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Dégrilleur droit à raclage continu	Le dégrilleur mécanique présente à grande échelle un haut niveau de corrosion, probablement due à la proximité de la mer et à son environnement de travail marqué par des eaux usées. Tous les mécanismes sont exposés aux conditions météorologiques. Les rejets sont acheminés vers leur transport au moyen d'une trémie en acier inoxydable. Celle-ci présente de la corrosion et ne semble pas être la meilleure solution pour cette fonction. Les vannes présentent un haut niveau de détérioration.	L'état de dégradation montré justifie le remplacement de tous ces équipements. Ces équipements doivent être assemblés dans le nouvel ouvrage de traitement préliminaire.	débit maximum par dégrilleur = 700 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le diagnostic sur l'état de conservation des équipements est détaillé dans l'Annexe III (Tableau III.2.1.1.1).	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	En général, le pont racleur présente un niveau très élevé de détérioration. Le pont racleur souffre d'une déviation sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un haut niveau de dégradation. Les éléments électriques de l'équipement présentent un haut niveau de dégradation.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Ces équipements doivent être assemblés dans le nouvel ouvrage de traitement préliminaire.	à installer dans le nouvel ouvrage de traitement préliminaire
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Etude les mauvaises performances des pompes à sable.	Le remplacement des équipements est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il n'y a aucun classificateur à sable. La remorque des sables contient une grande quantité d'eau.	L'opération de classification des sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité total estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs pour l'aération fonctionnent et sont dans un état de conservation raisonnable.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement primaire			
Ponts de raclage (décanteurs primaires)	Pour cette solution de réhabilitation de la station, nous proposons la mise en place d'un traitement primaire.	Le pont racleur est constitué d'un pont mobile ayant une fonction de passerelle, d'un couple de chariots d'entraînement latéraux, d'un système articulé pour la collecte des boues et l'évacuation des écumes, d'un motoréducteur pour l'actionnement des deux chariots latéraux, d'un groupe de commande du système articulé, racleur de fond - lame écumoire et d'un panneau de commande et de contrôle.	-
Pompes d'élévation des boues primaires (décanteurs primaires)		Des pompes submersibles doivent être installées. Il y a une pompe par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant, il faut mettre en œuvre une méthode d'aération plus efficace. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intègre des compresseurs dotés de variation de vitesse, de conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a deux compresseurs: 1+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 4 954 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant l'intégration de mesure de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Il n'y a pas d'agitateurs submersibles.	Pour cette solution, il faut envisager l'ajout d'agitateurs submersibles.	Installer des agitateurs submersibles dans les bassins
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	En général, le pont racler présente un haut niveau de détérioration. Le pont racler souffre d'une déviation sur le mouvement longitudinal. Il y a un grand écart entre la roue directrice et la paroi de clarification. Les roues du pont racler présentent un haut niveau de dégradation.	Le remplacement des équipements est recommandé. Pour cette solution, il faut également ajouter un pont racler pour la nouvelle ligne.	À installer dans le décanteur secondaire existant et dans le nouveau décanteur secondaire.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Il a été signalé à la Mission d'Etude les mauvaises performances des pompes d'élévation des boues biologiques.	Pour cette solution, il faut ajouter des pompes submersibles pour l'élévation des boues biologiques. Il y a trois pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe ligne existante = 114 m ³ /h ligne nouvelle = 76 m ³ /h
Pompe de recirculation des boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 548 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation des boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement Ainsi, la station de pompage des boues vers l'épaississeur présente des problèmes hydrauliques. Il a été signalé à la Mission d'Etude certaines questions de débordement et dysfonctionnement des pompes submersibles.	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer, dans les bassins d'aération existants, des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 1 097 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 103 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticales, filtres à pression autonettoyants et système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 700 m ³ /h

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaisseur)	La peinture du pont racleur existant est un peu dégradée et altérée à certains endroits. La station de pompage des boues vers l'épaisseur présente des problèmes hydrauliques. Il a été signalé à la Mission d'Etudes certains problèmes de débordement et de dysfonctionnement des pompes submersibles. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction de nouveaux épaisseurs est proposée.	L'épaississement des boues sera réalisé dans deux nouveaux épaisseurs de plan circulaire, munis de nouveaux ponts de raclage.	
Pompes à boues épaissies	Les pompes à boues (qui élèvent les boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage) présentent un niveau de détérioration élevé	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer ces pompes. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaisseur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.
Digestion anaérobie des boues	Pour cette solution de réhabilitation de la station, une stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies est proposée.	La digestion anaérobie des boues sera réalisée par des digesteurs, avec agitation dans les digesteurs par les pompes de recirculation de boues, avec pompes pour le circuit de chauffage de la boue en digestion, gazomètre et torchère.	
Système de chauffage de la boue en digestion	Pour la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies, il faut prévoir un système de chauffage des boues en digestion.	L'utilisation d'une chaudière et d'un réservoir d'eau chaude avec des pompes de recirculation pour ces circuits est toujours recommandée.	La chaudière doit travailler au gaz naturel et au biogaz

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Cogénération	Le système de cogénération permet de valoriser énergétiquement le biogaz produit et également le chauffage des boues en digestion avec la chaleur produite par le moteur-générateur.	En plus du système de chauffage de la boue en digestion par chaudière, un système de cogénération comprenant notamment un moto-générateur à biogaz est proposé.	
Pompe d'élévation des boues digérées pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 26 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement est recommandée.	capacité 26 m ³ /h
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane.	capacité 1 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Des pompes doseuse à membrane sont recommandées.	débit estimé par pompe = 0,8 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 21 m ³ /j
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur et du bâtiment de déshydratation est proposée.	Une désodorisation de l'air contaminé sera faite par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	-

3.5.3.4 Solution 3

3.5.3.4.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La solution 3 intègre un traitement biologique par boues activées moyenne charge, avec digestion anaérobie mésophile des boues. Le biogaz est souvent utilisé comme combustible pour la chaudière qui fournit l'énergie nécessaire au réchauffage de la boue. Le biogaz en excès sera incinéré dans la torchère.

La filière de traitement inclut de nouveaux ouvrages et équipements de traitement primaire et de stabilisation anaérobie mésophile des boues, à savoir digesteur anaérobie, gazomètre, torchère, équipements de traitement du biogaz, chaudière et échangeur de chaleur.

Toutes les considérations effectuées pour la solution 2 concernant la capacité des ouvrages existants et les besoins d'extension sont également valables pour cette solution 3.

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Tabarka comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - élévation initiale des eaux usées, dû à la surélévation du couronnement des ouvrages de traitement préliminaire (nouveau) ;
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire, munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans la filière de traitement existante (en utilisant un volume total de 2 462 m³ pour l'année zéro et de 3 693 m³ pour l'année horizon du projet), munie d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires de plan rectangulaire, avec une superficie totale de 700 m², munis de pont de raclage aspirant (un existant et un nouveau) ;
 - acheminement des boues vers les stations de pompage (nouveau) ;

- recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
- élévation de boues en excès vers les épaisseurs (nouveau) ;
- mesure du débit d'eau traitée (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate, refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (nouveau) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires, en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs munis de pont de raclage (nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la chaudière (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz qui présente une mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.5.3.4.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 3, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.4 (Tableau III.4.10.3).

3.5.3.4.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium, la chaux éteinte et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.4 (Tableau III.4.5.4).

3.5.3.4.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.4 (Tableau III.4.3.3).

3.5.3.4.5 Equipement

La solution 3 intègre la même filière de traitement que la solution 2, à l'exception de la cogénération. Par conséquent, toutes les considérations effectuées pour la solution 2 concernant les équipements existants et les besoins de remplacement sont également valables pour cette solution. Pour une meilleure compréhension des commentaires, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.5-9 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Élévation initiale des eaux usées	Pour cette solution, l'introduction des décanteurs primaires exige la modification du profil hydraulique des ouvrages de traitement préliminaire.	La construction d'une station de pompage initiale des eaux usées et la surélévation du couronnement des ouvrages du traitement préliminaire sont donc proposées. L'élévation des eaux usées par 2+1 pompes submersibles est proposée.	débit maximum de dimensionnement = 700 m ³ /h
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Dégrilleur droit à raclage continu	Le dégrilleur mécanique présente à grande échelle un haut niveau de corrosion, probablement due à la proximité de la mer et à son environnement de travail marqué par des eaux usées. Tous les mécanismes sont exposés aux conditions météorologiques. Les rejets sont acheminés vers leur transport au moyen d'une trémie en acier inoxydable. Celle-ci présente de la corrosion et ne semble pas être la meilleure solution pour cette fonction. Les vannes présentent un haut niveau de détérioration.	L'état de dégradation montré justifie le remplacement de tous ces équipements. Ces équipements doivent être assemblés dans le nouvel ouvrage de traitement préliminaire.	débit maximum par dégrilleur = 700 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le diagnostic sur l'état de conservation des équipements est détaillé dans l'Annexe III (Tableau III.2.1.1.1).	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	En général, le pont racleur présente un niveau très élevé de détérioration. Le pont racleur souffre d'une déviation sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un haut niveau de dégradation. Les éléments électriques de l'équipement présentent un haut niveau de dégradation.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Ces équipements doivent être assemblés dans le nouvel ouvrage de traitement préliminaire.	à installer dans le nouvel ouvrage de traitement préliminaire
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Etude les mauvaises performances des pompes à sable.	Le remplacement des équipements est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il n'y a aucun classificateur à sable. La remorque des sables contient une grande quantité d'eau.	L'opération de classification des sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité total estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs pour l'aération fonctionnent et sont dans un état de conservation raisonnable.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement primaire			
Ponts de raclage (décanteurs primaires)	Pour cette solution de réhabilitation de la station, nous proposons la mise en place d'un traitement primaire.	Le pont racleur est constitué d'un pont mobile ayant une fonction de passerelle, d'un couple de chariots d'entraînement latéraux, d'un système articulé pour la collecte des boues et l'évacuation des écumes, d'un motoréducteur pour l'actionnement des deux chariots latéraux, d'un groupe de commande du système articulé racleur de fond - lame écumoire et d'un panneau de commande et de contrôle.	-
Pompes d'élévation des boues primaires (décanteurs primaires)		Des pompes submersibles doivent être installées. Il y a une pompe par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant, il faut mettre en œuvre une méthode d'aération plus efficace. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intègre des compresseurs dotés de variation de vitesse, de conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a deux compresseurs: 1+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 4 954 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Il n'y a pas d'agitateurs submersibles.	Pour cette solution, il faut envisager l'ajout d'agitateurs submersibles.	Installer des agitateurs submersibles dans les bassins
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	En général, le pont racleur présente un haut niveau de détérioration. Le pont racleur souffre d'une déviation sur le mouvement longitudinal. Il y a un grand écart entre la roue directrice et la paroi de clarification. Les roues du pont racleur présentent un haut niveau de dégradation.	Le remplacement des équipements est recommandé. Pour cette solution, il faut également ajouter un pont racleur pour la nouvelle ligne.	À installer dans le décanteur secondaire existant et dans le nouveau décanteur secondaire.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Il a été signalé à la Mission d'Etude les mauvaises performances des pompes d'élévation des boues biologiques.	Pour cette solution, il faut ajouter des pompes submersibles pour l'élévation des boues biologiques. Il y a trois pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe ligne existante = 114 m ³ /h ligne nouvelle = 76 m ³ /h
Pompe de recirculation des boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 548 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation des boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement Ainsi la station de pompage des boues vers l'épaississeur présente des problèmes hydrauliques. Il a été signalé à la Mission d'Etude certaines questions de débordement et dysfonctionnement des pompes submersibles.	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer, dans les bassins d'aération existants, des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 1 097 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 103 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticales, filtres à pression auto nettoyants et système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 700 m ³ /h

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur)	La peinture du pont racleur existant est un peu dégradée et altérée à certains endroits. La station de pompage des boues vers l'épaississeur présente des problèmes hydrauliques. Il a été signalé à la Mission d'Etudes certains problèmes de débordement et de dysfonctionnement des pompes submersibles. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction de nouveaux épaississeurs est proposée.	L'épaississement des boues sera réalisé dans deux nouveaux épaississeurs de plan circulaire, munis de nouveaux ponts de raclage.	
Pompes à boues épaissies	Les pompes à boues (qui élèvent les boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage) présentent un niveau de détérioration élevé	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer ces pompes. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.
Digestion anaérobie des boues	Pour cette solution de réhabilitation de la station, une stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies est proposée.	La digestion anaérobie des boues sera réalisée par des digesteurs, avec agitation dans les digesteurs par pompes de recirculation de boues, avec pompes pour le circuit de chauffage de la boue en digestion, gazomètre et torchère.	
Système de chauffage de la boue en digestion	Pour la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies, il faut prévoir un système de chauffage des boues en digestion.	L'utilisation d'une chaudière et d'un réservoir d'eau chaude avec des pompes de recirculation pour ces circuits est toujours recommandée.	La chaudière doit travailler au gaz naturel et au biogaz

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompe d'élévation des boues digérées pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 26 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement est recommandée.	capacité 26 m ³ /h
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane.	capacité 1 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Des pompes doseuse à membrane sont recommandées.	débit estimé par pompe = 0,8 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 21 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur et du bâtiment de déshydratation est proposée.	Une désodorisation de l'air contaminé sera faite par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	-

3.5.4 Évaluation économique

3.5.4.1 Coûts d'investissement

L'estimation des coûts d'investissement en capital fixe associés au génie civil et aux équipements est basée sur une consultation des prix du marché et sur les informations fournies par l'ONAS.

Le tableau suivant présente un sommaire des coûts d'investissement en capital fixe associés à chaque solution de traitement étudiée (valeur année 2016). Le tableau III.8.3.1 de l'Annexe III.8 présente les détails des valeurs partielles qui ont fourni les valeurs présentées dans le tableau. Le sous-détail des prix pour la solution retenue est donné en annexe III.9.

L'estimation des coûts se base sur les prix de l'année 2011.

Tableau 3.5-10 : Estimation des coûts d'investissement initial

Solutions de traitement	Génie Civil (TND)	Equipements et IE (TND)	Total (TND)
1	1 708 172	3 199 741	4 907 913
2	2 185 946	5 685 285	7 871 231
3	2 171 621	4 158 181	6 329 802

Conformément au calendrier d'exécution du projet, décrit dans le Chapitre V, il est admis que l'investissement initial sera effectué en l'an 2016, correspondant au début des travaux de construction.

3.5.4.2 Coûts d'exploitation et d'entretien

Pour l'estimation des coûts d'exploitation et d'entretien, les coûts unitaires fournis par l'ONAS ont été utilisés en qui concerne :

- entretien ;
- consommation de réactifs chimiques ;
- consommation d'énergie électrique ;
- transport et dépôt final des sous-produits et des boues.

Les coûts d'exploitation associés au contrôle analytique du fonctionnement de la STEP n'ont pas été comptabilisés, car ils dépendent de la planification définie par l'ONAS et sont communs à toutes les solutions de traitement étudiées.

Les coûts d'entretien résultent de l'addition de deux parties, l'une correspondant au génie civil et l'autre à l'entretien des équipements électromécaniques. Leur estimation est basée sur l'application de taux de 2,5% et 1,0% sur les prévisions budgétaires de l'investissement pour respectivement les équipements électromécaniques et le génie civil. Les coûts annuels d'entretien sont estimés en pourcentage du coût total de construction ou d'achat.

En qui concerne les réactifs chimiques, les prix unitaires suivants sont admis :

- sulfate d'aluminium – 400 TND ;
- polyélectrolyte cationique – 6500 TND ;
- chaux – 150 TND.

La consommation d'énergie électrique a été estimée selon les bilans énergétiques présentés en Annexe III.4 (Tableaux III.4.10.1 à III.4.10.3), et un coût unitaire d'électricité de 0,13 TND/kWh a été admis.

Pour l'estimation des coûts de transport et de mise en dépôt final des sous-produits et des boues, un coût unitaire de 40 TND/t a été pris en compte.

Conformément au calendrier d'exécution du projet, le début de l'exploitation de la station après la réhabilitation aura lieu en l'an 2019.

3.5.4.3 Coûts totaux actualisés

Les tableaux III.8.3.2 à III.8.3.4 de l'Annexe III.8.3 présentent les coûts totaux actualisés en valeur année 2016, par application d'un taux d'actualisation annuel de 3%. Le taux d'actualisation est utilisé pour calculer le coût total actualisé / valeur actuelle nette, ou le coût moyen pondéré du capital. Un résumé des résultats obtenus est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 3.5-11 : Estimation des coûts d'investissement en capital fixe (ICF), des coûts d'exploitation (CE) et des coûts totaux actualisés (CTA) pour chaque solution étudiée

Solutions de traitement	ICF (TND)	CE (TND)	CTA (TND)
1	4 907 913	10 149 080	12 904 406
2	7 871 231	12 026 605	17 351 570
3	6 329 802	12 813 668	16 425 634

Pour les différentes solutions étudiées, le ratio TND/m³ d'eau usée traitée est respectivement de 0,44, 0,58 et 0,55.

3.5.5 Comparaison technique et économique des solutions

D'après l'analyse du tableau précédent, nous devons noter que la solution 2 devient la plus chère jusqu'à l'horizon du projet, tant vis-à-vis des coûts d'investissement que des coûts d'exploitation et des coûts totaux actualisés. D'un point de vue strictement économique, la solution 1 est la plus avantageuse, avec les coûts d'investissement, coûts d'exploitation et coûts totaux actualisés les plus bas.

Pendant les missions en Tunisie, la Mission d'Etude a essayé de trouver des exemples de STEP avec processus de traitement par boues activées à moyenne charge, digestion anaérobie mésophile des boues et valorisation énergétique du biogaz. Malgré l'absence d'échantillon représentatif de stations de ce type, une visite à la STEP de Choutrana a été réalisée et il a été constaté que la digestion anaérobie des boues avec valorisation énergétique du biogaz était hors service. Après analyse des plans de formation fournis par l'ONAS, nous devons noter qu'un

grand effort serait nécessaire pour mettre en place la solution 2, en intégrant des actions de formation des équipes d'exploitation.

Par contre, la solution 1 intègre le processus de traitement existant, beaucoup plus simple et bien maîtrisé par l'équipe d'exploitation.

La solution 3 représente une situation intermédiaire. Néanmoins, les difficultés d'exploitation sont presque les mêmes que pour la solution 2.

D'autre part, la taille de la STEP de Tabarka ne justifie pas de modification de son processus de traitement. Il est donc recommandé que la solution 1 soit adoptée pour la réhabilitation de la station de Tabarka.

3.5.6 Conclusion et recommandations

Les discussions avec l'ONAS pendant la présente étude ont mené à la sélection de la Solution 1 comme meilleur choix pour la STEP de Tabarka pour procéder à la conception détaillée.

3.5.6.1 Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée

Les principales interventions recommandées pour la solution retenue comprennent :

- Traitement préliminaire
 - construction d'un bassin de rétention de sables, y compris extraction des sables par un système "air-lift" ;
 - remplacement du dégrilleur à raclage continu ;
 - remplacement du pont de raclage du dessablage et déshuilage ;
 - remplacement des pompes à sables du dessablage et déshuilage ;
 - installation d'un classificateur à sable du dessablage et déshuilage ;
 - remplacement de l'équipement de mesure du débit d'effluent ;
- Traitement biologique
 - construction d'une nouvelle filière ;
 - installation d'un système d'aération par air diffus dans la filière existante ;
 - installation d'agitateurs dans la filière existante ;
 - remplacement des ponts de raclage des décanteurs secondaires ;
 - construction d'une station de pompage de boues pour la recirculation des boues en amont des bassins d'aération et pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur ;
- Traitement tertiaire
 - installation de pompes pour la recirculation de nitrate ;

- construction d'une unité de désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration ;
- Traitement des boues
 - construction de deux nouveaux épaisseurs ;
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la déshydratation mécanique des boues ;
- Traitement des odeurs
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation.

3.5.6.2 Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux

Comme il est nécessaire de maintenir le fonctionnement de la STEP durant les travaux, il est essentiel d'effectuer ceux-ci d'une manière progressive. En ce sens, il est recommandé que :

- les interventions soient faites autant que possible pendant la saison sèche, afin que le débit affluent soit plus petit ;
- la construction du bassin de rétention de sables soit prioritaire et achevée avant les interventions dans le traitement préliminaire;
- les interventions prévues au niveau du traitement préliminaire soient effectuées en alternance sur chaque canal ;
- la construction de la nouvelle filière précède les interventions dans la filière existante ;
- les interventions prévues au niveau de la désinfection, du traitement des boues et du traitement des odeurs n'interviennent pas directement dans le fonctionnement des STEP, et peuvent donc être exécutées de manière séquentielle.

3.5.6.3 Remarques sur les études ultérieures

Les résultats obtenus pour la STEP de Tabarka ont permis de dégager une solution pour la fixation du budget de l'opération de réhabilitation et d'extension.

Il appartiendra toutefois aux études ultérieures, notamment APD, de valider dans le détail les choix techniques proposés ou de proposer quelques modifications techniques dans le cadre du budget de l'opération.

3.6 STEP DE JENDOUBA

3.6.1 Situation actuelle de la STEP

3.6.1.1 Informations générales

3.6.1.1.1 Localisation générale et accessibilité

La station d'épuration de Jendouba est située dans la commune de Jendouba, gouvernorat de Jendouba, dans la zone Ettouahria et à 2 km du centre de ville. La figure 3.6-1 présente une vue aérienne de la STEP et du milieu récepteur des eaux épurées (Oued Medjerda).



Figure 3.6-1 : Vue aérienne de la STEP de Jendouba et du milieu récepteur des eaux épurées
(Source : Google Earth 2010)

Tout le périmètre de la STEP est clôturé (pas de maçonnerie) et l'accès à l'installation se fait par un portail à partir d'une route secondaire non pavée qui se trouve dans un état raisonnable.

3.6.1.1.2 Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage

La STEP de Jendouba s'étend sur une superficie d'environ 4 ha et offre l'espace nécessaire pour son éventuelle extension. La STEP se trouve à 2 km du centre-ville, dans une zone essentiellement agricole, sa clôture étant à moins de 50 m du milieu récepteur.

3.6.1.1.3 Description des installations existantes

La STEP de Jendouba a été mise en service en 1994 pour traiter les eaux usées domestiques provenant de la commune de Jendouba ainsi que des eaux usées industrielles provenant du secteur alimentaire. L'installation a été dimensionnée pour traiter les eaux usées produites par 70 000 EH, correspondant à un débit de 8 000 m³/j et à une charge organique (DBO) de 3 400 kg/j.

Actuellement, les eaux usées arrivent gravitairement à l'installation par un réseau unitaire, et sont relevées à l'ouvrage d'arrivée par trois vis d'Archimède.

La STEP de Jendouba a été conçue selon le procédé à boues activées en aération prolongée. La filière de traitement intègre les ouvrages suivants :

- Traitement préliminaire :
 - élévation des eaux usées par 3 vis d'Archimède ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique, avec espacement de barreaux de 12 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage ;
 - mesure du débit dans un canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans 2 filières de traitement, chacune avec 2 réacteurs comportant chacun 3 bassins en série (au total 12 bassins) munis d'aérateurs de surface et d'agitateurs submersibles ;
 - sédimentation des boues dans 2 décanteurs secondaires (4 bassins) de plan rectangulaire, munis de pont de raclage aspirant ;
 - pompage des écumes flottantes vers une remorque ;
 - recirculation des boues vers le début des réservoirs d'aération et mesure de débit en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique ;
 - extraction des boues activées en excès vers l'épaississeur ;
- Traitement tertiaire :
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues en excès dans 1 épaisseur de plan carré, muni de pont de raclage ;
 - déshydratation des boues épaissies sur 26 lits de séchage ;
 - acheminement par une station de pompage du surnageant de l'épaississeur et du filtrat des lits de séchage vers le canal de recirculation des boues.

Les eaux épurées sont rejetées par un émissaire gravitaire jusqu'à l'Oued Medjerda.

Les figures suivantes présentent le plan d'implantation générale et quelques photos de la STEP de Jendouba.

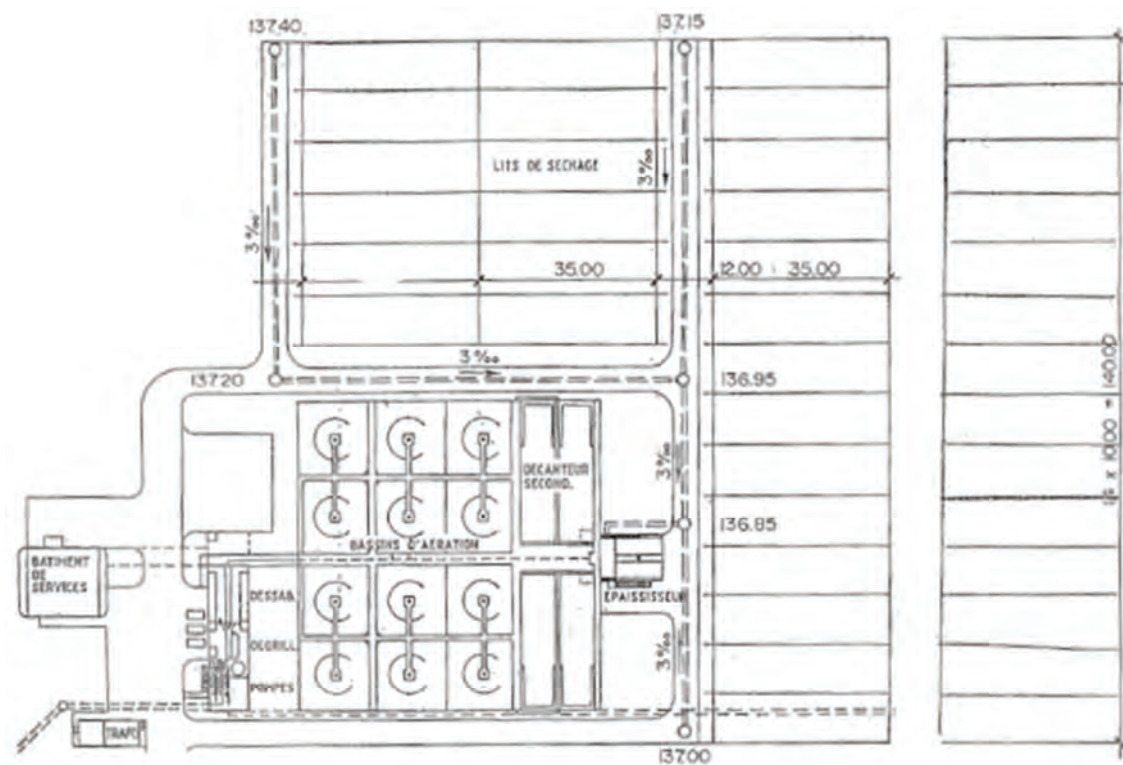


Figure 3.6-2 : Implantation générale de la STEP de Jendouba
(Source : Avant-Projet Détaillé, Jendouba)



Figure 3.6-3 : Photos de la STEP de Jendouba

1 – Vue d'ensemble ; 2 – Traitement préliminaire – dessablage et déshuilage ; 3 – Bassins d'aération ;
4 – Décanteurs secondaires ; 5 – Lits de séchage ; 6 – Bâtiment d'exploitation.

Les principales dimensions des installations existantes sont présentées en Annexe III.5 (Tableaux III.5.3.1 à III.5.9.4).

Le bâtiment d'exploitation a une superficie totale d'environ 360 m², distribuée sur deux étages. Au rez-de-chaussée se trouvent des WC, des douches et des vestiaires, une cantine, un laboratoire, un magasin et un atelier. Au 1^{er} étage, il y a également des WC et douches, ainsi qu'un bureau, une salle de réunion et une salle de contrôle avec un tableau synoptique et une vue générale sur toute la STEP.

3.6.1.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives actuelles des eaux usées et épurées

3.6.1.2.1 Rapports d'exploitation de l'ONAS

Les tableaux suivants récapitulent les caractéristiques quantitatives et qualitatives des eaux usées affluentes à la STEP de Jendouba, ainsi que celles des eaux épurées, selon les rapports d'exploitation des années 2008, 2009 et 2010 fournis par l'ONAS.

Tableau 3.6-1 : Caractéristiques quantitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	Débit journalier (m ³ /j)	Débit mensuel (m ³ /mois)	Débit annuel (m ³ /année)
2008	Minimum	3 863	115 890	1 831 830
	Moyenne	5 014	152 653	
	Maximum	7 950	179 200	
2009	Minimum	4 348	116 760	1 961 380
	Moyenne	5 500	163 448	
	Maximum	6 650	184 030	
2010	Minimum	5 497	153 920	2 140 030
	Moyenne	5 844	178 336	
	Maximum	7 950	195 100	

Tableau 3.6-2 : Caractéristiques qualitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (kg/j O ₂)	DCO (kg/j O ₂)	MES (kg/j)
2008	Minimum	1 549	3 233	1 748
	Moyenne	2 076	4 332	2 269
	Maximum	2 455	6 829	2 899
2009	Minimum	1 766	3 135	1 444
	Moyenne	2 287	4 430	2 244
	Maximum	2 611	5 480	2 826
2010	Minimum	2 014	3 963	2 135
	Moyenne	2 395	4 526	2 354
	Maximum	2 647	5 526	2 660

Tableau 3.6-1 : Caractéristiques qualitatives des eaux traitées pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (mg/L O ₂)	DCO (mg/L O ₂)	MES (mg/L)
2008	Minimum	19	64	19
	Moyenne	24	77	22
	Maximum	32	107	27
2009	Minimum	13	42	13
	Moyenne	21	61	22
	Maximum	29	89	40
2010	Minimum	12	47	13
	Moyenne	22	67	21
	Maximum	29	85	25

3.6.1.2.2 Programme de prélèvement réalisé et discussion des principaux résultats

Dans le cadre de ce projet, un programme de prélèvement des eaux usées brutes et traitées a été mené, afin de confirmer les conclusions de l'analyse des rapports d'exploitation de la STEP.

L'échantillonnage a été réalisé conformément à la procédure définie pour la STEP de Béja, décrite au paragraphe 3.3.1.2.2.

L'échantillonnage de la STEP de Jendouba a été réalisé aux dates suivantes:

- vendredi 29/10/2010 – samedi 30/10/2010 : un jour quelconque de la semaine, sans pluie ;
- mercredi 03/11/2010 – jeudi 04/11/2010 : souk hebdomadaire ; pluie dès 11h ;
- samedi 06/11/2010 – dimanche 07/11/2010 : week-end ;
- mercredi 10/11/2010 – jeudi 11/11/2010 : souk hebdomadaire ; sans pluie.

Le tableau suivant présente les principaux résultats du programme de prélèvement effectué.

Tableau 3.6-2: Résultats du programme de prélèvement

Paramètres	Du 29 au 30/10/2010		Du 03 au 04/11/2010		Du 06 au 07/11/2010		Du 10 au 11/11/2010	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Débit journalier (m ³ /j)	-		-		-		-	
pH	7,1	7,12	7,17	7,48	7,17	7,1	7,35	7,7
MES Total (mg/L)	423	12,5	597	8	247	12	1080	14
MES Volatile (mg/L)	0,1	0,01	0,17	0,14	0,17	0,05	1,2	0,18
DCO (mg/L O ₂)	1 279	37	658	49	548	42	1 554	40
DBO ₅ (mg/L O ₂)	569	15	273	18	236	14	720	14
Carbonates (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bicarbonates (mg/L)	582,6	233	235	226	546	183	622	290
Hydroxydes (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Azote Kjeldahl (mg/L N)	34,4	6	14,4	4,9	27	1,4	44,8	8,3
Nitrates (mg/L N)	<0,04	3,82	<0,04	6,31	<0,04	8,12	<0,04	4,8
Phosphore total (mg/L P)	4,5	2,2	1,54	0,65	6,8	2,5	7,8	1,87
Huiles & graisses (mg/L)	22,4	<0,1	44	<0,1	24	<0,1	353	<0,1
Hydrocarbures (mg/L)	71,7	<3,3	487	<3,3	280	<3,3	323	<3,3
Coliformes totaux	9,5×10 ⁷	7,5×10 ⁵	4,5×10 ⁷	2,5×10 ⁵	9,5×10 ⁷	4,5×10 ⁵	7,5×10 ⁷	2,5×10 ⁵
Coliformes fécaux	1,5×10 ⁷	2,5×10 ⁵	4,5×10 ⁶	4,5×10 ⁴	9,5×10 ⁷	2,5×10 ⁴	9,5×10 ⁶	2,5×10 ⁴

Le programme de prélèvement mené n'inclut pas de valeurs de débit en raison de problèmes avec le débitmètre. Néanmoins, le débitmètre instantané a donné des valeurs comprises entre 60 m³ et 400 m³ en moyenne durant les 24h d'échantillonnage.

Les ratios DBO₅/DCO obtenus varient de 0,41 à 0,46, ce qui se trouve dans la fourchette typique des effluents biodégradables.

En outre, l'efficacité de la dégradation de la charge organique est très élevée, atteignant environ 98%. L'efficacité de l'élimination de l'azote se trouve entre 22 % et 71,5 % (pour ce calcul, il a été considéré que la valeur d'azote total correspond à l'azote Kjeldahl, puisque les nitrates et les nitrites dans l'effluent brut sont généralement négligeables).

D'autre part, l'analyse de la relation DBO₅/N/P indique un manque de phosphore dans l'eau usée brute, avec des valeurs supérieures à la référence de 100/5/1 sur deux des quatre jours d'échantillonnage. Néanmoins, ceci n'a pas compromis l'efficacité de dégradation de la charge organique.

En comparant les valeurs moyennes du programme de prélèvement (réalisé pendant les mois d'octobre et de novembre 2010) avec les valeurs moyennes enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- Les résultats du programme de prélèvement pour les concentrations de MES, DCO et DBO₅ dans les eaux usées brutes sont, en valeur moyenne, de 10% à 45% supérieures aux valeurs moyennes du rapport d'exploitation ;

- Les valeurs de concentration de MES, DCO et DBO₅ obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont, en valeur moyenne, 30 à 45% inférieures aux valeurs moyennes enregistrées en 2010.

En comparant les résultats du programme de prélèvement seulement avec les valeurs des mois d'octobre et novembre enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- Les résultats du programme de prélèvement pour la concentration de DCO et DBO₅ dans les eaux usées brutes sont du même ordre de grandeur de celles enregistrées dans le rapport d'exploitation ; deux des valeurs de MES sont aussi du même ordre de grandeur, mais les deux autres deviennent très variables : une est d'environ 184% supérieure et l'autre est d'environ 35% inférieure ;
- Les valeurs de concentration de MES, DCO et DBO₅ obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont, en général, 30% à 50% inférieures aux valeurs enregistrées dans le rapport d'exploitation.

3.6.1.3 Évaluation du fonctionnement de la station existante

Les rapports d'exploitation fournis par l'ONAS pour les années 2008, 2009 et 2010 indiquent que le débit d'eau usée affluant à la STEP a toujours été inférieur au débit de dimensionnement de l'installation (8 000 m³/jour), avec une valeur moyenne des débits moyens journaliers en 2010 correspondant à environ 73 % de la capacité hydraulique de la STEP.

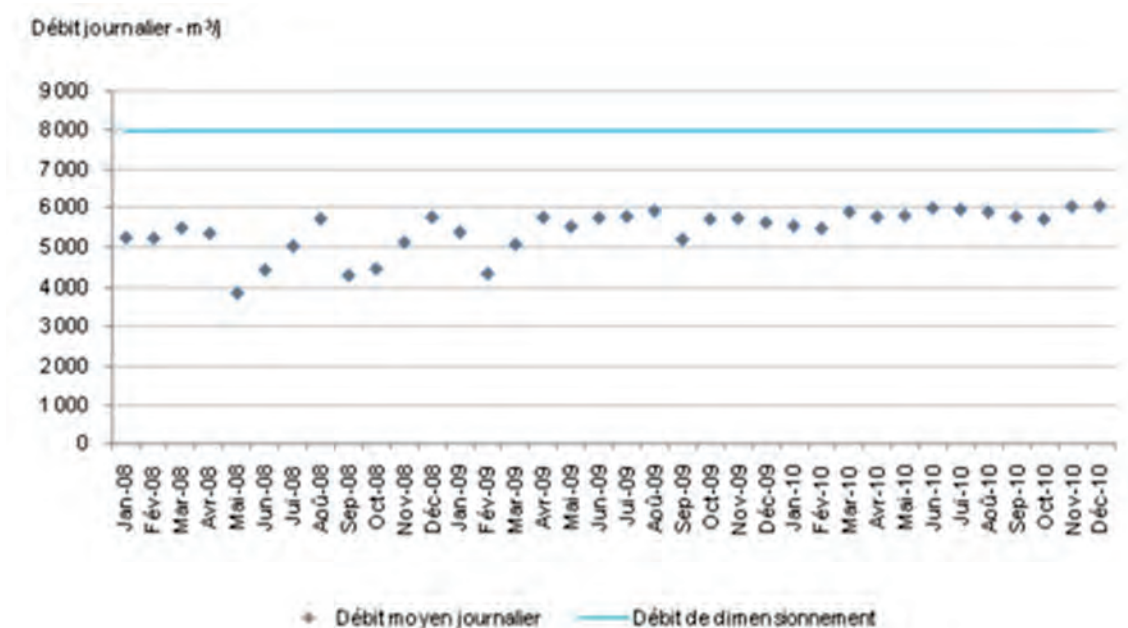


Figure 3.6-4 : Variation du débit moyen journalier affluant entre 2008 et 2010 et débit de dimensionnement

Sur la dernière figure, une diminution de la variation annuelle du débit affluant pendant l'année 2010 est visible.

En ce qui concerne la charge organique (DBO) affluente à la STEP de Jendouba, les rapports d'exploitation analysés indiquent que, en 2010, la charge organique moyenne a atteint 70 % de la charge de dimensionnement, 3 400 kg/j, en étant toujours inférieure à cette valeur.

Les rapports révèlent en outre un rendement épuratoire très satisfaisant, avec une valeur moyenne d'environ 94 % (relativement à la DBO), qui permet d'assurer à la sortie la valeur de 30 mg/L O₂ imposé par la législation en vigueur, avec malgré tout quelques rares situations de dépassement.

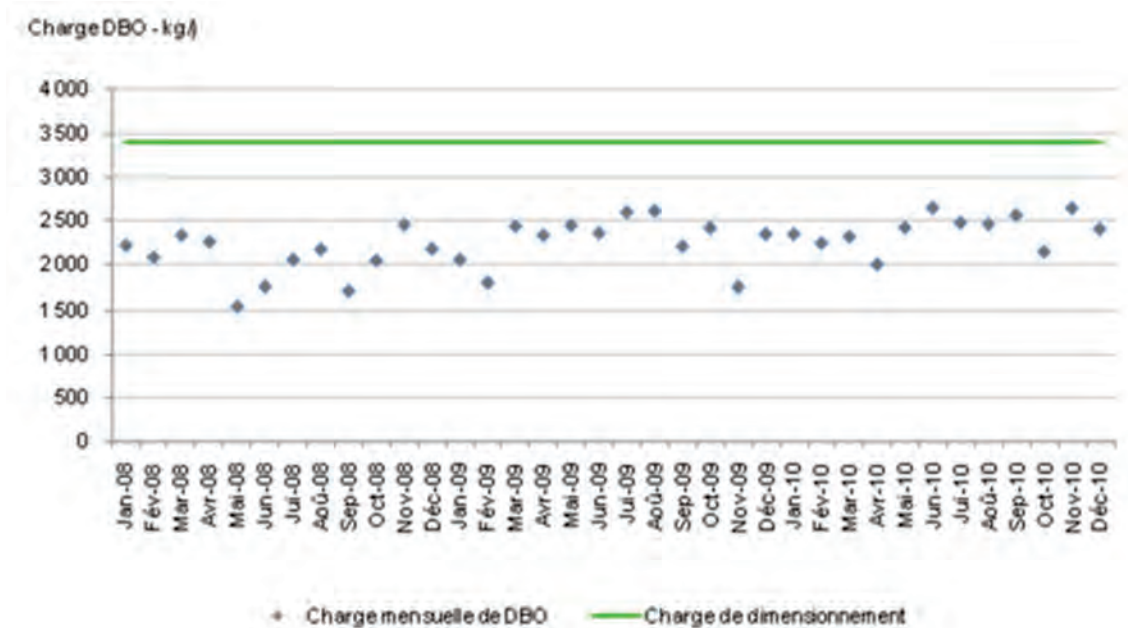


Figure 3.6-5 : Variation de la charge de DBO affluente entre 2008 et 2010 et charge de dimensionnement

En comparant les deux figures précédentes, il faut noter que la variation temporelle de la charge est similaire à la variation du débit.

Selon les rapports d'exploitation, les limites de transparence, matières décantables et MES n'ont jamais été dépassées pendant la période étudiée. D'autre part, les limites des paramètres DBO₅ et DCO ont été dépassées dans quelques situations, mais en raison du faible nombre de résultats mensuels de ces paramètres, il n'est pas possible de savoir s'il s'agit de situations ponctuelles ou récurrentes.

Le ratio obtenu entre la matière organique et les éléments nutritifs (DBO₅/N/P), étant inférieur à la relation de référence 100/5/1, montre de bonnes conditions d'équilibre pour le développement de la biomasse bactérienne. D'autre part, une relation DBO₅/N supérieure à 3,5 est compatible avec l'élimination biologique d'azote.

Les eaux usées à traiter présentent des caractéristiques fondamentalement urbaines et industrielles, donc les valeurs de la relation DBO₅/DCO se trouvent dans l'intervalle 0,3 - 0,8. Cela permet d'en déduire que ces effluents possèdent une biodégradabilité compatible avec la généralité des traitements biologiques et, qu'en conséquence, les effluents doivent être biodégradables par des micro-organismes sélectionnés et adaptés.

La figure suivante présente la variation de la concentration de DBO₅ à la sortie de la station pendant la période analysée. Il est évident que les valeurs les plus importantes surviennent pendant les mois d'été.

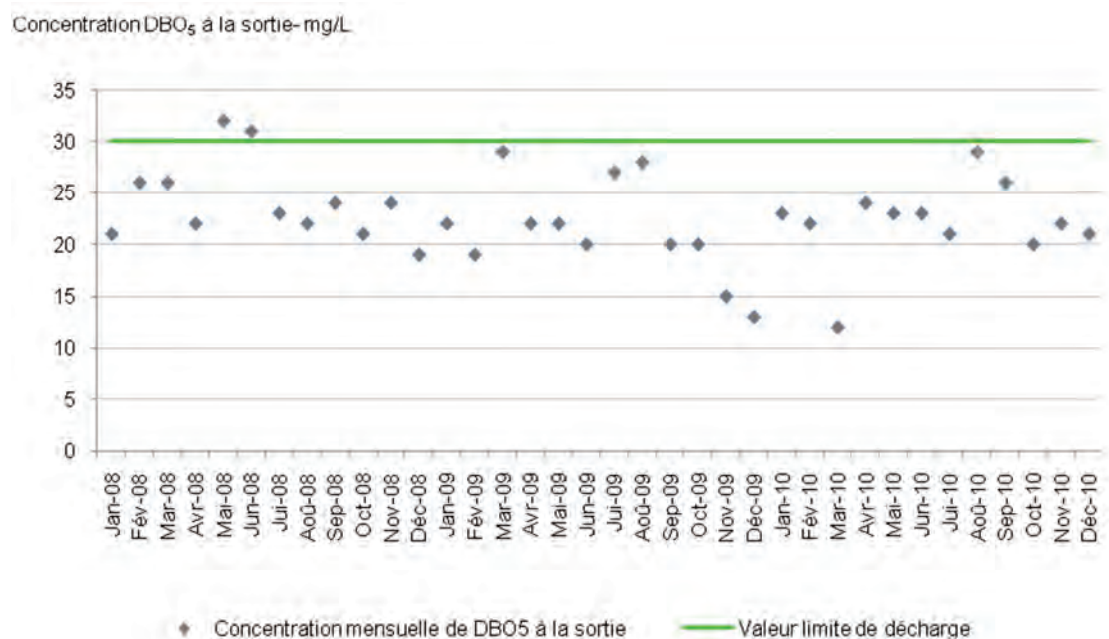


Figure 3.6-6 : Variation de la concentration de DBO₅ à la sortie entre 2008 et 2010, et valeur limite de décharge

Pendant les deux visites effectuées à la STEP de Jendouba, quelques informations ont été recueillies et il a été possible d'identifier certaines irrégularités sur le fonctionnement de l'installation, irrégularités qui devraient être résolues à court terme :

- l'accumulation de sables dans le premier bassin d'aération atteint dans les coins environ 80 cm, ce qui justifie une vidange des bassins tous les trois ans ;
- les infrastructures existantes ne permettent pas une bonne gestion de la recirculation des boues et de la purge des boues activées en excès, ce qui porte préjudice à l'efficacité du traitement biologique ;
- à la surface du décanteur secondaire, il a été possible de voir des boues flottantes, ce qui indique l'occurrence de la dénitrification dans cet ouvrage, avec perte pour la sédimentation des boues et pour la qualité des effluents traités ;
- les boues déshydratées n'ont pas de destination finale et sont stockées sur le terrain disponible dans la STEP.

En ce qui concerne la consommation énergétique de la station, les rapports d'exploitation indiquent une consommation spécifique moyenne de 0,33 kWh/m³ d'effluent traité en 2008, de 0,29 kWh/m³ en 2009 et 0,28 kWh/m³ en 2010. Le tableau suivant récapitule les valeurs de consommation énergétique pour la STEP de Jendouba.

Tableau 3.6-3 : Consommation énergétique

Année	Valeur	Consommation énergétique (kWh)	Indicateur de consommation énergétique (kWh/m ³)
2008	Minimum	41 553	
	Moyenne	50 921	0,33
	Maximum	61 828	
2009	Minimum	41 239	
	Moyenne	47 758	0,29
	Maximum	52 992	
2010	Minimum	36 817	
	Moyenne	49 460	0,28
	Maximum	57 265	

La figure suivante présente la variation de la consommation d'énergie pendant la période analysée.

Consommation énergétique (kWh)

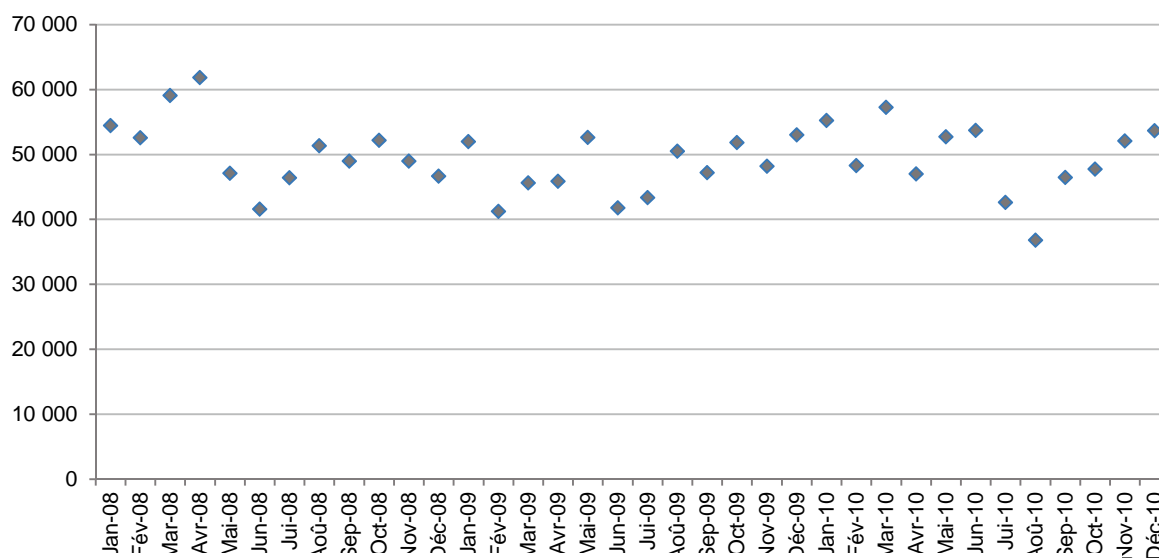


Figure 3.6-7 : Variation de la consommation énergétique entre 2008 et 2010

3.6.1.4 Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires

Les plus grandes limitations trouvées pour la STEP de Jendouba concernent fondamentalement l'accumulation de sables dans les ouvrages de traitement, l'élimination biologique de l'azote et la gestion des systèmes de recirculation des boues et de purge des boues en excès.

Accumulation de sables

Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée dans le dessableur-déshuileur existant et sédimentent dans les bassins d'aération, exigeant une vidange du premier bassin tous les trois ans. Afin de résoudre ce problème, il est proposé la construction d'un réservoir de rétention des sables en amont de l'ouvrage d'arrivée, qui travaillera en complément au dessableur-déshuileur.

Recirculation des boues et purge des boues activées en excès

Dans la STEP de Jendouba, la répartition des débits entre les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues activées en excès est faite manuellement par une vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave une bonne gestion de la répartition des boues et affecte négativement le processus de traitement.

Afin d'améliorer l'opération de recirculation et de purge des boues biologiques, il est prévu la construction de deux stations de pompage de boues biologiques (une par filière de traitement) équipées avec des pompes submersibles pour l'extraction des boues en excès vers l'épaississeur et pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération.

Élimination biologique de l'azote

La norme tunisienne NT 106.02 impose des valeurs limites pour les nitrates, les nitrites, l'azote organique et ammoniacal, qui ne peuvent être atteintes que par un traitement biologique.

Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique de l'azote, c'est-à-dire dimensionner les volumes de l'anoxie et installer des pompes (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier, en dotant les conduites de refoulement d'un débitmètre électromagnétique.

Désinfection

De façon à assurer la conformité avec la norme en vigueur NT 106.02 (1989), il est prévu l'installation d'un système de désinfection par radiation ultraviolette, précédé en amont par une opération de filtration pour s'assurer de ce que les eaux à traiter aient la transmittance nécessaire à une diffusion efficace des rayonnements.

Aération des bassins

La hauteur de l'eau dans les bassins d'aération (4,6 m) est supérieure à celle recommandée pour la bonne efficacité de l'aération de surface. Les aérateurs de surface ont généralement des rendements inférieurs à ceux obtenus par les systèmes d'aération submersible, comme l'air diffus (à bulles fines). En outre, l'aération de surface produit des aérosols lors du fonctionnement, ce qui porte préjudice à la santé du personnel d'exploitation. Pour toutes ces raisons, il est proposé le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines. Ce nouveau système intégrera des compresseurs dotés de variateurs de vitesse, des conduites d'air et des diffuseurs (tubulaire ou disque). Les compresseurs devront avoir une protection contre le bruit et devront être installés dans un bâtiment équipé avec un pont roulant et une ventilation forcée.

État de conservation et de fonctionnement des équipements électromécaniques

En général, les équipements électromécaniques présentent un bon niveau d'entretien, en accord avec leurs conditions de travail. Un tableau du plan de maintenance préventive, intégrant les fréquences de lubrification et de vérification du niveau de lubrification des différents équipements, était affiché sur le mur. En fait, le jour de la visite technique de la station, une des trois vis d'Archimède était en procédure de remplacement.

Afin de compléter ces informations, le tableau de l'Annexe III.5 (Tableau III.5.1.1.1) présente les principaux commentaires sur les équipements électromécaniques de la STEP.

3.6.2 Données de conception

3.6.2.1 Année horizon du projet

L'horizon du projet de cette étude est, comme pour la STEP de Béja étudiée précédemment, l'année 2029, en prenant l'année 2016 comme année d'investissement et l'année 2019 comme année de début d'exploitation.

3.6.2.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus

Le tableau suivant résume les caractéristiques quantitatives et qualitatives estimées pour les eaux usées brutes à traiter dans la STEP de Jendouba, conformément aux données de base décrites au paragraphe 3.2.

Tableau 3.6-6 : Estimation des caractéristiques des eaux usées brutes

Paramètre	Unité	Année 2011	Année 2029
Population			
Domestique	habitants	54 088	64 988
Industrielle	EH	2 196	40 000
Touristique	lits	0	0
Total	EH	56 284	104 988
Débits			
Débit moyen journalier	m ³ /j	5 123	11 703
	L/s	59,3	135,5
Débit d'infiltration	m ³ /j	1 162	1 826
	L/s	13,5	21,1
Débit moyen journalier + infiltration	m ³ /j	6 285	13 528
	L/s	72,7	156,6
Débit de pointe	m ³ /h	380,5	900,0
	L/s	105,7	250,0
Débit maximum de dimensionnement	m ³ /h	900,0	900,0
	L/s	250,0	250,0
Charges polluantes			
MES	kg/j	4 956	7 449
DBO ₅	kg/j	2 251	4 200
DCO	kg/j	6 710	11 799
NT	kg/j	460	1 014
PT	kg/j	83	137
Coliformes fécaux (CF)	NMP/j	5,41x10 ¹⁵	6,50x10 ¹⁵
Concentrations (sans débit d'infiltration)			
MES	mg/L	967	637
DBO ₅	mg/L	439	359
DCO	mg/L	1 310	1 008
NT	mg/L	90	87
PT	mg/L	16	12
Coliformes fécaux (CF)	NMP/100mL	1,06x10 ⁸	5,55x10 ⁷

Ces valeurs ont été estimées en tenant compte du raccordement des nouvelles zones industrielles projetées par l'AFI et décrites dans le Tableau 3.2-3, car le pré-dimensionnement effectué a permis de conclure que la capacité des ouvrages existants est suffisante.

Pour l'estimation des caractéristiques quantitatives et qualitatives de l'effluent industriel, il a été considéré que les usagers industriels disposeront d'un traitement préliminaire des effluents permettant le respect des limites de rejet dans le réseau public d'assainissement imposées par la

législation en vigueur. Autrement dit, la concentration de DBO₅ des effluents industriels à traiter dans la STEP de Jendouba sera de 400 mg/L. L'estimation de la population équivalente industrielle a été faite en admettant une production spécifique d'eaux usées de 40 m³/ha/j et une production spécifique de DBO₅ de 40 g/hab/j.

3.6.2.3 Cadre législatif pour la qualité du milieu récepteur et pour la qualité nécessaire des eaux épurées

Il faut en général respecter les normes de rejet des eaux usées établies dans la législation applicable, notamment la norme NT 106.02. Toutefois, cette norme se trouve en révision et un projet de nouveau décret a été fourni à la Mission d'Études. Bien que ce nouveau document ne soit pas encore en vigueur, il faut remarquer qu'il y est envisagé des normes de rejets différenciées pour les milieux récepteurs sensibles et pour les autres milieux récepteurs.

Ainsi que mentionné précédemment, les eaux épurées sont rejetées vers l'Oued Medjerda, à plus de 80 km en amont du barrage de Sidi Salem, source très importante pour l'approvisionnement en eau potable et pour l'irrigation. Malgré la distance au barrage, on considère que ce milieu récepteur pourrait, à l'avenir et à la lumière du nouveau décret (encore en projet), être considéré comme un milieu récepteur sensible, car particulièrement sensible à la pollution hydrique causée par des substances contribuant à l'eutrophisation, en particulier les nitrates, les phosphores, l'azote et les substances exerçant une influence défavorable sur le bilan d'oxygène, mesurables par des paramètres tels que DBO, DCO et matières en suspension, et les substances microbiologiques.

Dans tous les cas, tant que le nouveau décret n'est pas mis en œuvre, les eaux épurées de la STEP de Jendouba doivent respecter le cadre de qualité présenté dans le tableau 1.3-4 du chapitre I.

3.6.2.4 Cadre législatif sur la destination finale des boues

Selon la stratégie définie par l'ONAS, la destination finale des boues déshydratées devra suivre les priorités suivantes :

1. Filière verte – valorisation agricole ;
2. Filière rouge – incinération ;
3. Filière noire – décharge contrôlée.

Les eaux usées affluentes à la STEP de Jendouba sont essentiellement urbaines. Bien que les caractéristiques qualitatives des eaux usées produites dans la nouvelle zone industrielle à raccorder à la STEP ne soient pas connues, il est admis que les boues provenant du traitement respecteront toutes les dispositions de la législation en vigueur (voir chapitre I, 1.3.3.3.3) et pourront donc être valorisées pour l'agriculture.

3.6.3 Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables

3.6.3.1 Considérations générales

Pour la réhabilitation de la station d'épuration de Jendouba, les trois solutions alternatives déjà décrites au paragraphe 3.4.3.1 sont également identifiées.

Pour ces trois solutions, il y aura intégration d'un bassin de rétention des sables, substitution des aérateurs de surface par un système de diffusion d'air, installation d'un système de recirculation interne de nitrate, construction de stations de pompage pour la recirculation des boues et l'extraction des boues en excès, construction d'un nouvel étage de déshydratation mécanique des boues et installation d'un système d'élimination des micro-organismes pathogènes par radiation ultraviolette.

A la demande de l'ONAS, une désodorisation des ouvrages et des bâtiments associés à l'émission des odeurs sera comprise.

En ce qui concerne les conditions de sécurité pour les ouvriers de la STEP, l'installation de garde-corps sur tous les ouvrages ayant une profondeur de liquide supérieure à 1 m est recommandée, notamment pour le dessableur-déshuileur, les réacteurs biologiques (en plus des garde-corps existants), les clarificateurs et les épaisseurs.

La description des filières de traitement est présentée dans les paragraphes suivants. Les principaux critères de conception et de dimensionnement liés aux opérations unitaires, les processus que les filières de traitement pourraient intégrer, ainsi que l'estimation des conditions de fonctionnement des ouvrages, sont présentés en Annexe III.1 (Tableau III.1.2).

Les schémas fonctionnels de chaque solution étudiée sont également présentés en Annexe III.7 (Annexe III.7).

3.6.3.2 Solution 1

3.6.3.2.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La première solution de réhabilitation de la STEP de Jendouba est basée sur le même procédé que celui existant, c'est-à-dire un système à boues activées à faible charge.

Les avantages et inconvénients de cette solution sont décrits au paragraphe 3.3.3.2.1.

En accord avec les données de base décrites au paragraphe 3.6.2.2, il a été estimé que, pour l'année 2029, la STEP de Jendouba devrait avoir une capacité pour traiter les eaux usées de 104 988 équivalents-habitants. Bien que ce nombre d'équivalents-habitants soit supérieur aux 70 000 EH du dimensionnement de la STEP, les calculs effectués dans le cadre de ce projet ont permis de conclure, par une vérification des conditions de fonctionnement des ouvrages existants, que la capacité de traitement existante est suffisante jusqu'à l'horizon du projet, car les coefficients de charge spécifiques utilisés ici sont toujours inférieurs à ceux admis dans le dimensionnement des ouvrages existants. Le débit moyen journalier à traiter pour l'année 2029 sera donc de 11 703 m³/j (la capacité installée étant de 8 000 m³/j) et la charge organique moyenne sera de 4 200 kg/j (la capacité installée étant de 3 400 kg/j).

Actuellement, les eaux usées arrivent gravitairement à la STEP et sont élevées à l'ouvrage d'arrivée par trois vis d'Archimède qui, en fonctionnant simultanément, élèvent un débit maximum de 900 m³/h. Le débit maximum affluent estimé dans cette étude est exactement 900 m³/h, donc cette valeur sera prise en compte comme débit maximum de dimensionnement.

Compte tenu de la forte affluence de sables à la STEP, un bassin de rétention de sables est préconisé, à construire en amont du traitement préliminaire.

Les ouvrages du traitement préliminaire existant ont été dimensionnés pour ce débit maximum, ce qui a été corroboré par la vérification des conditions de fonctionnement résultants du dimensionnement effectué. Ainsi, utilisant la capacité des vis d'Archimède existantes, tous les ouvrages de traitement préliminaire en une capacité suffisante.

Le dimensionnement effectué a révélé que le volume biologique disponible est, en régime de faible charge, suffisant pour le traitement biologique des eaux usées affluentes pour l'année horizon du projet, la charge massique d'opération de 0,103 kg DBO₅/kg MVS.jour étant dans l'intervalle théorique de faible charge (0,05 – 0,15 kg DBO₅/kg MVS.jour). En ce qui concerne la décantation secondaire, qui est dimensionnée pour le débit maximum, il est estimé que les décanteurs secondaires existants ont une capacité suffisante, ce qui est corroboré par la vérification des conditions de fonctionnement découlant du dimensionnement effectué.

Il est prévu la construction d'une station de pompage de boues biologiques, équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers les épaisseurs et pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération. Les pompes de recirculation des boues doivent permettre l'élévation d'un débit compris entre 50 et 150% du débit moyen journalier affluent à la STEP. Afin de faciliter le contrôle de gestion des boues, les groupes seront dotés de variateurs de vitesse et des débitmètres électromagnétiques seront installés dans leurs conduites de refoulement.

En aval de la décantation secondaire, une nouvelle étape de traitement tertiaire sous forme d'une filtration suivie d'une désinfection par UV sera prévue, afin de réduire la charge bactériologique pour répondre aux exigences de la norme NT 106.02.

En ce qui concerne l'étape d'épaississement, le fonctionnement de l'épaississeur existant a été évalué avec le débit de boues en excès estimé pour l'année zéro et pour l'année horizon du projet. Il en a été conclu que l'épaississeur existant n'a pas de capacité suffisante car la charge de solides et la charge hydraulique dépassent les valeurs admissibles. La construction d'un nouvel épaisseur ayant des dimensions égales à l'épaississeur existant est donc préconisée. Néanmoins, pour améliorer les conditions de fonctionnement pour l'année zéro, l'équipe d'exploitation pourra opérer avec un seul épaisseur.

Le dimensionnement effectué a démontré que les lits de séchage ne sont pas suffisants pour déshydrater les boues épaissies estimées pour l'année zéro ou pour l'année horizon du projet. Ce problème peut être résolu avec une déshydratation mécanique des boues par décanteuse centrifuge. Il faut prévoir, préalablement à la déshydratation, la possibilité de stockage des boues avec une capacité pour trois jours de production, afin de faire face à une éventuelle situation de panne de l'équipement. Il est prévu l'addition en ligne d'une solution de polyélectrolyte pour les boues à déshydrater. Les boues déshydratées seront stockées dans des conteneurs qui permettront de régulariser leur vidange vers leur destination finale.

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Jendouba comprend ainsi les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 3 vis d'Archimède (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;

- dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
- dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
- mesure de débit en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans les filières de traitement existantes avec un volume total de 11 928 m³, munies d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateurs de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans les décanteurs secondaires existants de plan rectangulaire, munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues vers une station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - alimentation des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - extraction des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate (nouveau), refoulé en retour depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédé en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans deux épaisseurs, munis de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant de l'épaissement, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à

pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;

- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.6.3.2.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 1, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.5 (Tableau III.5.10.1).

3.6.3.2.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.5 (Tableau III.5.5.3).

3.6.3.2.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.5 (Tableau III.5.3.3).

3.6.3.2.5 Equipement

En général, les équipements électromécaniques présentent, si on tient compte de leurs conditions de travail, un bon niveau d'entretien. En fait, le jour de la visite technique de la station (2010), une des trois vis d'Archimède était en cours de remplacement.

Le tableau suivant récapitule pour la solution 1 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Jendouba. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.6-7 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Vis d'Archimède n°1	Les vis d'Archimède étaient en cours de remplacement. Toutes les vis présentent un état avancé de corrosion et de dégradation. La construction semble inadaptée (elle est plus large) à la taille de la vis d'Archimède. Il est possible de voir beaucoup de déchets déposés sur les côtés des vis.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le remplacement était en cours.	débit = 180 m ³ /h hauteur ≈ 4,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Vis d'Archimède n°2	Les vis d'Archimède étaient en cours de remplacement. Toutes les vis présentent un état avancé de corrosion et de dégradation. La construction semble inadaptée (elle est plus large) à la taille des vis d'Archimède. Il est possible de voir beaucoup de déchets déposés sur les côtés des vis.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le remplacement était en cours.	débit = 360 m ³ /h hauteur ≈ 4,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Dégrilleur droit à raclage continu	Le dégrilleur présente une corrosion généralisée de l'acier inoxydable. Il a été signalé à la Mission d'Étude que le nettoyage mécanique du dégrilleur fonctionne en manuel, étant donné que l'automate n'existe pas sur le marché.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	débit maximum = 900 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Néanmoins, l'équipement semble être peint afin d'éviter une augmentation de la corrosion.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	débit volumétrique de déchets estimé = 1,0 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racleur souffre d'une déviation sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un niveau de dégradation élevé. Le composant électrique de l'équipement présente un niveau de dégradation élevé.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	à installer dans l'ouvrage existant
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Etudes des pannes fréquentes.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le classificateur à sables sur le pont racleur ne fonctionne pas correctement et présente certaines peintures dégradées.	L'opération de classification de sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité total estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a trois compresseurs pour le double canal: 2+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 162 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Etude que le circuit s'est bloqué immédiatement après le démarrage de l'installation et est abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 68 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	Les Mesure sont réalisées par compteur de niveau ultrasonique.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant, il faut mettre en œuvre une méthode plus efficace d'aération. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intégrera des compresseurs dotés de variation de vitesse, des conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a cinq compresseurs: 4 (un compresseur pour chaque ligne) +1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 2 794 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration des mesures d'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Les agitateurs submersibles ne sont pas en bon état. Pour cette solution, il faut envisager l'ajout d'agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement est nécessaire, et il faut ajouter des agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	à installer dans les bassins existants et en nombre égal à l'existant.
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable. Pour cette solution, il faut ajouter un pont racleur pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	à installer dans l'ouvrage existant. (Il y a deux ponts de raclage avec deux bassins pour décantation)
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Les pompes présentent un état raisonnable si on tient compte de leurs conditions de travail.	Leur remplacement complet n'est pas jugé nécessaire. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 144 m ³ /h.
Pompe de recirculation des boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipées avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues en amont des bassins d'aération est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 765 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Mesure du débit de recirculation des boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement	La construction d'une station de pompage de boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 27 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer dans les bassins d'aération existants des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 383 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur, comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 241 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticales d'alimentation aux filtres et filtres à pression auto nettoyants. Système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 900 m ³ /h

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur)	La peinture du pont racleur est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction d'un autre épaississeur est proposée.	Leur remplacement complet n'est pas jugé nécessaire. Il faut prendre en compte l'application d'une nouvelle couche de peinture. Il y aura deux ponts de raclage en service.	Le nouvel épaississeur sera de plan carré comme l'existant.
Pompes à boues épaissies	Les pompes à boues (qui élèvent les boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage) présentent un niveau élevé de détérioration.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer ces pompes et en ajouter une autre à cause du nouvel épaississeur. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.
Agitateur submersible (bassin de stockage des boues épaissies)	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, un stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation est proposé.	Un agitateur submersible doit être installé pour éviter la sédimentation des boues.	-
Pompe d'élévation des boues épaissies pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 20 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation de deux équipements est recommandée.	capacité estimée = 20 m ³ /h.
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane.	capacité 2 000 L/h
Pompe doseuse de polymère	-	Des pompes doseuses à membrane sont recommandées.	débit estimé par pompe = 1,4 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Enlèvement des boues déshydratées	-	L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 18 m ³ /j
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation est proposée.	Une désodorisation de l'air contaminé sera faite par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	

3.6.3.3 Solution 2

3.6.3.3.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La solution 2 intègre un traitement biologique par boues activées moyenne charge, avec digestion anaérobie des boues et valorisation énergétique du biogaz. La filière de traitement intègre de nouveaux ouvrages et équipements de traitement primaire et de stabilisation anaérobie mésophile des boues, à savoir digesteur anaérobie, gazomètre, torchère, équipements de traitement du biogaz, moto-générateurs, chaudière et échangeur de chaleur. Cette solution intègre un plus grand nombre d'opérations, et accroît donc notablement la complexité d'exploitation et d'entretien. Pour faire face à cette difficulté, les ouvriers devront avoir une formation spécialisée pour l'exploitation des nouveaux équipements. C'est d'autre part une solution avantageuse sur le plan énergétique, compte tenu d'une basse consommation d'énergie par rapport aux systèmes d'aération prolongée et de la possibilité de valoriser énergétiquement le biogaz produit.

Les considérations faites au paragraphe 3.6.3.2.1 (solution 1) pour les ouvrages de traitement préliminaire (comprenant le bassin de rétention des sables) et de décantation secondaire sont également valables pour cette solution 2. Selon l'Avant-Projet Détaillé de la STEP de Jendouba, l'agrandissement de la station peut se traduire par une transformation du processus d'aération prolongée (à faible charge) en aération conventionnelle (à moyenne charge), grâce à la construction d'ouvrages de décantation primaire et de stabilisation aérobie ou anaérobie des boues. Par conséquent, on admet que le profil hydraulique de la STEP a été conçu, dès le départ, pour permettre l'insertion d'une étape de décantation primaire. Cette conclusion a été confirmée par le levé topographique de la station.

Le dimensionnement effectué a révélé que, en régime de moyenne charge, la moitié du volume biologique existant (6 bassins, 5 964 m³) est suffisante pour le traitement biologique des eaux usées affluentes pour l'année horizon du projet. Pour l'année zéro, l'équipe d'exploitation pourra opérer avec trois bassins uniquement (2 982 m³), en améliorant les conditions de fonctionnement du traitement biologique. Le volume anoxique préconisé pour l'année zéro correspond à un bassin et demi et il est donc nécessaire de construire une paroi dans le deuxième bassin. Néanmoins, à l'année horizon de projet, la totalité du volume de ce bassin est nécessaire pour la dénitrification. Ce bassin doit donc être préparé pour fonctionner dans ces 2 cas : une moitié anoxique et l'autre aérobie, ou totalement anoxique.

En aval de la décantation secondaire, une nouvelle étape de traitement tertiaire sous forme de filtration suivie d'une désinfection par UV est prévue, afin de réduire la charge bactériologique pour répondre aux exigences de la norme NT 106.02.

Comme cela a été vérifié pour la solution 1, l'épaisseur existant n'a pas une capacité suffisante, et il faut donc augmenter la capacité installée en construisant un nouvel épaisseur.

La filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Jendouba comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 3 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;

- grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
- dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
- mesure de débit en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans la moitié des filières de traitement existantes avec un volume total de 5 964 m³, munies d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans les décanteurs secondaires existants de plan rectangulaire, munis d'un pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - élévation de boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate (nouveau), refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan carré munis de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;

- valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
- chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la cogénération (nouveau) ;
- combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz de mauvaise qualité (nouveau) ;
- déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
- stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
- refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.6.3.3.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 2, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.5 (Tableau III.5.10.2). Le bilan énergétique de la solution 2 comprend l'électricité produite par la cogénération.

3.6.3.3.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium, la chaux éteinte et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées en Annexe III.5 (Tableau III.5.5.4).

3.6.3.3.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées en Annexe III.5 (Tableau III.5.3.2).

3.6.3.3.5 Equipement

Le tableau suivant récapitule par la solution 2 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Jendouba. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.6-8 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Vis d'Archimède n°1	Les vis d'Archimède étaient en cours de remplacement. Toutes les vis présentaient un état avancé de corrosion et de dégradation. La construction semble inadaptée (elle est plus large) à la taille des vis d'Archimède. Il est possible de voir beaucoup de déchets déposés sur les côtés des vis.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le remplacement était en cours.	débit = 180 m ³ /h hauteur ≈ 4,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Vis d'Archimède n°2	Les vis d'Archimède étaient en cours de remplacement. Toutes les vis présentaient un état avancé de corrosion et de dégradation. La construction semble inadaptée (elle est plus large) à la taille des vis d'Archimède. Il est possible de voir beaucoup de déchets déposés sur les côtés des vis.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le remplacement était en cours.	débit = 360 m ³ /h hauteur ≈ 4,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Dégrilleur droit à raclage continu	Le dégrilleur présente une corrosion généralisée de l'acier inoxydable. D'autre part, il a été signalé à la Mission d'Etude que le nettoyage mécanique du dégrilleur fonctionne en manuel, étant donné qu'il n'existe pas sur le marché d'automate correspondant.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	débit maximum = 900 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Il est néanmoins possible de constater que l'équipement semble être peint afin d'éviter une augmentation de la corrosion.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	débit volumétrique de déchets estimé = 0,2 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racleur a une déviation sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un niveau de dégradation élevé. Le composant électrique de l'équipement présente un niveau de dégradation élevé.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	à installer dans l'ouvrage existant
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Etudes des pannes fréquentes.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le classificateur à sables sur le pont racleur ne fonctionne pas correctement et présente certaines peintures dégradées.	L'opération de classification de sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité total estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a trois compresseurs pour le double canal: 2+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 162 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Etude que le circuit s'est bloqué immédiatement après le démarrage de l'installation et a été depuis abandonné.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 68 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	Les mesures sont réalisées par compteur de niveau ultrasonique.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement primaire			
Ponts de raclage (décanteurs primaires)	Pour cette solution de réhabilitation de la station, il est proposé la mise en place d'un traitement primaire.	Le pont racler est constitué d'un pont mobile ayant une fonction de passerelle, d'un couple de chariots d'entraînement latéraux, d'un système articulé pour la collecte des boues et l'évacuation des écumes, d'un motoréducteur pour l'actionnement des deux chariots latéraux, d'un groupe de commande du système articulé racler de fond - lame écumoire et d'un panneau de commande et de contrôle.	
Pompes d'élévation des boues primaires (décanteurs primaires)		Des pompes submersibles doivent être installées. Il y a une pompe par pont racler.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant, il faut mettre en œuvre une méthode d'aération plus efficace. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intégrera des compresseurs dotés de variation de vitesse, de conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a trois compresseurs: 2+1; un compresseur pour chaque ligne.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 4 438 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Les agitateurs submersibles ne sont pas en bon état. Pour cette solution, il faut envisager l'ajout d'agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement est nécessaire, et il faut ajouter des agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable. Pour cette solution, il faut ajouter un pont racleur pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	à installer dans l'ouvrage existant. (Il y a deux ponts de raclage avec deux bassins de décantation)
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Les pompes sont dans un état raisonnable compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 144 m ³ /h.
Pompe de recirculation des boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 761 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaisseur est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 24 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer, dans les bassins d'aération existants, des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 761 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 231 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticales, filtres à pression auto nettoyants et système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 900 m ³ /h
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur existant)	La peinture du pont racleur est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction d'un autre épaississeur est proposée.	Leur remplacement complet n'est pas jugé nécessaire. Il faut prendre en compte l'application d'une nouvelle couche de peinture.	Le nouvel épaississeur sera de plan carré comme l'existant.
Pompes à boues épaissies	La pompe de boues (qui élève les boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage) présente un niveau de détérioration élevé.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer ces pompes et en ajouter une autre à cause du nouvel épaississeur. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h.
Digestion anaérobie des boues	Pour cette solution pour réhabilitation de la station, une stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies est proposée.	La digestion anaérobie des boues sera réalisée par des digesteurs, avec agitation dans les digesteurs par pompes de recirculation de boues, pompes pour le circuit de chauffage de la boue en digestion, gazomètre et torchère.	
Système de chauffage de la boue en digestion	Pour la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies, il faut prévoir un système de chauffage des boues en digestion.	L'utilisation d'une chaudière et d'un réservoir d'eau chaude avec des pompes de recirculation pour ces circuits est toujours recommandée.	la chaudière doit travailler au gaz naturel et au biogaz

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Cogénération	Le système de cogénération permet de valoriser énergétiquement le biogaz produit et également le chauffage des boues en digestion avec la chaleur produite par le moto-générateur.	En plus du système de chauffage des boues en digestion par chaudière, un système de cogénération composé d'éléments tels que les moto-générateur à biogaz est proposé.	
Pompe d'élévation des boues digérées pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 25 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation de deux équipements est recommandée.	capacité estimée = 25 m ³ /h.
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane.	capacité 2 000 L/h
Pompe doseuse de polymère	-	Des pompes doseuses à membrane sont recommandées.	débit estimé par pompe = 1,6 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 39 m ³ /j
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur et du bâtiment de déshydratation est proposée.	La désodorisation de l'air contaminé sera faite par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur.	-

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant l'intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	-

3.6.3.4 Solution 3

3.6.3.4.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La solution 3 intègre un traitement biologique par boues activées moyenne charge, avec digestion anaérobie mésophile des boues. Le biogaz est souvent utilisé comme combustible pour la chaudière qui fournit l'énergie nécessaire au réchauffage de la boue. Le biogaz en excès sera incinéré dans la torchère.

La filière de traitement inclut de nouveaux ouvrages et équipements de traitement primaire et de stabilisation anaérobie mésophile des boues, à savoir digesteur anaérobie, gazomètre, torchère, équipements de traitement du biogaz, chaudière et échangeur de chaleur.

Toutes les considérations effectuées pour la solution 2 concernant la capacité des ouvrages existants et les besoins d'extension sont également valables pour cette solution 3.

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Jendouba comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention des sables (nouveau) ;
 - élévation des eaux usées par 3 vis d'Archimède (existant) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle installée dans le canal bypass (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure de débit en canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 2 décanteurs de plan rectangulaire munis de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - alimentation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans la moitié des filières de traitement existantes avec un volume total de 5 964 m³, munies d'un système de diffusion d'air fourni par des compresseurs dotés de variateur de vitesse (nouveau) ;
 - sédimentation des boues dans les décanteurs secondaires existants de plan rectangulaire, munis de pont de raclage aspirant (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage (nouveau) ;
 - recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par un

- débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- alimentation des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le réacteur biologique par une recirculation de nitrate (nouveau), refoulé depuis la sortie du bassin nitrifiant (derniers compartiments) vers le début du bassin anoxique (premiers compartiments), et mesure du débit recirculé avec débitmètre électromagnétique (nouveau) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan carré, munis de pont de raclage (1 existant et 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la chaudière (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz de mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.6.3.4.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 3, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.5 (Tableau III.5.10.3).

3.6.3.4.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium, la chaux éteinte et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées en Annexe III.5 (Tableau III.5.5.4).

3.6.3.4.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées en Annexe III.5 (Tableau III.5.3.2).

3.6.3.4.5 Equipement

La solution 3 intègre la même filière de traitement que la solution 2 à l'exception de la cogénération. Par conséquent, toutes les considérations sur la solution 2 concernant les équipements existants et les besoins de remplacement sont également valables pour cette solution. Pour une meilleure compréhension des commentaires, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.6-9 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Vis d'Archimède n°1	Les vis d'Archimède étaient en cours de remplacement. Toutes les vis présentaient un état avancé de corrosion et de dégradation. La construction semble inadaptée (elle est plus large) à la taille des vis d'Archimède. Il est possible de voir beaucoup de déchets déposés sur les côtés des vis.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le remplacement était en cours.	débit = 180 m ³ /h hauteur ≈ 4,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Vis d'Archimède n°2	Les vis d'Archimède étaient en cours de remplacement. Toutes les vis présentaient un état avancé de corrosion et de dégradation. La construction semble inadaptée (elle est plus large) à la taille des vis d'Archimède. Il est possible de voir beaucoup de déchets déposés sur les côtés des vis.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le remplacement était en cours.	débit = 360 m ³ /h hauteur ≈ 4,5 mce (mètre de colonne d'eau)
Dégrilleur droit à raclage continu	Le dégrilleur présente une corrosion généralisée de l'acier inoxydable. Il a été signalé à la Mission d'Etude que le nettoyage mécanique du dégrilleur fonctionne en manuel, étant donné qu'il n'existe pas sur le marché d'automate correspondant.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	débit maximum = 900 m ³ /h Espacement entre barreaux = 6 mm
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Il est néanmoins possible de constater que l'équipement semble être peint afin d'éviter une augmentation de la corrosion.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	débit volumétrique de déchets estimé = 0,2 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le pont racleur souffre d'une déviation sur le mouvement longitudinal. Les roues du pont racleur présentent un niveau de dégradation élevé. Le composant électrique de l'équipement présente un niveau de dégradation élevé.	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement.	à installer dans l'ouvrage existant
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Il a été signalé à la Mission d'Etudes des pannes fréquentes.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le classificateur à sables sur le pont racleur ne fonctionne pas correctement et présente certaines peintures dégradées.	L'opération de classification des sables doit être améliorée avec l'installation d'un équipement spécialisé pour cette fonction. Cet équipement sera à installer sur le pont racleur.	Capacité total estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a trois compresseurs pour le double canal: 2+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 162 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Etude que le circuit s'est bloqué immédiatement après le démarrage de l'installation et a été abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 68 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	Les mesures sont réalisées par compteur de niveau ultrasonique.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement primaire			
Ponts de raclage (décanteurs primaires)	Pour cette solution de réhabilitation de la station, il est proposé la mise en place d'un traitement primaire.	Le pont racleur est constitué d'un pont mobile ayant une fonction de passerelle, d'un couple de chariots d'entraînement latéraux, d'un système articulé pour la collecte des boues et l'évacuation des écumes, d'un motoréducteur pour l'actionnement des deux chariots latéraux, d'un groupe de commande du système articulé, racleur de fond - lame écumoire et d'un panneau de commande et de contrôle.	
Pompes d'élévation des boues primaires (décanteurs primaires)		Des pompes submersibles doivent être installées. Il y a une pompe par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas les mesures de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique. Pour profiter au maximum du volume de réaction existant, il faut mettre en œuvre une méthode d'aération plus efficace. Les bassins sont trop profonds pour obtenir le maximum de performance des aérateurs de surface existants.	Le remplacement des aérateurs de surface par un système d'insufflation d'air à bulles fines est recommandé. Ce système intègre des compresseurs dotés de variation de vitesse, de conduites d'air et des diffuseurs à installer dans les bassins. Il y a trois compresseurs: 2+1; un compresseur pour chaque ligne.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 4 438 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	L'exploitation des aérateurs de surface n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Les agitateurs submersibles ne sont pas en bon état. Pour cette solution, il faut envisager l'ajout d'agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement est nécessaire, et il faut ajouter des agitateurs submersibles pour la nouvelle ligne.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage ne présentent pas un état convenable. Pour cette solution, il faut ajouter un pont racleur pour la nouvelle ligne.	Leur remplacement complet est jugé nécessaire.	à installer dans l'ouvrage existant. (Il y a deux ponts de raclage avec deux bassins de décantation)
Pompes d'élévation des boues biologiques (décanteurs secondaires)	Les pompes sont dans un état raisonnable compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Il y a deux pompes par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 144 m ³ /h.
Pompe de recirculation de boues	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour la recirculation des boues vers l'amont des bassins d'aération est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 761 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de boues	Il n'existe pas de mesure de la recirculation de boues.	Installation d'un débitmètre dans la conduite de refoulement de la recirculation des boues.	diamètre estimé = 200 mm
Pompe d'extraction des boues en excès	La répartition des débits pour les circuits de recirculation des boues biologiques et de purge des boues en excès est faite manuellement par vanne de répartition, sans précision, ce qui entrave la bonne gestion de la répartition des boues et nuit au processus de traitement.	La construction d'une station de pompage des boues biologiques équipée avec des pompes submersibles pour l'élévation des boues en excès vers l'épaisseur est recommandée.	débit estimé pour chaque pompe = 24 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	Il n'existe pas de mesure du débit des boues en excès.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 80 mm
Traitement tertiaire			
Pompe de recirculation de nitrate	La norme tunisienne NT106.02 impose des valeurs limites pour le nitrate, le nitrite, l'azote organique et ammoniacal. Il faut donc modifier les réacteurs existants pour les adapter à l'élimination biologique d'azote.	Il faut installer, dans les bassins d'aération existants, des pompes submersibles (avec variation de fréquence) pour la recirculation de nitrate depuis le dernier bassin d'aération jusqu'au premier.	débit estimé pour chaque pompe = 761 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Mesure du débit de recirculation de nitrate	Il n'existe pas de mesure du débit de recirculation de nitrate.	Installation d'un débitmètre sur la conduite de recirculation de nitrate (mesure par débitmètre électromagnétique).	diamètre estimé = 200 mm
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 231 L/h
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticales, filtres à pression auto nettoyants et système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 900 m ³ /h
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur existant)	La peinture du pont racleur est un peu dégradée et altérée à certains endroits. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction d'un autre épaississeur est proposée.	Leur remplacement complet n'est pas jugé nécessaire. Il faut prendre en compte l'application d'une nouvelle couche de peinture.	Le nouvel épaississeur sera de plan carré comme l'existant.
Pompes à boues épaissies	La pompe à boues (qui élève les boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage) présente un niveau de détérioration élevé.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer ces pompes et en ajouter une autre à cause du nouvel épaississeur. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 18 m ³ /h
Digestion anaérobie des boues	Pour cette solution pour réhabilitation de la station, il est proposé la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies.	La digestion anaérobie des boues sera réalisée par des digesteurs, avec agitation dans les digesteurs par pompes de recirculation de boues, pompes pour le circuit de chauffage de la boue en digestion, gazomètre et torchère.	
Système de chauffage des boues en digestion	Pour la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies, il faut prévoir un système de chauffage des boues en digestion.	L'utilisation d'une chaudière et d'un réservoir d'eau chaude avec des pompes de recirculation pour ces circuits est toujours recommandée.	la chaudière doit travailler au gaz naturel et au biogaz

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompe d'élévation des boues digérées pour décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 25 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation de deux équipements est recommandée.	capacité estimée = 25 m ³ /h.
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane.	capacité 2 000 L/h
Pompe doseuse de polymère	-	Des pompes doseuses à membrane sont recommandées.	débit estimé par pompe = 1,6 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 39 m ³ /j
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur et du bâtiment de déshydratation est proposée.	La désodorisation de l'air contaminé sera faite par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur.	-
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant l'intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	-

3.6.4 Évaluation économique

3.6.4.1 Coûts d'investissement

L'estimation des coûts d'investissement en capital fixe associés au génie civil et aux équipements repose sur une consultation des prix du marché et sur les informations fournies par l'ONAS.

Le tableau suivant présente un sommaire des coûts d'investissement en capital fixe associés à chaque solution de traitement étudiée. L'Annexe III.8.4 présente les détails des valeurs partielles qui ont fourni les valeurs présentées dans le tableau. Le sous-détail des prix pour la solution retenue est donné en annexe III.9.

L'estimation des coûts se base sur les prix de l'année 2011.

Tableau 3.6-10 : Estimation des coûts d'investissement initial

Solutions de traitement	Génie Civil (TND)	Equipements et IE (TND)	Total (TND)
1	1 918 721	4 685 661	6 604 382
2	2 973 907	8 055 684	11 029 592
3	2 943 992	5 795 291	8 739 282

Conformément au calendrier d'exécution du projet, décrit dans le Chapitre V, il est admis que l'investissement initial sera effectué en l'an 2016, correspondant au début des travaux de construction.

3.6.4.2 Coûts d'exploitation et d'entretien

Pour l'estimation des coûts d'exploitation et d'entretien, les coûts unitaires fournis par l'ONAS ont été utilisés en qui concerne :

- entretien ;
- consommation de réactifs chimiques ;
- consommation d'énergie électrique ;
- transport et dépôt final des sous-produits et des boues.

Les coûts d'exploitation associés au contrôle analytique du fonctionnement de la STEP n'ont pas été comptabilisés, car ils dépendent de la planification définie par l'ONAS et sont communs à toutes les solutions de traitement étudiées.

Les coûts d'entretien résultent de l'addition de deux parties, l'une correspondant au génie civil et l'autre à l'entretien des équipements électromécaniques. Leur estimation est basée sur l'application de taux de 2,5% et 1,0% sur les prévisions budgétaires de l'investissement pour respectivement les équipements électromécaniques et le génie civil. Les coûts annuels d'entretien sont estimés en pourcentage du coût total de construction ou d'achat.

En qui concerne les réactifs chimiques, les prix unitaires suivants sont admis:

- sulfate d'aluminium – 400 TND ;
- polyélectrolyte cationique – 6500 TND ;
- chaux – 150 TND.

La consommation d'énergie électrique a été estimée d'après les bilans énergétiques présentés en Annexe III (Tableaux III.5.10.1 à III.5.10.3), et un coût unitaire d'électricité de 0,13 TND/kWh a été admis.

Pour l'estimation des coûts de transport et de mise en dépôt final des sous-produits et des boues, un coût unitaire de 40 TND/t a été pris en compte.

Conformément au calendrier d'exécution du projet, le début de l'exploitation de la station après la réhabilitation aura lieu en l'an 2019.

3.6.4.3 Coûts totaux actualisés

L'Annexe III.8.4 présente les coûts totaux actualisés pour l'année 2016, par application d'un taux d'actualisation de 3%. Le taux d'actualisation est utilisé pour calculer le coût total actualisé / valeur actuelle nette, ou le coût moyen pondéré du capital. Un résumé des résultats obtenus est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 3.6-11 : Estimation des coûts d'investissement en capital fixe (ICF), des coûts d'exploitation (CE) et des coûts totaux actualisés (CTA) pour chaque solution étudiée

Solutions de traitement	ICF (TND)	CE (TND)	CTA (TND)
1	6 598 382	22 508 872	24 315 630
2	11 023 592	21 543 049	27 995 433
3	8 733 282	23 068 488	26 895 967

Pour les différentes solutions étudiées, le ratio TND/m³ d'eau usée traitée est respectivement de 0,61, 0,71 et 0,68.

3.6.5 Comparaison technique et économique des solutions

D'après l'analyse du tableau précédent, nous devons noter que la solution 2, bien que les coûts d'exploitation soient inférieurs, devient la plus chère jusqu'à l'horizon du projet, en raison d'un investissement initial élevé. D'un point de vue strictement économique, la solution 1 est la plus avantageuse, avec les coûts d'investissement et coûts totaux actualisés les plus bas.

Pendant les missions en Tunisie, la Mission d'Etude a essayé de trouver des exemples de STEP avec processus de traitement par boues activées à moyenne charge, digestion anaérobie mésophile des boues et valorisation énergétique du biogaz. Malgré l'absence d'échantillon représentatif de stations de ce type, une visite à la STEP de Choutrana a été réalisée et il a été constaté que la digestion anaérobie des boues avec valorisation énergétique du biogaz était hors service. Après analyse des plans de formation fournis par l'ONAS, nous devons noter qu'un

grand effort serait nécessaire pour mettre en place la solution 2, en intégrant des actions de formation des équipes d'exploitation.

Par contre, la solution 1 intègre le processus de traitement existant, beaucoup plus simple et bien maîtrisé par l'équipe d'exploitation.

La solution 3 représente une situation intermédiaire. Néanmoins, les difficultés d'exploitation sont presque les mêmes que pour la solution 2.

Il est donc recommandé que la solution 1 soit adoptée pour réhabilitation de la station de Jendouba.

3.6.6 Conclusion et recommandations

Les discussions avec l'ONAS pendant la présente étude ont mené à la sélection de la Solution 1 comme meilleur choix pour la STEP de Jendouba pour procéder à la conception détaillée.

3.6.6.1 Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée

Les principales interventions recommandées pour la solution retenue comprennent :

- **Traitement préliminaire**
 - construction d'un bassin de rétention de sables, y compris extraction des sables par un système "air-lift" ;
 - remplacement du dégrilleur à raclage continu ;
 - remplacement du pont de raclage du dessablage et déshuilage ;
 - remplacement des pompes à sables du dessablage et déshuilage ;
 - installation d'un classificateur à sable du dessablage et déshuilage ;
 - remplacement des compresseurs du dessablage et déshuilage ;
 - installation de la vis transporteuse du dessablage et déshuilage pour l'enlèvement de la graisse ;
 - remplacement de l'équipement de mesure du débit d'effluent ;
- **Traitement biologique**
 - installation d'un système d'aération par air diffus dans les 2 filières ;
 - remplacement des agitateurs existants ;
 - remplacement des ponts de raclage des décanteurs secondaires ;
 - construction d'une station de pompage de boues pour la recirculation des boues en amont des bassins d'aération et pour l'élévation des boues en excès vers l'épaississeur ;

- Traitement tertiaire
 - installation des pompes pour la recirculation de nitrate ;
 - construction de l'unité de désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration ;
 - Traitement des boues
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la déshydratation mécanique des boues ;
 - Traitement des odeurs
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation.

3.6.6.2 Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux

Comme il est nécessaire de maintenir le fonctionnement de la STEP durant les travaux, il est essentiel d'effectuer ceux-ci d'une manière progressive. En ce sens, il est recommandé que :

- les interventions soient faites autant que possible pendant la saison sèche, afin que le débit affluent soit plus petit ;
- la construction du bassin de rétention de sables soit prioritaire et achevée avant les interventions dans le traitement préliminaire ;
- les interventions prévues au niveau du traitement préliminaire soient effectuées en alternance sur chaque canal ;
- les interventions dans les bassins d'aération et dans les décanteurs secondaires soient effectuées ligne par ligne afin de permettre maintenir le reste en exploitation ;
- les interventions prévues au niveau de la désinfection, du traitement des boues et du traitement des odeurs n'interviennent pas directement dans le fonctionnement des STEP, et peuvent donc être exécutées de manière séquentielle.

3.6.6.3 Remarques sur les études ultérieures

Les résultats obtenus pour la STEP de Jendouba ont permis de dégager une solution pour la fixation du budget de l'opération de réhabilitation et d'extension.

Il appartiendra toutefois aux études ultérieures, notamment APD, de valider dans le détail les choix techniques proposés ou de proposer quelques modifications techniques dans le cadre du budget de l'opération.

3.7 STEP DE SILIANA

3.7.1 Situation actuelle de la STEP

3.7.1.1 Informations générales

3.7.1.1.1 Localisation générale et accessibilité

La station d'épuration de Siliana est située au nord-est de Siliana, gouvernorat de Siliana, est à 3,4 km du centre-ville. Le terrain est situé sur la gauche de la route secondaire Siliana – Bou Arada, séparé de celle-ci par un fossé peu profond. La Figure 3.7-6 présente une vue aérienne de la STEP et du milieu récepteur des eaux épurées.

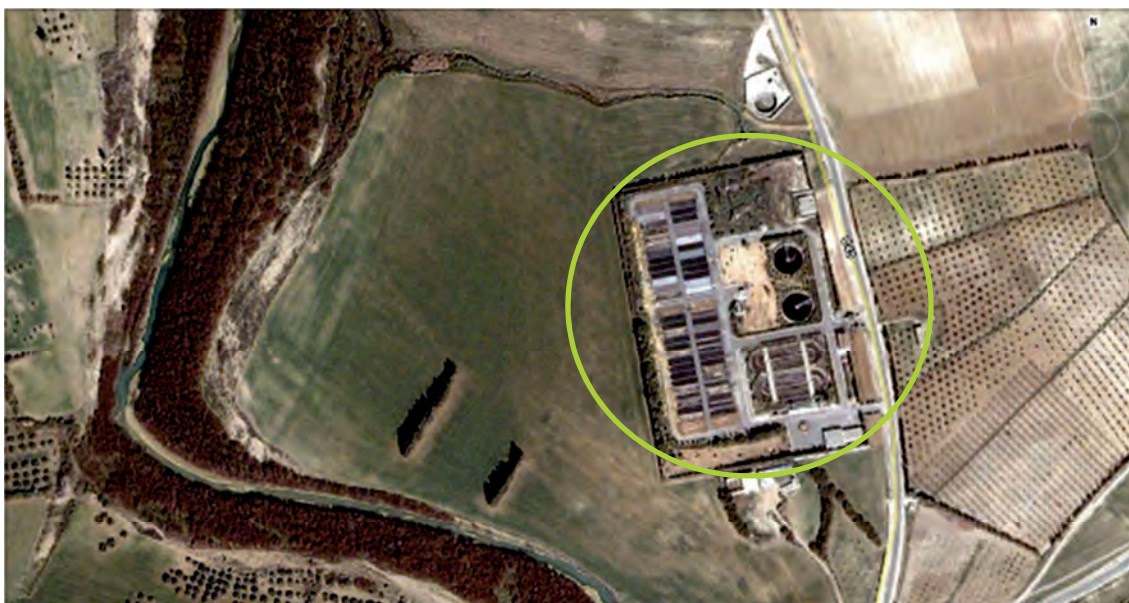


Figure 3.7-6 : Vue aérienne de la STEP de Siliana et du milieu récepteur des eaux épurées
(Source : Google Earth 2010)

Tout le périmètre de la STEP est clôturé et l'accès à l'installation se fait par un portail. La clôture et le portail sont en bon état de conservation.

3.7.1.1.2 Restrictions liées à l'environnement local et au voisinage

La STEP de Siliana s'étend sur un terrain d'environ 4 ha comprenant déjà les surfaces nécessaires pour la future extension à réaliser pour satisfaire les besoins estimés pour l'année 2016.

A 5 km du point de décharge des eaux épurées se trouve la retenue du barrage de Siliana, qui constitue une source d'eau pour l'irrigation agricole.

3.7.1.1.3 Description des ouvrages existants

La STEP de Siliana a été mise en service en Janvier 2000, et est dimensionnée pour traiter les eaux usées correspondant à 51 000 équivalents habitants pour l'année 2011. Selon la technicienne

responsable de l'exploitation, la STEP reçoit aussi les rejets d'une industrie de volaille, pour laquelle il n'a pas été possible de trouver d'informations plus détaillées.

Cette capacité de traitement correspond à un débit de 4 530 m³/j et à une charge organique (DBO) de 2 450 kg/j.

Le réseau d'assainissement existant à Siliana est de deux types :

- réseau pseudo-séparatif dans le noyau central de la ville ;
- réseau séparatif ailleurs.

Les eaux usées arrivent à la STEP par refoulement.

La STEP de Siliana a été conçue selon le procédé à boues activées en aération prolongée, et intègre les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6,0 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque ;
 - grille manuelle avec une distance entre barreaux de 10 mm, installée dans le canal bypass ;
 - tamis rotatif pour le micro tamisage des graisses provenant du dessableur/déshuileur et des boues flottantes (écumes) des décanteurs secondaires ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage ;
 - mesure du débit dans un canal Venturi à l'aide d'un compteur de niveau ultrasonique ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans deux filières de traitement, chacune ayant deux chenaux d'oxydation avec aération de surface par brosses ;
 - décantation secondaire par deux décanteurs de plan circulaire, avec un pont de raclage tournant, alimentation centrale et sortie périphérique par déversoir ;
 - recirculation des boues vers le début des chenaux d'oxydation, par une station de pompage des boues et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique ;
 - extraction des boues en excès et acheminement vers l'épaississeur par une station de pompage des boues (avec mesure du débit par un débitmètre électromagnétique) ;
 - extraction des boues flottantes (écumes) du décanteur secondaire par une pompe à boue installée sur le racleur tournant et acheminement vers le tamis rotatif ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote matérialisée dans le canal d'oxydation, rendue possible grâce aux gradients de concentration d'oxygène dissous dans le bassin (permettant d'avoir des zones d'anoxie pour la dénitrification) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (actuellement hors service) ;

- Traitement des boues :
 - épaissement des boues activées en excès dans un épaisseur de plan circulaire, muni de pont de raclage ;
 - déshydratation des boues épaissies sur 56 lits de séchage ;
 - pompage, par une station de pompage, du surnageant provenant de l'épaisseur et du filtrat des lits de séchage vers l'ouvrage d'arrivée de la STEP en amont du dégrilleur.

Une partie des effluents du traitement biologique est réutilisée en interne comme eau de lavage. Les eaux épurées excédant les besoins en eau de lavage dans la STEP sont rejetées vers le milieu récepteur, l'Oued Siliana (alimentant le barrage Siliana), et une partie de celles-ci est réutilisée pour l'irrigation complémentaire de 70 ha de terrains agricoles.

Les figures suivantes présentent le plan d'implantation générale de la STEP de Siliana, avec représentées les futures zones d'extension déjà prévues pour 2016 (zones ombragées) et quelques photos de la STEP de Siliana.

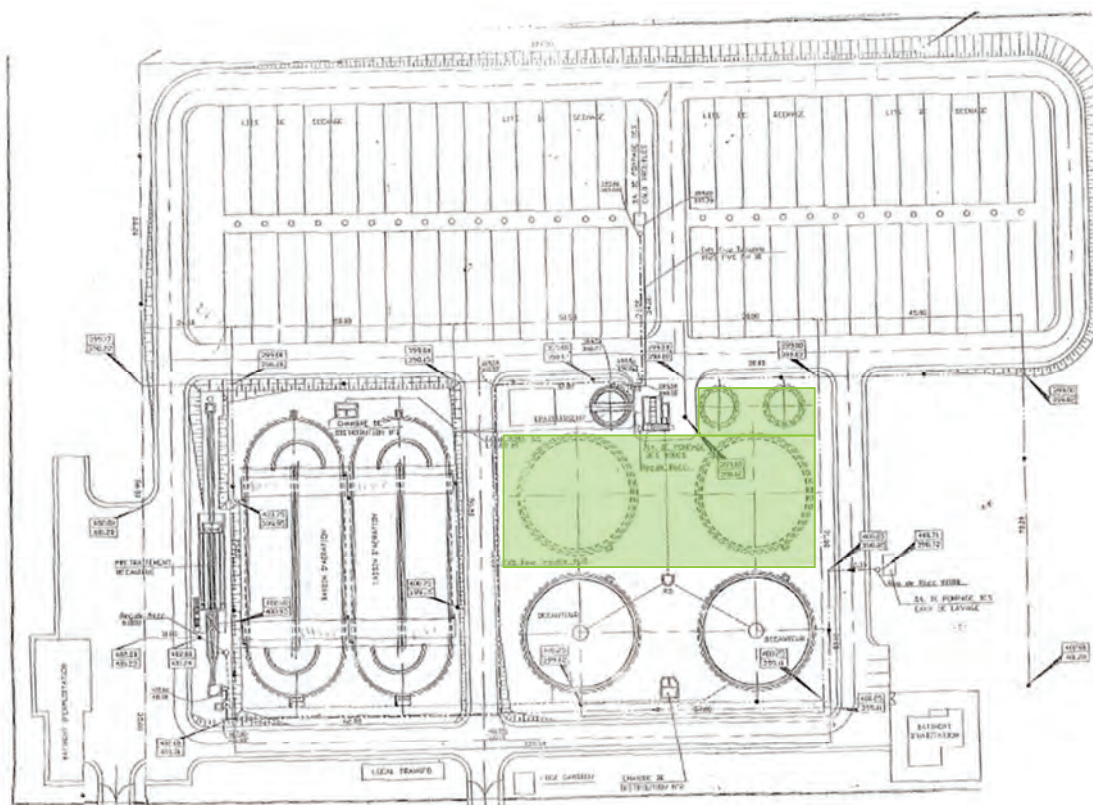


Figure 3.7-7 : Implantation générale de la STEP de Siliana
(Source : Avant-Projet Détaillé, Siliana, Avril 1996)



Figure 3.7-3 : Photos de la STEP de Siliana

1 – Traitement préliminaire – chenaux de dégrillage ; 2 – Traitement préliminaire – dégrilleur mécanique, tamis rotatif et convoyeur à bande des déchets ; 3 – Mesure de débit ; 4 – Bassin d’aération – canal d’oxydation ; 5 – Station de pompage des boues de retour, des boues en excès et des boues épaissies ; 6 – Épaississeur.

Les principales dimensions des ouvrages existants sont présentées en Annexe III.6 (Tableaux III.6.3.1 à III.6.9.4).

La STEP dispose en outre de trois bâtiments et d’une loge pour le gardien (près de l’entrée et ayant une superficie de 9 m²). Le bâtiment d’exploitation comporte deux bureaux (dont un comprenant la commande centrale), un laboratoire, un atelier et un magasin d’accessoires pour les installations électromécaniques, un poste de communication, un local pour le stockage des

produits chimiques, un réfectoire et des toilettes (WC/douches). Les eaux usées du bâtiment d'exploitation sont acheminées par refoulement vers l'amont du dégrillage.

Le bâtiment d'habitation a été conçu pour permettre une présence permanente du responsable de la STEP et se compose de trois chambres à coucher, d'une salle de séjour, d'une salle à manger, d'une cuisine, d'une salle de bain et d'une terrasse. Les eaux usées de ce bâtiment sont évacuées vers la même station de pompage que celle qui reçoit les eaux usées du bâtiment d'exploitation et achemine l'ensemble vers l'ouvrage d'arrivée.

Le bâtiment de transformation comprend une salle pour le groupe électrogène, un local de distribution basse tension (BT), une salle pour le transformateur et une salle pour l'arrivée de la moyenne tension.

3.7.1.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives actuelles des eaux usées et épurées

3.7.1.2.1 Rapports d'exploitation de l'ONAS

Les tableaux suivants récapitulent les caractéristiques quantitatives et qualitatives des eaux usées affluentes à la STEP de Siliana, ainsi que celles des eaux épurées, selon les rapports d'exploitation des années 2008, 2009 et 2010 fournis par l'ONAS.

Tableau 3.7-4 : Caractéristiques quantitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	Débit journalier (m ³ /j)	Débit mensuel (m ³ /mois)	Débit annuel (m ³ /année)
2008	Minimum	1 345	36 261	847 144
	Moyenne	2 364	70 595	
	Maximum	3 303	114 452	
2009	Minimum	1 821	54 639	738 639
	Moyenne	2 026	61 553	
	Maximum	4 320	72 418	
2010	Minimum	1 740	50 533	780 774
	Moyenne	2 137	65 065	
	Maximum	4 523	80 183	

Tableau 3.7-5 : Caractéristiques quantitatives des eaux affluentes pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (kg/j O ₂)	DCO (kg/j O ₂)	MES (kg/j)
2008	Minimum	569	1 484	572
	Moyenne	987	2 432	1 105
	Maximum	1 743	3 710	2 514
2009	Minimum	721	1 728	702
	Moyenne	882	1 970	834
	Maximum	1 023	2 255	910
2010	Minimum	804	1 635	646
	Moyenne	976	2 189	937
	Maximum	1 288	2 894	1 768

Tableau 3.7-6 : Caractéristiques quantitatives des eaux traitées pour les années 2008 à 2010

Année	Valeur	DBO (mg/L O ₂)	DCO (mg/L O ₂)	MES (mg/L)
2008	Minimum	23	75	14
	Moyenne	56	134	63
	Maximum	133	233	125
2009	Minimum	19	73	19
	Moyenne	26	88	26
	Maximum	41	135	45
2010	Minimum	20	78	13
	Moyenne	27	86	24
	Maximum	36	106	35

3.7.1.2.2 Programme de prélèvement réalisé et discussion des principaux résultats

Dans le cadre de ce projet, un programme de prélèvement des eaux usées brutes et traitées a été mené, afin de confirmer les conclusions de l'analyse des rapports d'exploitation de la STEP.

L'échantillonnage a été réalisé conformément à la procédure définie pour la STEP de Béja décrite au paragraphe 3.3.1.2.2.

L'échantillonnage de la STEP de Siliana a été réalisé aux dates suivantes :

- jeudi 21/10/2010 – vendredi 22/10/2010 : jour de souk hebdomadaire ;
- lundi 25/10/2010 – mardi 26/10/2010 : jour de boucherie de poulets. Une boucherie en amont de la STEP (boucherie OMAR) rejette ses eaux usées brutes directement dans le réseau de l'ONAS, ce qui cause des perturbations sérieuses du fonctionnement de la station ;

- jeudi 04/11/2010 – vendredi 05/11/2010 : journée pluvieuse qui coïncide avec le jour de souk hebdomadaire ;
- samedi, le 06/11/2010 – dimanche, le 07/11/2010 : jour de week-end.

Le tableau suivant présente les principaux résultats du programme de prélèvement effectué.

Tableau 3.7-7 : Résultats du programme de prélèvement

Paramètres	Du 21 au 22/10/2010		Du 25 au 26/10/2010		Du 04 au 05/11/2010		Du 06 au 07/11/2010	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Débit journalier (m ³ /j)	3 120		2 732		5 212		2 396	
pH	7,3	7,6	7,46	7,62	7,12	7,6	7,15	7,29
MES Total (mg/L)	313	8	455	8	495	21	372	41
MES Volatile (mg/L)	0,63	0,26	0,85	0,28	0,28	0,1	1,56	0,21
DCO (mg/L O ₂)	800	35	1240	37	659	33	843	65
DBO ₅ (mg/L O ₂)	314	14	485	16	281	14	370	25
Carbonates (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bicarbonates (mg/L)	813	610	866	631	272	583	421	409
Hydroxydes (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Azote Kjeldahl (mg/L N)	62,2	25,3	54	25	40	16,3	74,2	32,2
Nitrates (mg/L N)	<0,04	0,36	<0,04	0,17	<0,04	0,36	<0,04	0,42
Phosphore total (mg/L P)	11,2	1,36	6,8	1,63	4,76	1,69	3,4	2,9
Huiles & graisses (mg/L)	31,2	<0,1	158	<0,1	36,4	<0,1	39,2	<0,1
Hydrocarbures (mg/L)	179,4	<3,3	169,4	<3,3	81,54	<3,3	88,8	3,3
Coliformes totaux	9,5×10 ⁷	2,5×10 ⁷	4,5×10 ⁶	9,5×10 ⁵	2,5×10 ⁷	4,5×10 ⁵	4,5×10 ⁷	9,5×10 ⁴
Coliformes fécaux	2,5×10 ⁷	9,5×10 ⁶	4,5×10 ⁶	4,5×10 ⁵	2,5×10 ⁷	2,5×10 ⁵	4,5×10 ⁶	9,5×10 ⁴

Après analyse des résultats ci-dessus, nous devons souligner la forte influence de la pluviosité sur le débit journalier affluant à la STEP. En fait, le débit journalier enregistré pendant la période du 04/11/2010 au 05/11/2010 est presque deux fois le débit moyen d'une journée sans pluie.

Les ratios DBO₅/DCO obtenus varient de 0,39 à 0,44, ce qui se trouve dans la fourchette typique des effluents biodégradables.

En outre, l'efficacité de la dégradation de la charge organique est très élevée, atteignant environ 97%. L'efficacité de l'élimination de l'azote se trouve entre 56 % et 59 % (pour ce calcul, il a été considéré que la valeur d'azote total correspond à l'azote Kjeldahl, puisque les nitrates et les nitrites dans l'effluent brut sont généralement négligeables).

D'autre part, l'analyse de la relation DBO₅/N/P, avec une valeur inférieure à la référence de 100/5/1, indique de bonnes conditions d'équilibre pour le développement de biomasse bactériologique.

En comparant les valeurs moyennes du programme de prélèvement (réalisé pendant les mois d'octobre et novembre 2010) avec les valeurs moyennes enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- La moyenne des valeurs de débit moyen journalier obtenues dans le programme de prélèvement est d'environ 57% supérieure à la moyenne des valeurs enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010 ;
- Les résultats du programme de prélèvement pour les concentrations de MES, DCO et DBO₅ dans les eaux usées brutes sont, en valeur moyenne, 8% à 20% inférieures aux valeurs moyennes du rapport d'exploitation ;
- Les valeurs de concentration de MES, DCO et DBO₅ obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont, en valeur moyenne, 17 à 50% inférieures aux valeurs moyennes de 2010 enregistrées.

En comparant les résultats du programme de prélèvement seulement avec les valeurs des mois d'octobre et de novembre enregistrées dans le rapport d'exploitation de 2010, il est possible de conclure que :

- Les valeurs de débit moyen journalier obtenues dans le programme de prélèvement sont du même ordre de grandeur des celles enregistrées dans le rapport d'exploitation, sauf une des valeurs qui devient plus de 2 fois supérieure aux valeurs enregistrées dans le rapport d'exploitation ;
- Les résultats du programme de prélèvement pour les concentrations de MES, DCO et DBO₅ dans les eaux usées brutes sont du même ordre de grandeur de celles enregistrées dans le rapport d'exploitation ;
- Les valeurs de concentration de DCO et DBO₅ obtenues dans le programme de prélèvement pour les eaux traitées sont, en général, du même ordre de grandeur de celles enregistrées dans le rapport d'exploitation ; une des valeurs de MES est aussi du même ordre de grandeur, mais les autres trois deviennent très variables : une est d'environ 100% supérieure et les autres deux sont d'environ 60% inférieures ;

3.7.1.3 Évaluation du fonctionnement de la station existante

Selon les rapports d'exploitation des années 2008, 2009 et 2010 fournis par l'ONAS, le débit affluent à la STEP de Siliana n'a jamais dépassé le débit de dimensionnement, 4 530 m³/j, et la valeur moyenne des débits moyens journaliers en 2010 correspondait à près de 47 % de la capacité hydraulique de la STEP.

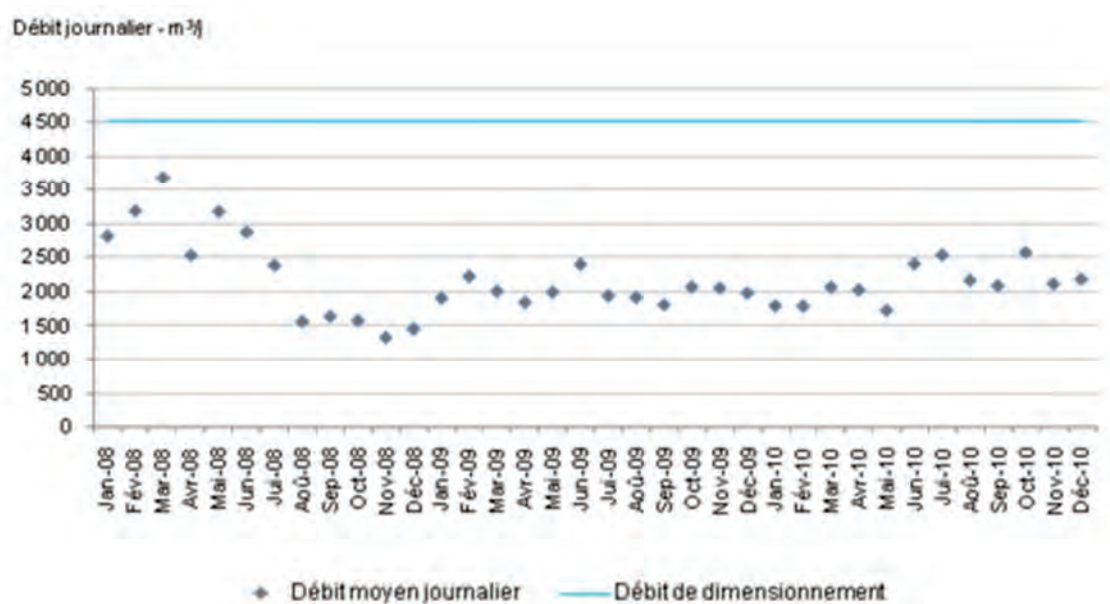


Figure 3.7-4 : Variation du débit moyen journalier affluent entre 2008 et 2010 et débit de dimensionnement

Selon cette dernière figure et malgré une variation des débits, aucune évolution saisonnière ne peut être mise en évidence car les valeurs maximums arrivent soit en hiver, soit en été.

En ce qui concerne la charge organique (DBO) affluente à la STEP de Siliana, les rapports d'exploitation analysés indiquent que la charge organique moyenne a atteint, en 2008, 40% de la charge de dimensionnement, 2 450 kg/j, et a conservé cette valeur en 2010 (malgré une petite diminution en 2009), sans aucune situation de dépassement enregistrée pendant la période analysée. En outre, les rapports révèlent aussi un rendement épuratoire très satisfaisant avec une valeur moyenne d'environ 92 % (relativement à la DBO). Cependant, la concentration de DBO₅ à la sortie en 2008 a atteint des valeurs très élevées avec une valeur moyenne de 56 mg/L, ce qui dépasse d'environ 87 % la norme de rejet (30 mg/L). Cette valeur a été plus faible en 2009 et 2010, malgré quelques situations de dépassement, avec une valeur maximum enregistrée de 41 mg/L (de 37 % supérieure à la norme de rejet).

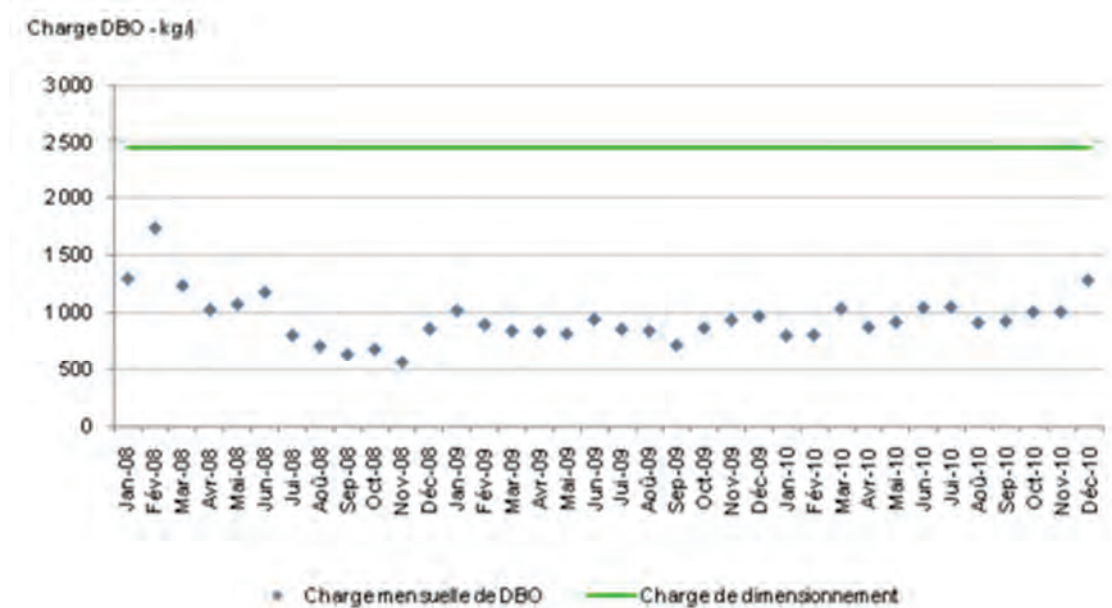


Figure 3.7-5 : Variation de la charge de DBO affluente entre 2008 et 2010 et charge de dimensionnement

En comparant les deux figures précédentes, il faut noter que la variation temporelle de la charge est similaire à la variation du débit, sans saisonnalité évidente.

Selon les rapports d'exploitation, les limites de transparence de matières décantables, MES, DBO₅ et DCO ont souvent été dépassées dans la période étudiée, bien que les résultats de 2009 et 2010 aient été meilleurs.

Sur la base des valeurs des années 2008 et 2010, le ratio obtenu entre la matière organique et les éléments nutritifs (DBO₅/N/P), inférieur à la relation de référence (100/5/1), montre de bonnes conditions d'équilibre pour le développement de la biomasse bactérienne. D'autre part, une relation DBO₅/N supérieure à 3,5 est compatible avec l'élimination biologique d'azote. Les rapports de l'année 2009 ne contiennent pas les informations nécessaires pour faire cette évaluation, car il manque les valeurs des paramètres NT, NNO₃ et NNO₂. Toutefois, les eaux usées à traiter présentent des caractéristiques fondamentalement urbaines et les valeurs de la relation DBO₅/DCO se trouvent donc dans l'intervalle 0,3 – 0,8, ce qui permet d'en déduire que ces effluents possèdent une biodégradabilité compatible avec la généralité des traitements biologiques et, qu'en conséquence, les effluents doivent être biodégradables par des micro-organismes sélectionnés et adaptés.

La figure suivante présente la variation de la concentration de DBO₅ à la sortie de la station pendant la période analysée. Il est évident que les valeurs les plus élevées sont atteintes pendant les mois d'été.

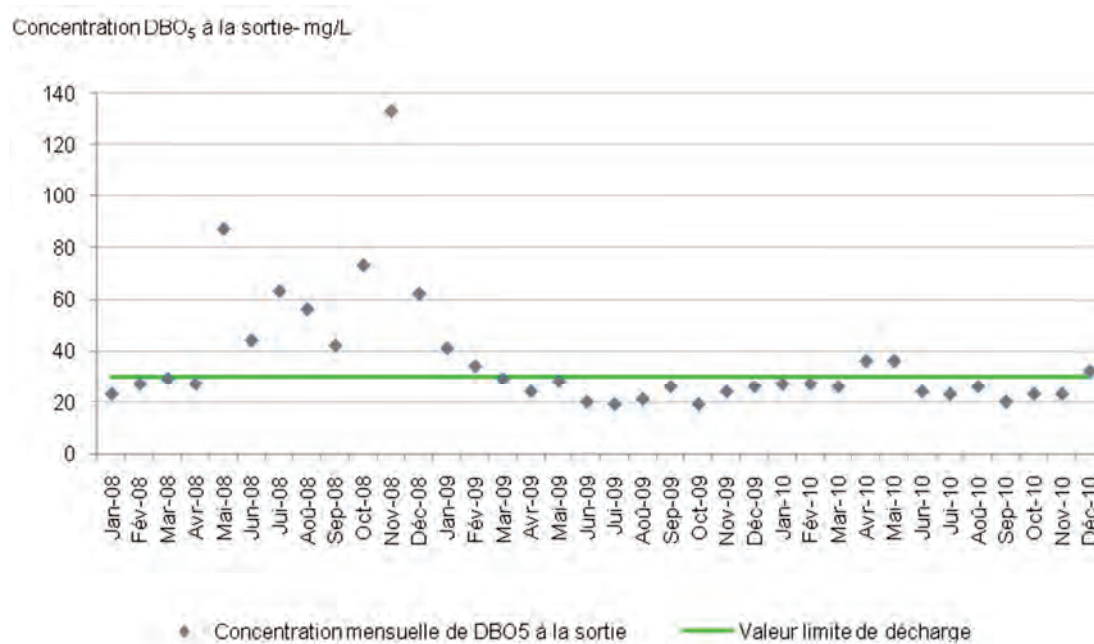


Figure 3.7-6 : Variation de la concentration de DBO₅ à la sortie entre 2008 et 2010, et valeur limite de décharge

Pendant les deux visites effectuées à la STEP de Siliana, quelques informations ont été recueillies et il a été possible d'identifier certaines irrégularités sur le fonctionnement de l'installation, irrégularités qui devraient être résolues à court terme :

- l'affluence de sables à la STEP est très importante, ce qui cause une accumulation de sables dans les bassins d'aération ;
- pendant l'hiver, la capacité des lits de séchage n'est pas suffisante pour la déshydratation des boues ;
- selon la technicienne responsable de la STEP, les eaux usées épurées ont des concentrations de solides très élevées ;
- selon la technicienne responsable de la STEP, des agitateurs submersibles sont nécessaires dans les chenaux d'oxydation pour assurer le flux de l'eau ;
- selon la technicienne responsable de la STEP, les pompes doseuses de sulfate d'aluminium n'ont pas la capacité nécessaire pour assurer le dosage nécessaire, et elles se trouvent donc actuellement hors de service ;
- les eaux épurées étant destinées à l'irrigation, il a été noté la nécessité d'avoir un traitement tertiaire à la sortie.

En ce qui concerne la consommation énergétique de la station, les rapports d'exploitation indiquent une consommation spécifique moyenne de 0,29 kWh/m³ d'effluent traité en 2008, de 0,53 kWh/m³ en 2009 et 0,49 kWh/m³ en 2010. Le tableau suivant récapitule les valeurs de consommation énergétique pour la STEP de Siliana.

Tableau 3.7-8 : Consommation énergétique

Année	Valeur	Consommation énergétique (kWh)	Indicateur de consommation énergétique (kWh/m ³)
2008	Minimum	11 530	0,29
	Moyenne	20 146	
	Maximum	32 905	
2009	Minimum	24 246	0,53
	Moyenne	32 778	
	Maximum	37 533	
2010	Minimum	21 709	0,49
	Moyenne	32 094	
	Maximum	36 228	

La figure suivante présente la variation de la consommation d'énergie pendant la période analysée.

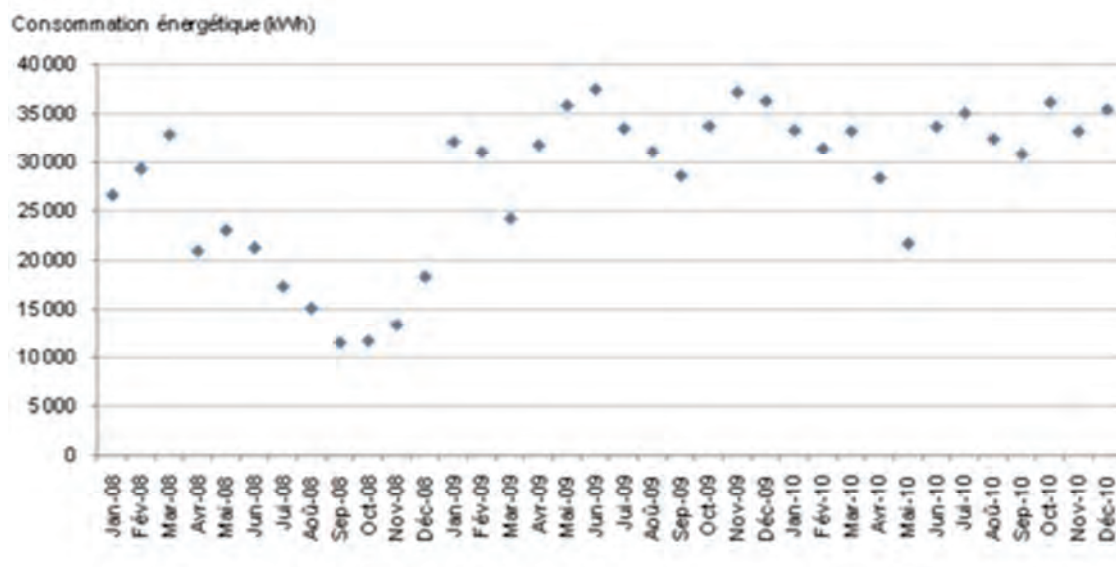


Figure 3.7-7 : Variation de la consommation énergétique entre 2008 et 2010

3.7.1.4 Plus grandes limitations trouvées et interventions nécessaires

Les plus grandes limitations trouvées pour la STEP de Siliana concernent fondamentalement l'accumulation de sables dans les ouvrages de traitement, l'agitation des chenaux d'oxydation, la qualité des eaux épurées et la déshydratation des boues pendant l'hiver.

Accumulation de sables

Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée dans le dessableur-déshuileur existant, et sédimentent dans les bassins d'aération. Afin de résoudre ce problème, il est proposé la construction d'un réservoir de rétention des sables en amont de l'ouvrage d'arrivée, qui travaillera en complément au dessableur-déshuileur.

Agitation des chenaux d'oxydation

Le flux dans les chenaux d'oxydation sera assuré par des agitateurs submersibles, positionnés de façon à assurer une direction correcte de l'écoulement.

Déshydratation des boues

Pour la déshydratation des boues il est prévu le remplacement des lits de séchage par un système mécanique, comme déjà décrit au paragraphe 3.3.1.4.

Désinfection

De façon à assurer la conformité avec la norme en vigueur NT 106.02 (1989) et comme les eaux épurées sont réutilisées pour l'irrigation, il est prévu l'installation d'un système de désinfection par radiation ultraviolette, précédé en amont par une opération de filtration pour s'assurer de ce que les eaux à traiter aient la transmittance nécessaire à une diffusion efficace des rayonnements.

État de conservation et de fonctionnement des équipements électromécaniques

En général, les équipements électromécaniques présentent un bon niveau d'entretien, en accord avec leurs conditions de travail. Un tableau du plan de maintenance préventive, intégrant notamment les fréquences de lubrification et de vérification du niveau de lubrification des différents équipements, était affiché sur le mur.

L'automatisation peut être améliorée notamment au niveau d'une intégration entre les mesures de sondes (par exemple, sonde à oxygène dans le réacteur biologique) et l'activation des équipements mécaniques (par exemple, heures de travail du système d'aération).

La pompe à graisse était hors service. Selon les informations fournies, cette pompe s'est bouchée pendant les premiers temps de travail et a été laissée hors service. L'équipe d'exploitation a opté pour une aspiration directe de la graisse depuis la chambre de collecte vers la remorque.

En tant que procédure habituelle d'entretien, un petit stock de pièces de rechange est maintenu. Il a été également confirmé que l'acquisition de pièces sur le marché ne pose pas de difficultés majeures. Certains équipements doivent être commandés et le délai de livraison est d'environ un mois. Toutefois, il a été indiqué que le fonctionnement de la STEP ne court pas de risque. En fait, l'existence d'une filière de traitement non en service a parfois été utilisée pour fournir des pièces lors d'un besoin urgent de réparation des dispositifs. Par exemple, quand

un canal d'oxydation n'était pas en service, sa sonde d'oxygène était utilisée pour remplacer la sonde d'oxygène du canal d'oxydation en service.

Afin de compléter ces informations, le tableau de l'Annexe III (Annexe III.6.1.1.1) présente les principaux commentaires sur les équipements électromécaniques de la STEP.

3.7.2 Données de conception

3.7.2.1 Année horizon du projet

L'horizon du projet de cette étude est, comme pour la STEP de Béja étudiée précédemment, l'année 2029, en prenant l'année 2016 comme année d'investissement et l'année 2019 comme année de début d'exploitation.

3.7.2.2 Caractéristiques quantitatives et qualitatives des effluents prévus

Le tableau suivant résume les caractéristiques quantitatives et qualitatives estimées pour les eaux usées brutes à traiter dans la STEP de Siliana, conformément aux données de base décrites au paragraphe 3.2.

Tableau 3.7-6 : Estimation des caractéristiques des eaux usées brutes

Paramètre	Unité	Année 2011	Année 2029
Population			
Domestique	habitants	25 322	31 855
Industrielle	EH	2 079	5 796
Touristique	lits	0	0
Total	EH	27 402	37 650
Débits			
Débit moyen journalier	m ³ /j	2 321	4 084
	L/s	26,9	47,3
Débit d'infiltration	m ³ /j	1 461	2 403
	L/s	16,9	27,8
Débit moyen journalier + infiltration	m ³ /j	3 782	6 487
	L/s	43,8	75,1
Débit de pointe	m ³ /h	215,6	375,1
	L/s	59,9	104,2
Débit maximum de dimensionnement	m ³ /h	504,0	562,0
	L/s	140,0	156,0
Charges polluantes			
MES	kg/j	2 373	3 128
DBO ₅	kg/j	1 233	1 694
DCO	kg/j	3 273	4 475
NT	kg/j	231	335
PT	kg/j	40	54
Coliformes fécaux (CF)	NMP/j	2,53x10 ¹⁵	3,19x10 ¹⁵
Concentrations (sans débit d'infiltration)			
MES	mg/L	1 022	766
DBO ₅	mg/L	531	415
DCO	mg/L	1 410	1 096
NT	mg/L	100	82
PT	mg/L	17	13
Coliformes fécaux (CF)	NMP/100mL	1,09x10 ⁸	7,80x10 ⁷

Ces valeurs ont été estimées en tenant compte du raccordement des nouvelles zones industrielles projetées par l'AFI et décrites dans le Tableau 3.2-3, car le pré-dimensionnement effectué a permis de conclure que la capacité des ouvrages existants est suffisante.

Pour l'estimation des caractéristiques quantitatives et qualitatives de l'effluent industriel, il a été considéré que les usagers industriels disposeront d'un traitement préliminaire des effluents permettant le respect des limites de rejet dans le réseau public d'assainissement imposées par la

législation en vigueur. Autrement dit, la concentration de DBO₅ des effluents industriels à traiter dans la STEP de Jendouba sera de 400 mg/L. L'estimation de la population équivalente industrielle a été faite en admettant une production spécifique d'eaux usées de 40 m³/ha/j et une production spécifique de DBO₅ de 45 g/hab/j.

3.7.2.3 Cadre législatif pour la qualité du milieu récepteur et pour la qualité nécessaire des eaux épurées

Il faut en général respecter les normes de rejet des eaux usées établies dans la législation applicable, notamment la norme NT 106.02. Toutefois, cette norme se trouve en révision et un projet de nouveau décret a été fourni à la Mission d'Études. Bien que ce nouveau document ne soit pas encore en vigueur, il faut remarquer qu'il y est envisagé des normes de rejets différenciées pour les milieux récepteurs sensibles et pour les autres milieux récepteurs.

Ainsi que mentionné précédemment, les eaux épurées sont rejetées vers l'Oued Siliana (alimentant le barrage Siliana), et une partie de celles-ci est réutilisée pour l'irrigation complémentaire de 70 ha de terrains agricoles. On considère donc que ce milieu récepteur pourrait à l'avenir être considéré un milieu récepteur sensible car particulièrement sensible à la pollution hydrique causée par des substances microbiologiques. Cela justifie l'inclusion d'une étape de désinfection.

Dans tous les cas, tant que le nouveau décret n'est pas mis en œuvre, les eaux épurées de la STEP de Siliana doivent respecter le cadre de qualité présenté dans le tableau 1.3-4 du chapitre I.

3.7.2.4 Cadre législatif sur la destination finale des boues

Selon la stratégie définie par l'ONAS, la destination finale des boues déshydratées devra respecter les priorités suivantes :

1. Filière verte – valorisation agricole ;
2. Filière rouge – incinération ;
3. Filière noire – décharge contrôlée.

Les eaux usées affluentes à la STEP de Siliana sont essentiellement urbaines. Bien que les caractéristiques qualitatives des eaux usées produites dans la nouvelle zone industrielle à raccorder à la STEP ne soient pas connues, il est admis que les boues provenant du traitement respecteront toutes les dispositions de la législation en vigueur (voir chapitre I, 1.3.3.3.3) et pourront donc être valorisées pour l'agriculture.

3.7.3 Solutions de réhabilitation et d'extension acceptables

3.7.3.1 Considérations générales

Pour la réhabilitation de la station d'épuration de Siliana, les trois solutions alternatives déjà décrites au paragraphe 3.4.3.1 sont également identifiées.

Pour ces trois solutions, il y aura également l'intégration d'un bassin de rétention des sables, l'installation d'agitateurs submersibles, la construction d'une nouvelle étape de déshydratation

mécanique des boues et l'élimination des micro-organismes pathogènes en utilisant une radiation ultraviolette (désinfection finale).

A la demande de l'ONAS, une désodorisation des ouvrages et des bâtiments associés à l'émission des odeurs sera comprise.

La description des filières de traitement est présentée dans les paragraphes suivants. Les principaux critères de conception et de dimensionnement liés aux opérations unitaires et aux processus que les filières de traitement pourraient intégrer, ainsi que l'estimation des conditions de fonctionnement des ouvrages, sont présentés en Annexe III.1 (Tableau III.1.2).

Les schémas fonctionnels de chaque solution étudiée sont également présentés en Annexe III, (Annexe III.7).

3.7.3.2 Solution 1

3.7.3.2.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La première solution de réhabilitation de la STEP de Siliana est basée sur le même procédé que celui existant, c'est-à-dire un système à boues activées à faible charge.

Les avantages et inconvénients de cette solution sont décrits au paragraphe 3.3.3.2.1.

En accord avec les données de base décrites au paragraphe 3.7.2.2, il a été estimé que, pour l'année 2029, la STEP de Siliana devrait avoir une capacité pour traiter les eaux usées de 37 650 équivalents-habitants. Le débit moyen journalier à traiter pour l'année 2029 sera donc de 4 084 m³/j (la capacité installée est de 4 530 m³/j) et la charge organique moyenne sera de 1 694 kg/j (la capacité installée est de 2 450 kg/j). Le dimensionnement effectué dans le cadre de ce projet permet de conclure que la capacité de traitement existante est suffisante jusqu'à l'horizon du projet.

Le débit maximum affluent estimé dans cette étude (375 m³/h) est toujours inférieur au débit maximum de la station de pompage principale en amont de la STEP (504 m³/h en 2011 et 562 m³/h en 2016), donc le débit maximum pris en compte pour le dimensionnement sera de 562 m³/h.

Compte tenu de la forte affluence de sables à la STEP, un bassin de rétention des sables est préconisé, à construire en amont du traitement préliminaire.

Selon l'APD de la STEP de Siliana, les ouvrages du traitement préliminaire existant ont été dimensionnés pour le débit maximum de la station de pompage pour l'année 2011 (504 m³/h). Néanmoins, la vérification des conditions de fonctionnement avec un débit de 562 m³/h a donné des valeurs acceptables. Il est donc considéré que tous les ouvrages de traitement préliminaire ont une capacité suffisante jusqu'à l'année horizon du projet.

Le dimensionnement effectué a révélé que, en régime de faible charge, le volume total biologique disponible est suffisant pour le traitement biologique des eaux usées affluentes pour l'année horizon du projet, la charge massique d'opération étant de 0,064 kg DBO₅/kg MVS.jour, dans l'intervalle théorique recommandé (0,05 – 0,15 kg DBO₅/kg MVS.jour). À l'année zéro, l'équipe d'exploitation pourra opérer avec une filière de traitement uniquement (3 900 m³), en améliorant les conditions de fonctionnement du traitement biologique.

Selon l'APD de la STEP de Siliana, la décantation secondaire a été dimensionnée pour le débit de la station de pompage du réseau de l'année 2011 (504 m³/h). Néanmoins, la vérification des conditions de fonctionnement avec un débit de 562 m³/h a montré des valeurs acceptables, et il

n'est donc pas prévu d'agrandissement. En outre, comme mentionné pour le réacteur biologique, avec les conditions d'affluence de l'année zéro, l'équipe d'exploitation pourra opérer avec un seul décanteur.

En aval de la décantation secondaire, une nouvelle étape de traitement tertiaire sera prévue sous forme d'une filtration suivie d'une désinfection par UV, afin de réduire de la charge bactériologique pour répondre aux exigences de la norme NT 106.02.

En ce qui concerne l'étape d'épaississement, le fonctionnement de l'épaississeur existant a été évalué avec le débit de boues en excès estimé pour l'année zéro et pour l'année horizon du projet. Il en a été conclu que l'épaississeur existant a une capacité suffisante car la charge de solides et la charge hydraulique, avec les conditions d'affluence de l'année horizon de projet, ne dépassent pas les valeurs admissibles.

Le dimensionnement effectué a démontré que les lits de séchage sont suffisants pour déshydrater les boues épaissies estimées pour l'année zéro et pour l'année horizon du projet. Néanmoins, en temps de pluie, la capacité n'est pas suffisante. Ce problème peut être résolu avec une déshydratation mécanique des boues par décanteuse centrifuge. Il faut prévoir préalablement à la déshydratation la possibilité de stockage des boues avec une capacité pour trois jours de production, afin de faire face à une éventuelle situation de panne de l'équipement. Il est prévu l'addition en ligne d'une solution de polyélectrolyte pour les boues à déshydrater. Les boues déshydratées seront d'autre part stockées dans un silo qui permettra de régulariser leur vidange vers leur destination finale.

La filière de traitement de la solution 1 de réhabilitation de la STEP de Siliana comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6,0 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle, avec une distance entre barreaux de 10 mm, installée dans le canal bypass (existant) ;
 - tamis rotatif pour le micro tamisage des graisses provenant du dessableur/déshuileur et des boues flottantes (écumes) provenant des décanteurs secondaires (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure du débit par un canal Venturi utilisant un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans les filières de traitement existantes, avec un volume total de 7 800 m³ ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires de plan circulaire, munis de pont de raclage tournant avec de racleurs de fond et de surface (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage de boues (existant) ;

- recirculation des boues vers le début des bassins d'aération et mesure du débit par débitmètre électromagnétique (existant) ;
- alimentation des boues en excès vers l'épaississeur et mesure du débit par débitmètre électromagnétique (existant) ;
- extraction des boues flottantes (écumes) des décanteurs secondaires par des pompes à boues installées sur les racleurs tournants et acheminement vers le tamis rotatif (existant) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le canal d'oxydation (existant) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues en excès dans un épaisseur de plan circulaire, muni de pont de raclage (existant) ;
 - stockage temporaire des boues épaissies dans un réservoir en amont de la déshydratation (nouveau) ;
 - déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;
 - traitement biologique (nouveau) ;
- Traitement des odeurs
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.7.3.2.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 1, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.6 (Tableau III.6.10.1).

3.7.3.2.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.6 (Tableau III.6.5.3).

3.7.3.2.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées dans les tableaux de dimensionnement des traitements de l'Annexe III.6 (Tableau III.6.3.1).

3.7.3.2.5 Equipement

En général, les équipements électromécaniques sont en bon état de conservation et performants.

Le tableau suivant récapitule pour la solution 1 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Siliana. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.7-7 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention de sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée, et travaillera en complément au dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Dégrilleur «step screen»	Le dégrilleur «step screen» est en service, mais il a besoin d'une révision.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Tamis rotatif	Le tamis rotatif présente une certaine corrosion de sa motorisation. La motorisation du tamis rotatif devrait être remise en état avec application d'un nouveau revêtement pour prévenir de la propagation de la corrosion.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le diagnostic sur l'état de conservation des équipements est détaillé dans l'Annexe III (Tableau III.2.1.1.1).	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	débit volumétrique de déchets estimé = 0,5 m ³ /j
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	L'équipement est en bon état de conservation et performant dans son fonctionnement.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les pompes sont dans un état raisonnable compte tenu de leurs conditions de travail.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	Capacité totale estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux compresseurs pour le double canal: 1+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 129 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Étude que le circuit s'est bloqué immédiatement après le démarrage de l'installation et est abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 30 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	Les mesures sont réalisées par compteur de niveau ultrasonique.	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	En général, les brosses sont en bon état compte tenu de leurs conditions de travail. La construction soutenant les brosses présente une forte détérioration causée par l'attaque des eaux usées.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire mais la construction soutenant les brosses a un besoin de réhabilitation et d'un traitement approprié urgent afin de prévenir de l'attaque corrosive des eaux usées. Il y a quatre brosses; deux brosses par chenal.	débit massique d'oxygène estimé pour chaque brosse = 100 kg/h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	Il a été signalé à la Mission d'Études que les sondes d'oxygène ont besoin de remplacement. L'exploitation des brosses n'est pas automatisée et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration des mesures d'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Agitation	Il n'y a aucun agitateur submersible pour assurer de bonnes conditions d'écoulement dans les chenaux d'oxydation.	Il est nécessaire d'installer des agitateurs submersibles pour assurer des conditions d'écoulement adéquates dans les chenaux d'oxydation. Il y aura quatre agitateurs; deux agitateur par chenal.	Les agitateurs seront du type pale "banane" à rotation lente.
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage sont en bon état compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Ils ont toutefois besoin d'une révision, notamment en matière de motorisation.	
Pompe de recirculation des boues	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	débit estimé pour chaque pompe = 504 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation des boues	L'équipement est en bon état de conservation et performant	La mesure est réalisée par débitmètre électromagnétique. On ne juge pas nécessaire le remplacement.	
Pompe d'extraction des boues en excès	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	débit estimé pour chaque pompe = 43 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	L'équipement est en bon état de conservation et performant	La mesure est réalisée par débitmètre électromagnétique. Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Traitement tertiaire			
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 94 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticales, filtres à pression auto nettoyants et système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 562 m ³ /h

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur)	Le racleur et sa motorisation sont en bon état de conservation et performants.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire.	
Pompes à boues épaissies	La pompe à boues épaissies est en bon état de conservation et performante, Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer cette pompe pour l'élévation des boues épaissies vers le bassin de stockage ou vers les lits de séchage.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 36 m ³ /h.
Agitateur submersible (bassin de stockage des boues épaissies)	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, un stockage temporaire des boues épaissies dans un bassin en amont de la déshydratation est proposé.	Un agitateur submersible doit être installé pour éviter la sédimentation des boues.	-
Pompe d'élévation des boues épaissies pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 16 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement est recommandée.	capacité estimée = 16 m ³ /h.
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies par décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane.	capacité 1 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Pompes doseuse à membrane	débit estimé par pompe = 0,6 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Enlèvement des boues déshydratées	-	L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 13 m ³ /j
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur, du bassin de stockage de boues épaissies et du bâtiment de déshydratation est proposée.	La désodorisation de l'air contaminé sera réalisée par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	

3.7.3.3 Solution 2

3.7.3.3.1 Description détaillée de la filière de traitement – Conception et critères

La solution 2 intègre un traitement biologique par boues activées moyenne charge, avec digestion anaérobie des boues et valorisation énergétique du biogaz. La filière de traitement intègre de nouveaux ouvrages et équipements de traitement primaire et de stabilisation anaérobie mésophile des boues, à savoir digesteur anaérobie, gazomètre, torchère, équipements de traitement du biogaz, moto-générateurs, chaudière et échangeur de chaleur. Cette solution intègre un plus grand nombre d'opérations, et accroît donc notablement la complexité d'exploitation et d'entretien. Pour faire face à cette difficulté, les ouvriers devront avoir une formation spécialisée pour l'exploitation des nouveaux équipements. C'est d'autre part une solution avantageuse sur le plan énergétique, compte tenu d'une plus basse consommation d'énergie par rapport aux systèmes d'aération prolongée et de la possibilité de valoriser énergétiquement le biogaz produit.

Les considérations faites au paragraphe 3.7.3.2.1 (solution 1), pour les ouvrages de traitement préliminaire (comprenant le bassin de rétention des sables) et de décantation secondaire sont également valables pour cette solution 2.

Selon le levé topographique effectué, il a été vérifié que la STEP de Siliana dispose d'un profil hydraulique suffisant pour intégrer un nouveau décanteur primaire sans obligation d'intervenir sur les ouvrages de traitement préliminaire.

Le dimensionnement effectué a révélé qu'en régime de moyenne charge, le volume nécessaire pour le traitement biologique des eaux usées affluentes pour l'année horizon du projet est de 1 900 m³. Il faudra donc adapter un des chenaux existants, en remplissant le fond jusqu'à l'obtention du volume désiré (hauteur d'environ 1,7 m).

En aval de la décantation secondaire, une nouvelle étape de traitement tertiaire sous forme de filtration suivie d'une désinfection par UV est prévue, afin de réduire la charge bactériologique pour répondre aux exigences de la norme NT 106.02.

En qui concerne l'épaississement, en raison de la plus grande production de boues pour cette solution 2, il a été conclu que l'épaississeur existant n'est pas suffisant car la charge de solides et la charge hydraulique avec les conditions d'affluence de l'année horizon de projet dépassent les valeurs admissibles. Il faut donc construire un nouvel épaississeur, ce qui a été déjà prévu dans l'APD de la STEP de Siliana. Il est néanmoins prévu qu'un seul épaississeur sera suffisant pour les conditions de l'année zéro.

Il a été également vérifié que les lits de séchage ne sont pas suffisants pour déshydrater les boues digérées estimées à l'année horizon du projet. De plus, même aujourd'hui, en temps de pluie, la capacité des lits de séchage est clairement insuffisante. Ce problème peut être résolu par l'installation d'une déshydratation mécanique des boues par décanteuse centrifuge.

La filière de traitement de la solution 2 de réhabilitation de la STEP de Siliana comprend ainsi les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention de sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6,0 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;

- grille manuelle avec une distance entre barreaux de 10 mm, installée dans le canal bypass (existant) ;
- tamis rotatif pour le micro tamisage des graisses provenant du dessableur/déshuileur et des boues flottantes (écumes) provenant des décanteurs secondaires (existant) ;
- dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
- mesure du débit par un canal Venturi en utilisant un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 1 décanteur de plan circulaire, muni de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - élévation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans une seule filière de traitement, ayant un volume de 1 900 m³ (existant) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires, de plan circulaire, munis d'un pont de raclage tournant avec racleurs de fond et de surface (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage (existant) ;
 - recirculation des boues vers le début du bassin d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (existant) ;
 - alimentation des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (existant) ;
 - extraction des boues flottantes (écumes) par une pompe à boues installée sur le racleur tournant et acheminement vers le tamis rotatif (existant) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le bassin d'aération (existant) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan circulaire munis de pont de raclage (1 existant, 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;

- stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
- valorisation énergétique du biogaz par moto-générateur avec production d'énergie électrique et d'énergie thermique (nouveau) ;
- chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la cogénération (nouveau) ;
- combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz de mauvaise qualité (nouveau) ;
- déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
- stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
- refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.7.3.3.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 2, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.6 (Tableau III.6.10.2). Le bilan énergétique de la solution 2 comprend l'électricité produite par la cogénération.

3.7.3.3.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium, la chaux éteinte et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées en Annexe III.6 (Tableau III.6.5.4).

3.7.3.3.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées en Annexe III.6 (Tableau III.6.3.1).

3.7.3.3.5 Equipement

Le tableau suivant récapitule pour la solution 2 les solutions proposées pour le remplacement des équipements existants dans la STEP de Siliana. Pour une meilleure compréhension des commentaires suivants, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.7-8 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention des sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée, et travaillera en complément au dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisé par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Dégrilleur «step screen»	Le dégrilleur «step screen» est en service, mais nécessite une révision.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Tamis rotatif	Le tamis rotatif présente une certaine corrosion de sa motorisation. La motorisation du tamis rotatif doit être remise en état avec application d'un nouveau traitement de revêtement pour prévenir d'une extension de sa corrosion	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le diagnostic sur l'état de conservation des équipements est détaillé dans l'Annexe III (Tableau III.2.1.1.1).	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	débit volumétrique de déchets estimé = 0,5 m ³ /j
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les pompes sont dans un état raisonnable compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	Capacité totale estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux compresseurs pour le double canal: 1+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 129 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Etude que le circuit s'est bloqué immédiatement après le démarrage de l'installation et a été abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 30 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	Les mesures sont réalisées par compteur de niveau ultrasonique.	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire.	
Traitement primaire			
Ponts de raclage (décanteurs primaires)	Pour cette solution de réhabilitation de la station, la mise en place d'un traitement primaire est proposée.	Le pont racleur est constitué d'un pont mobile ayant une fonction de passerelle, d'un couple de chariots d'entraînement latéraux, d'un système articulé pour la collecte des boues et l'évacuation des écumes, d'un motoréducteur pour l'actionnement des deux chariots latéraux, d'un groupe de commande du système articulé racleur de fond - lame écumoire et d'un panneau de commande et de contrôle.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompes d'élévation des boues primaires (décanteurs primaires)		Des pompes submersibles doivent être installées. Il y a une pompe par pont racleur.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	En général, les brosses sont en bon état compte tenu de leurs conditions de travail. La construction soutenant les brosses présente une forte détérioration causée par une attaque par les eaux usées.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire, mais la construction soutenant les brosses a un besoin urgent d'une réhabilitation et d'un traitement approprié afin de prévenir de l'attaque corrosive des eaux usées. Il y a quatre brosses en service; deux brosses pour chaque chenal.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque brosse = 1 521 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	Il a été signalé à la Mission d'Etudes que les sondes d'oxygène ont besoin d'être remplacées. L'utilisation des brosses n'est pas automatisée, et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration des mesures d'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Il n'y a aucun agitateur submersible pour assurer de bonnes conditions d'écoulement dans les chenaux d'oxydation.	Des agitateurs submersibles assurant des conditions d'écoulement adéquates dans les chenaux d'oxydation doivent être installés. Il y aura deux agitateurs pour chaque chenal.	Les agitateurs seront de type pale "banane" à rotation lente.
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage sont en bon état compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Toutefois, une révision est nécessaire, notamment en matière de motorisation.	
Pompe de recirculation de boues	L'équipement est en bon état de conservation et performant.	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	débit estimé pour chaque pompe = 504 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation de boues	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Les mesures sont réalisées par débitmètre électromagnétique. Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompe d'extraction des boues en excès	L'équipement est en bon état de conservation et performant.	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire.	débit estimé pour chaque pompe = 43 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Les mesures sont réalisées par débitmètre électromagnétique. Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Traitement tertiaire			
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur, comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 90 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticaux, filtres à pression autonettoyants et système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 562 m ³ /h
Traitement des boues			
Pont de raclage (épaississeur existant)	Le racleur et sa motorisation sont en bon état de conservation et performants. Pour cette solution de réhabilitation de la station, il est proposé la construction d'un autre épaississeur.	Le remplacement du racleur existant n'est pas jugé nécessaire.	Le nouvel épaississeur sera de plan circulaire comme l'existant.
Pompes à boues épaissies	Pour cette solution, la pompe à boues qui élève les boues épaissies vers les digesteurs (ou vers les lits de séchage) sera neuve.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer cette pompe et en ajouter une autre à cause du nouvel épaississeur. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 36 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Digestion anaérobie des boues	Pour cette solution de réhabilitation de la station, une stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies est proposée.	La digestion anaérobie des boues sera réalisée par des digesteurs, avec agitation dans les digesteurs par pompes de recirculation de boues, pompes pour le circuit de chauffage de la boue en digestion, gazomètre et torchère.	
Système de chauffage de la boue en digestion	Pour la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies, il faut prévoir un système de chauffage des boues en digestion.	L'utilisation d'une chaudière et d'un réservoir d'eau chaude avec des pompes de recirculation pour ces circuits est toujours recommandée.	la chaudière doit travailler au gaz naturel et au biogaz
Cogénération	Le système de cogénération permet de valoriser énergétiquement le biogaz produit et également le chauffage des boues en digestion avec la chaleur produite par le moto-générateur.	En plus du système de chauffage des boues en digestion par chaudière, un système de cogénération composé d'éléments tels que les moto-générateur à biogaz est proposé.	
Pompe d'élévation des boues digérées pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 21 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	-	capacité 21 m ³ /h.
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane.	capacité 1 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Pompes doseuse à membrane	débit estimé par pompe = 0,7 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 16 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur et du bâtiment de déshydratation est proposée	La désodorisation de l'air contaminé sera réalisée par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	-
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	-

3.7.3.4 Solution 3

3.7.3.4.1 Description détaillée de la filière de traitement – conception et critères

La solution 3 intègre un traitement biologique par boues activées moyenne charge, avec digestion anaérobie mésophile des boues. Le biogaz est souvent utilisé comme combustible pour la chaudière qui fournit l'énergie nécessaire au réchauffage de la boue. Le biogaz en excès sera incinéré dans la torchère.

La filière de traitement inclut de nouveaux ouvrages et équipements de traitement primaire et de stabilisation anaérobie mésophile des boues, à savoir digesteur anaérobie, gazomètre, torchère, équipements de traitement du biogaz, chaudière et échangeur de chaleur.

Toutes les considérations effectuées pour la solution 2 concernant la capacité des ouvrages existants et les besoins d'extension sont également valables pour cette solution 3.

La filière de traitement de la solution 3 de réhabilitation de la STEP de Siliana comprend les étapes suivantes :

- Traitement préliminaire :
 - bassin de rétention des sables (nouveau) ;
 - dégrillage constitué d'un dégrilleur mécanique avec espacement de barreaux de 6,0 mm, d'un convoyeur à bande et d'une remorque (existant) ;
 - grille manuelle avec une distance entre barreaux de 10 mm, installée dans le canal bypass (existant) ;
 - tamis rotatif pour le micro tamisage des graisses provenant du dessableur/déshuileur et des boues flottantes (écumes) provenant des décanteurs secondaires (existant) ;
 - dessablage et déshuilage dans un double canal aéré, muni d'un pont de raclage (existant) ;
 - mesure du débit par un canal Venturi en utilisant un compteur de niveau ultrasonique (existant) ;
- Traitement primaire :
 - sédimentation primaire dans 1 décanteur de plan circulaire, muni de pont de raclage de fond et de surface (nouveau) ;
 - élévation des flottants vers les épaisseurs (nouveau) ;
 - extraction des boues primaires vers les épaisseurs (nouveau) ;
- Traitement biologique ou secondaire :
 - oxydation des matières organiques dans une seule filière de traitement, ayant un volume de 1 900 m³ (existant) ;
 - sédimentation des boues dans deux décanteurs secondaires, de plan circulaire, munis de pont de raclage tournant avec racleurs de fond et de surface (existant) ;
 - acheminement des boues vers la station de pompage (existant) ;

- recirculation des boues vers le début du bassin d'aération et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (existant) ;
- alimentation des boues en excès vers les épaisseurs et mesure du débit par un débitmètre électromagnétique (existant) ;
- extraction des boues flottantes (écumes) par une pompe à boues installée sur le racleur tournant et acheminement vers le tamis rotatif (existant) ;
- Traitement tertiaire :
 - élimination biologique d'azote, matérialisée dans le bassin d'aération (existant) ;
 - dosage au sulfate d'aluminium pour la précipitation chimique de phosphore (existant) ;
 - désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration (nouveau) ;
- Traitement des boues :
 - épaissement des boues primaires en excès et physico-chimiques dans 2 épaisseurs de plan circulaire, munis de pont de raclage (1 existant, 1 nouveau) ;
 - stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies (nouveau) ;
 - traitement du biogaz par élimination de H₂S et séchage frigorifique (nouveau) ;
 - stockage du biogaz dans un gazomètre (nouveau) ;
 - chauffage de la boue en digestion avec la chaleur produite par la chaudière (nouveau) ;
 - combustion à la torchère du biogaz en excès et du biogaz de mauvaise qualité (nouveau) ;
 - déshydratation des boues digérées par décanteuse centrifuge avec addition de polymères (nouveau) ; en cas de panne, déshydratation des boues épaissies sur lits de séchage (existant) ;
 - stockage des boues déshydratées en conteneurs (nouveau) ;
 - refoulement par une station de pompage du surnageant provenant des épaisseurs, du filtrat des lits de séchage et de la centrifugeuse, des eaux de nettoyage des filtres à pression, ainsi que des eaux usées internes, vers le traitement biologique (nouveau) ;
- Traitement des odeurs :
 - désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation (nouveau).

3.7.3.4.2 Bilan énergétique

Les consommations moyennes d'énergie électrique (solution 3, année horizon de projet) sont présentées en Annexe III.6 (Tableau III.6.10.3).

3.7.3.4.3 Consommation de réactifs chimiques

Les réactifs chimiques consommés dans le processus de traitement des eaux usées sont le sulfate d'aluminium, la chaux éteinte et le polyélectrolyte. Les quantités de réactifs chimiques consommées pour l'année zéro et pour l'année horizon de projet sont présentées en Annexe III.6 (Tableau III.6.5.4).

3.7.3.4.4 Gestion des sous-produits

Les quantités de sous-produits résultant du processus de traitement des eaux usées, notamment les déchets solides, les sables, les graisses et les boues, sont présentées en Annexe III.6 (Tableau III.6.3.1).

3.7.3.4.5 Equipement

La solution 3 intègre la même filière de traitement que la solution 2 à l'exception de la cogénération. Par conséquent, toutes les considérations effectuées pour la solution 2 concernant les équipements existants et les besoins de remplacement sont également valables pour cette solution. Pour une meilleure compréhension des commentaires, se reporter au schéma fonctionnel de cette solution en Annexe III.7.

Tableau 3.7-9 : Equipement électromécanique, instrumentation et installations électriques

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement préliminaire			
Système d'extraction des sables par "air-lift"	Les eaux usées présentent une grande quantité de sable qui n'est pas éliminée par le dessableur-déshuileur existant.	Un réservoir de rétention des sables sera construit en amont de l'ouvrage d'arrivée et travaillera en complément du dessableur-déshuileur. L'extraction des sables sera réalisée par un système "air-lift".	débit estimé pour l'extraction = 18 m ³ /h
Dégrilleur «step screen»	Le dégrilleur «step screen» est en service, mais nécessite une révision.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Tamis rotatif	Le tamis rotatif présente une certaine corrosion de sa motorisation. La motorisation du tamis rotatif doit être remise en état avec application d'un nouveau traitement de revêtement pour prévenir d'une extension de sa corrosion	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Mesure de différence de niveau d'eau (dégrillage)	L'état de dégradation constaté justifie leur remplacement. Le diagnostic sur l'état de conservation des équipements est détaillé dans l'Annexe III (Tableau III.2.1.1.1).	L'automatisation devrait être améliorée, notamment par une intégration entre les mesures de niveau et le fonctionnement du dégrilleur.	
Convoyeur à bande	La peinture est un peu dégradée et altérée à certains endroits.	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	débit volumétrique de déchets estimé = 0,5 m ³ /j
Pont de raclage (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Son remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Pompes à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les pompes sont dans un état raisonnable compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Classificateur à sables (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	Capacité totale estimée = 20 m ³ /h.
Compresseurs (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Les compresseurs présentent un certain état de dégradation, et sont sales et poussiéreux.	Le remplacement des équipements est recommandé. Il y a deux compresseurs pour le double canal: 1+1.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque compresseur = 129 m ³ /h
Enlèvement de la graisse par vis transporteuse (du dessablage et déshuilage dans le double canal aéré)	Le circuit de pompage de la graisse est hors service. Il a été signalé à la Mission d'Etude que le circuit s'est bloqué immédiatement après le démarrage de l'installation et a été abandonné depuis.	L'enlèvement de la graisse sera réalisé par une vis transporteuse à installer dans la fosse à graisse.	débit volumétrique de graisse estimé = 30 m ³ /j
Mesure du débit d'effluent	Les mesures sont réalisées par compteur de niveau ultrasonique.	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire.	
Traitement primaire			
Ponts de raclage (décanteurs primaires)	Pour cette solution de réhabilitation de la station, la mise en place d'un traitement primaire est proposée.	Le pont racleur est constitué d'un pont mobile ayant une fonction de passerelle, d'un couple de chariots d'entraînement latéraux, d'un système articulé pour la collecte des boues et l'évacuation des écumes, d'un motoréducteur pour l'actionnement des deux chariots latéraux, d'un groupe de commande du système articulé racleur de fond - lame écumoire, et d'un panneau de commande et de contrôle.	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompes d'élévation des boues primaires (décanteurs primaires)		Des pompes submersibles doivent être installées. Il y a une pompe par pont racler.	débit estimé pour chaque pompe = 18 m ³ /h.
Traitement secondaire ou biologique			
Aération	En général, les brosses sont en bon état compte tenu de leurs conditions de travail. La construction soutenant les brosses présente une forte détérioration causée par une attaque par les eaux usées.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire, mais la construction soutenant les brosses nécessite de façon urgente une réhabilitation et un traitement approprié afin de prévenir de l'attaque corrosive des eaux usées. Il y a quatre brosses en service; deux brosses pour chaque chenal.	débit volumétrique d'air estimé pour chaque brosse = 1 521 m ³ /h.
Mesure d'oxygène (bassin d'aération)	Il a été signalé à la Mission d'Etudes que les sondes d'oxygène ont besoin d'être remplacées. L'utilisation des brosses n'est pas automatisée, et n'intègre pas de mesure de l'oxygène dissous dans le réacteur biologique.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration des mesures de l'oxygène avec le fonctionnement de l'aération est recommandée.	
Agitation	Il n'y a aucun agitateur submersible pour assurer de bonnes conditions d'écoulement dans les chenaux d'oxydation.	Des agitateurs submersibles assurant des conditions d'écoulement adéquates dans les chenaux d'oxydation doivent être installés. Il y aura deux agitateurs pour chaque chenal.	Les agitateurs seront de type pale "banane" à rotation lente.
Ponts de raclage (décanteurs secondaires)	Les ponts de raclage sont en bon état compte tenu de leurs conditions de travail.	Leur remplacement n'est pas jugé nécessaire. Ils ont toutefois besoin d'une révision, notamment en matière de motorisation.	
Pompe de recirculation des boues	L'équipement est en bon état de conservation et performant.	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	débit estimé pour chaque pompe = 504 m ³ /h.
Mesure du débit de recirculation des boues	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Les mesures sont réalisées par débitmètre électromagnétique. Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Pompe d'extraction des boues en excès	L'équipement est en bon état de conservation et performant.	Le remplacement n'est pas jugé nécessaire.	débit estimé pour chaque pompe = 43 m ³ /h.
Mesure du débit des boues en excès	L'équipement est en bon état de conservation et performant	Les mesures sont réalisées par débitmètre électromagnétique. Le remplacement n'est pas jugé nécessaire	
Traitement tertiaire			
Pompe doseuse de sulfate d'aluminium et circuit doseur	Précipitation chimique de phosphore avec dosage au sulfate d'aluminium	Un circuit doseur comprenant réservoir de dosage, cuve de rétention, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage et pompe de dosage à membrane, est recommandé.	débit estimé pour chaque pompe = 90 L/h.
Désinfection	La norme tunisienne NT 106.02 impose le respect de 2000/100 ml de coliformes fécaux et de 1000/100 ml de streptocoques fécaux pour la qualité microbiologique des rejets dans le domaine public hydraulique.	Désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration par pompes multicellulaires verticales, filtres à pression auto nettoyants et système de radiation ultraviolette en canal ouvert.	débit maximum = 562 m ³ /h
Traitement des boues			
Pont de racleage (épaississeur existant)	Le racleur et sa motorisation sont en bon état de conservation et performants. Pour cette solution de réhabilitation de la station, la construction d'un autre épaississeur est proposée.	Le remplacement du racleur existant n'est pas jugé nécessaire.	Le nouvel épaississeur sera de plan circulaire comme l'existant.
Pompes à boues épaissies	Pour cette solution, la pompe à boues qui élève les boues épaissies vers les digesteurs (ou vers les lits de séchage) sera remplacée.	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, il faudra remplacer cette pompe et en ajouter une autre à cause du nouvel épaississeur. Une pompe à vis excentrée est recommandée. Il y a un pompage par épaississeur.	débit estimé par pompe = 36 m ³ /h.

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Digestion anaérobie des boues	Pour cette solution de réhabilitation de la station, une stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies est proposée.	La digestion anaérobie des boues sera réalisée par des digesteurs, avec agitation dans les digesteurs par pompes de recirculation de boues, pompes pour le circuit de chauffage de la boue en digestion, gazomètre et torchère.	
Système de chauffage des boues en digestion	Pour la stabilisation anaérobie mésophile des boues épaissies, un système de chauffage des boues en digestion sera prévu.	L'utilisation d'une chaudière et d'un réservoir d'eau chaude avec des pompes de recirculation pour ces circuits est toujours recommandée.	la chaudière doit travailler au gaz naturel et au biogaz
Pompe d'élévation des boues digérées pour la décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues digérées en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	Une pompe à vis excentrée est recommandée.	débit estimé par pompe = 21 m ³ /h.
Décanteuse centrifuge	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	-	capacité 21 m ³ /h.
Équipement de préparation de polymère	Dans le cadre de la réhabilitation de la station, une déshydratation des boues épaissies en décanteuse centrifuge avec addition de polymère est proposée.	L'installation d'un équipement préparateur d'une solution de polymère en continu et entièrement automatique est recommandée. Il comprend réservoir de dosage, mélangeur, vidanges, équipements de mesure et de dosage, et pompe de dosage à membrane.	capacité 1 000 L/h.
Pompe doseuse de polymère	-	Pompes doseuse à membrane	débit estimé par pompe = 0,7 m ³ /h.
Enlèvement des boues déshydratées		L'enlèvement des boues déshydratées sera réalisé par une vis transporteuse.	débit volumétrique estimé des boues déshydratées = 16 m ³ /j

Désignation	Diagnostic	Solution proposée	Caractéristiques
Traitement des odeurs			
Système de désodorisation de l'air contaminé	Une extraction de l'air contaminé du bassin de rétention des sables, du bâtiment de traitement préliminaire, de l'épaississeur et du bâtiment de déshydratation est proposée.	Une désodorisation de l'air contaminé sera réalisée par biofiltre, circuit de tuyaux et ventilateur	-
Installations électriques			
Poste de transformation MT-BT	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Armoire basse tension	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	Le remplacement des équipements est recommandé.	-
Centrale de commande avec tableau synoptique	Dans le cadre de l'intervention proposée pour la STEP, ces équipements doivent être réhabilités.	L'installation d'un automate programmable permettant une intégration entre instrumentation de mesure et fonctionnement des équipements mécaniques est recommandée.	-

3.7.4 Évaluation économique

3.7.4.1 Coûts d'investissement

L'estimation des coûts d'investissement en capital fixe associés au génie civil et aux équipements est basée sur une consultation des prix du marché sur les des informations fournies par l'ONAS.

Le tableau suivant présente un sommaire des coûts d'investissement en capital fixe associés à chaque solution de traitement étudiée. L'Annexe III.8.5 présente les détails des valeurs partielles qui ont fourni les valeurs présentées dans le tableau. Le sous-détail des prix pour la solution retenue est donné en annexe III.9.

L'estimation des coûts se base sur les prix de l'année 2011.

Tableau 3.7-10 : Estimation des coûts d'investissement initial

Solutions de traitement	Génie Civil (TND)	Equipements et IE (TND)	Total (TND)
1	1 058 431	2 105 601	3 164 032
2	1 773 057	4 444 947	6 218 004
3	1 760 280	3 086 948	4 847 228

Conformément au calendrier d'exécution du projet, décrit dans le chapitre V, il est admis que l'investissement initial sera effectué en l'an 2016, correspondant au début des travaux de construction.

3.7.4.2 Coûts d'exploitation et d'entretien

Pour l'estimation des coûts d'exploitation et d'entretien, les coûts unitaires fournis par l'ONAS ont été utilisés en qui concerne :

- entretien ;
- consommation de réactifs chimiques ;
- consommation d'énergie électrique ;
- transport et dépôt final des sous-produits et des boues.

Les coûts d'exploitation associés au contrôle analytique du fonctionnement de la STEP n'ont pas été comptabilisés, car ils dépendent de la planification définie par l'ONAS et sont communs à toutes les solutions de traitement étudiées.

Les coûts d'entretien résultent de l'addition de deux parties, l'une correspondant au génie civil et l'autre à l'entretien des équipements électromécaniques. Leur estimation est basée sur l'application de taux de 2,5% et 1,0% sur les prévisions budgétaires de l'investissement pour respectivement les équipements électromécaniques et le génie civil. Les coûts annuels d'entretien sont estimés en pourcentage du coût total de construction ou d'achat.

En qui concerne les réactifs chimiques, les prix unitaires suivants sont admis:

- sulfate d'aluminium – 400 TND ;
- polyélectrolyte cationique – 6500 TND ;
- chaux – 150 TND.

La consommation d'énergie électrique a été estimée d'après les bilans énergétiques présentés en Annexe III (Tableaux III.6.10.1 à III.6.10.3), et un coût unitaire d'électricité de 0,13 TND/kWh a été admis.

Pour l'estimation des coûts de transport et de dépôt final des sous-produits et des boues, un coût unitaire de 40 TND/t a été pris en compte.

Conformément au calendrier d'exécution du projet, le début de l'exploitation de la station après la réhabilitation aura lieu en l'an 2019.

3.7.4.3 Coûts totaux actualisés

L'Annexe III.8.5 présente les coûts totaux actualisés pour l'année 2016, par application d'un taux d'actualisation de 3%. Le taux d'actualisation est utilisé pour calculer le coût total actualisé / valeur actuelle nette, ou le coût moyen pondéré du capital. Un résumé des résultats obtenus est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 3.7-11 : Estimation des coûts d'investissement en capital fixe (ICF), des coûts d'exploitation (CE) et des coûts totaux actualisés (CTA) pour chaque solution étudiée

Solutions de traitement	ICF (TND)	CE (TND)	CTA (TND)
1	3 164 032	10 011 308	11 063 800
2	6 218 004	9 976 016	14 095 507
3	4 847 228	10 406 096	13 103 063

Pour les différentes solutions étudiées, le ratio TND/m³ d'eau usée traitée est respectivement de 0,77, 0,98 et 0,91.

3.7.5 Comparaison technique et économique des solutions

D'après l'analyse du tableau précédent, nous devons noter que la solution 2, bien que les coûts d'exploitation soient inférieurs, devient la plus chère jusqu'à l'horizon du projet, en raison d'un investissement initial élevé. D'un point de vue strictement économique, la solution 1 est la plus avantageuse, avec les coûts d'investissement et coûts totaux actualisés les plus bas.

Pendant les missions en Tunisie, la Mission d'Etude a essayé de trouver des exemples de STEP avec processus de traitement par boues activées à moyenne charge, digestion anaérobie mésophile des boues et valorisation énergétique du biogaz. Malgré l'absence d'échantillon représentatif de stations de ce type, une visite à la STEP de Choutrana a été réalisée et il a été constaté que la digestion anaérobie des boues avec valorisation énergétique du biogaz était hors service. Après l'analyse des plans de formation fournis par l'ONAS nous devons noter qu'un

grand effort serait nécessaire pour mettre en place la solution 2, en intégrant des actions de formation des équipes d'exploitation.

Par contre, la solution 1 intègre le processus de traitement existant, beaucoup plus simple et bien maîtrisé par l'équipe d'exploitation.

La solution 3 représente une situation intermédiaire. Néanmoins, les difficultés d'exploitation sont presque les mêmes que pour la solution 2.

D'autre part, la taille de la STEP de Siliana ne justifie pas une modification de son processus de traitement. Il est donc recommandé que la solution 1 soit adoptée pour la réhabilitation de la station de Siliana.

3.7.6 Conclusion et recommandations

Les discussions avec l'ONAS pendant la présente étude ont mené à la sélection de la Solution 1 comme meilleur choix pour la STEP de Siliana pour procéder à la conception détaillée.

3.7.6.1 Résumé des interventions clé pour la solution sélectionnée

Les principales interventions recommandées pour la solution retenue comprennent :

- Traitement préliminaire
 - construction d'un bassin de rétention de sables, y compris extraction des sables par un système "air-lift" ;
 - remplacement des compresseurs du dessablage et déshuilage ;
 - installation de la vis transporteuse du dessablage et déshuilage pour l'enlèvement de la graisse ;
- Traitement biologique
 - installation des agitateurs ;
- Traitement tertiaire
 - construction de l'unité de désinfection par radiation ultraviolette précédée en amont par une opération de filtration ;
- Traitement des boues
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la déshydratation mécanique des boues ;
- Traitement des odeurs
 - construction et installation de tout l'équipement concernant la désodorisation par biofiltre de l'air contaminé extrait des bassins de rétention de sables, du bâtiment de traitement préliminaire, des épaisseurs et du bâtiment de déshydratation.

3.7.6.2 Recommandation concernant la poursuite de l'activité normale de la STEP pendant les travaux

Comme il est nécessaire de maintenir le fonctionnement de la STEP durant les travaux, il est essentiel d'effectuer ceux-ci d'une manière progressive. En ce sens, il est recommandé que :

- les interventions soient faites autant que possible pendant la saison sèche, afin que le débit affluent soit plus petit ;
- la construction du bassin de rétention de sables soit prioritaire et achevée avant les interventions dans le traitement préliminaire ;
- les interventions dans les bassins d'aération soient effectuées ligne par ligne afin de permettre de maintenir le reste des lignes en exploitation ;
- les interventions prévues au niveau de la désinfection, du traitement des boues et du traitement des odeurs n'interviennent pas directement dans le fonctionnement des STEP, et peuvent donc être exécutées de manière séquentielle.

3.7.6.3 Remarques sur les études ultérieures

Les résultats obtenus pour la STEP de Siliana ont permis de dégager une solution pour la fixation du budget de l'opération de réhabilitation et d'extension.

Il appartiendra toutefois aux études ultérieures, notamment APD, de valider dans le détail les choix techniques proposés ou de proposer quelques modifications techniques dans le cadre du budget de l'opération.

CHAPITRE IV

ÉVALUATION DU PROJET DU MÉCANISME DE DÉVELOPPEMENT PROPRE (MDP)

CHAPITRE IV: ÉVALUATION DU PROJET DU MECANISME DE DEVELOPPEMENT PROPRE (MDP)

4.1 PROJET MDP

4.1.1 Description et configuration du projet

Le projet consiste en la réhabilitation et l'éventuelle extension de la capacité de traitement de cinq STEP localisées en Tunisie.

Le système de traitement actuel des cinq stations, déjà décrit au chapitre précédent, consiste en un système de boues activées à faible charge (aération prolongée). En ce qui concerne les émissions implicites de gaz à effet de serre (GES), les boues sont stabilisées en aérobiose dû à l'âge élevé des boues avec lesquelles le processus est opéré, donc la production et les émissions respectives de méthane sont très marginales. L'énergie électrique nécessaire à l'opération des équipements des STEP est fournie par le réseau d'électricité public.

4.1.2 Identification et analyse des solutions alternatives

Trois solutions alternatives d'intervention sont identifiées et analysées dans cette étude : une pour laquelle il n'existe pas de modifications notables du processus et deux autres qui correspondent à une modification du système de traitement existant des boues activées avec introduction d'un régime de moyenne charge (à l'exception de la STEP de Béja) :

- La première alternative correspond au maintien des filières de traitement existantes, avec introduction de certaines interventions pour l'amélioration du fonctionnement du processus, avec éventuellement redimensionnement des stations afin d'augmenter leur capacité. Cette alternative de système de traitement ne permet pas son éligibilité comme projet de Mécanisme de Développement Propre (MDP) car il n'existe pas de réduction spécifique d'émissions de GES au regard de la situation de référence, et il ne satisfait donc pas le critère d'additionnalité d'un projet MDP ;
- La deuxième alternative correspond à la substitution du système de traitement de boues activées existant par un système de régime en moyenne charge. Les boues primaires et biologiques en excès seront stabilisées en anaérobiose dans un digesteur, dans un régime mésophile. Le biogaz produit pendant le processus de digestion sera confiné et valorisé énergétiquement dans un système de cogénération.

L'énergie thermique produite sera utilisée pour le réchauffement des boues dans le digesteur anaérobie, tandis que l'énergie électrique produite sera utilisée pour le fonctionnement des équipements électriques des STEP. Cette alternative permet d'éviter les émissions de GES, et est donc éligible comme projet MDP selon le critère d'additionnalité. Le bilan des émissions provenant de la modification du processus de traitement doit être pratiquement nul, car, dans la situation de référence, la production de méthane est marginale, alors que dans la nouvelle solution, il existe une production de méthane, mais celui-ci est récupéré pour la production de biogaz.

La réduction des émissions de GES associée à cette alternative provient essentiellement de la substitution de la consommation d'énergie électrique du réseau public par de l'énergie électrique produite localement en ayant recours au biogaz (méthane), qui remplace le mix énergétique du système électro-producteur du pays pour la génération

d'énergie électrique des stations de traitement ;

- La troisième alternative correspond également à la substitution du système de boues activées existant par un système de régime en moyenne charge (à l'exception de la STEP de Béja). Les boues primaires et biologiques en excès seront stabilisées en anaérobiose dans un digesteur en régime mésophile. Le biogaz produit pendant le processus de digestion sera confiné et conduit vers une chaudière pour la production de chaleur pour le réchauffement des boues en digestion. Cette solution ne prévoit pas de production d'énergie électrique. La mise en œuvre de cette alternative pour le projet ne permet pas son éligibilité comme projet MDP car il n'y a pas de réduction d'émissions de GES vis-à-vis de la situation de référence. Du méthane sera produit pendant le fonctionnement, mais il sera utilisé en interne pour produire de l'énergie thermique. Il n'y a pas de génération d'énergie électrique, et il n'existe donc pas de réduction d'émissions de GES de cette façon. L'équilibre des émissions de GES ne résulte ainsi que de la modification du système de traitement et doit donc être pratiquement nul.
- La troisième alternative de la STEP de Béja consiste à introduire un prétraitement des eaux industrielles, le reste du processus étant identique à la première alternative. Il n'y a pas valorisation énergétique du biogaz et, comme pour la première alternative, la troisième alternative n'est pas éligible comme projet MDP.

4.1.3 Sélection d'une méthodologie pour le scénario de référence et pour le suivi

L'analyse réalisée précédemment montre que seule la deuxième alternative permet de configurer un éventuel projet MDP. Dans cette phase initiale d'étude, il est toutefois possible de concevoir qu'il s'agira d'un Projet de Petite Échelle (critère : capacité de l'unité de génération d'énergie inférieure à 15 MW et réduction annuelle d'émissions inférieure à 60 000 t CO₂e), et qu'il s'insèrera dans les secteurs de production d'énergie et de gestion des déchets.

Dans ce cas, après analyse effectuée des méthodologies approuvées par le Comité Exécutif de MDP et des options prises pour un ensemble de projets analogues, il est possible de donner dès maintenant une indication des méthodologies les plus indiquées pour l'enregistrement éventuel de ce projet :

- Méthodologie Référence AMS-I.D – “Grid connected renewable electricity generation” – Secteur d'activité 1 – Production d'Énergie (sources renouvelables/non renouvelables) ; et
- Méthodologie Référence AMS-III.H – “Methane recovery in Wastewater Treatment” – Secteur d'activité 13 – Gestion de Déchets.

Le choix de ces méthodologies est fondé sur les caractéristiques du projet et sur les composantes de récupération de méthane et de production d'électricité dans un système de cogénération. Il est en particulier suggéré par l'utilisation des mêmes méthodologies dans deux projets semblables au projet étudié : le projet « Digestion des boues de 23 STEP avec l'utilisation du biogaz pour la cogénération », dont la NIP (Note d'Information sur le Projet) a été approuvée le 20/11/2009 par l'Autorité Nationale Désignée (AND) de la Tunisie, et le projet « Makati south sewage treatment plant upgrade with on-site power », mis en œuvre aux Philippines et enregistré le 24/06/2008.

4.2 CADRE JURIDIQUE

4.2.1 Législation et normes environnementales significatives en Tunisie

La législation nationale concernant les systèmes de traitement d'eaux usées en Tunisie n'inclut pas les systèmes de traitement des boues, ni la récupération du biogaz généré lors du traitement pour une valorisation dans des systèmes de cogénération. Les principales lois et règlements importants pour le secteur du traitement des eaux usées en Tunisie sont les suivants (Source : ANPE – Agence Nationale de Protection de l'Environnement et ONAS – Office National de l'Assainissement) :

- Loi n° 75-16 du 31 mars 1975 concernant le Code de l'Eau, modifiée par la Loi n° 87-35 du 6 juillet 1987, la Loi n° 88-94 du 2 août 1988, le Décret n° 2001-2606 du 9 novembre 2001 et la Loi n° 2001-116 du 26 novembre 2001 ;
- Décret n° 79-768 du 8 septembre 1979, qui réglemente les conditions de branchement et de déversement des effluents dans le réseau public d'assainissement ;
- Communiqué du ministre de l'économie, du 20 juillet 1989, qui déclare l'homologation de la norme tunisienne NT 106.002 (1989), réglementant le déchargement des effluents dans le milieu hydrique ;
- Décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989, qui établit les conditions pour la réutilisation des eaux résiduelles traitées dans l'agriculture ;
- Loi n° 95-70 du 17 juillet 1995, concernant la conservation des eaux et du sol.

Il n'existe donc aucune obligation légale quant au type de traitement des eaux résiduelles ou de traitement des boues à adopter pour les STEP, la législation existante se rapportant seulement aux conditions de déchargement des eaux traitées. Il n'est ainsi pas établi d'obligation légale d'inclure dans le projet un système de traitement spécifique des boues produites dans les 5 stations de traitement, ni d'utiliser le biogaz récupéré pour la génération d'énergie électrique.

Dans ces conditions, le projet satisfait ce critère d'éligibilité comme projet MDP.

Il faut considérer également que, si la solution 2 est celle choisie pour la réhabilitation des stations, les projets des 5 STEP devront être soumis à l'Évaluation d'Impact Environnemental, conformément au Décret n° 2005-1991 du 11 juillet 2005, qui indique les catégories de projets devant être soumises à l'Évaluation d'Impact Environnemental.

Dans ce cas, les projets en étude accomplissent l'indication d'analyse environnementale exigée dans les procédures MDP.

4.2.2 Cadre institutionnel - Autorité Nationale Désignée

L'Autorité Nationale Désignée en Tunisie, désignée par « Bureau National du Mécanisme de Développement Propre », et établie depuis début 2005, est un organisme interdépartemental, composé de représentants de neuf ministères et de six autres institutions (appartenant au secteur public, au secteur bancaire, aux organisations non gouvernementales et au secteur privé). La composition de l'AND est la suivante :

- Présidence : Ministre de l'Environnement ;
- Le Secrétariat Permanent ;

- Membres désignés des ministères et organisations suivants : Ministère de l'Environnement (MAE) ; Ministère des Affaires Etrangères ; Ministère de la Planification et de la Coopération Internationale (MPCI) ; Ministère des Finances ; Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Petites et Moyennes Entreprises ; Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques ; Ministère du Transport ; Ministère du Commerce et de l'Artisanat ; Ministère de l'Intérieur et du Développement Local ; Union Tunisienne de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat (UTICA) ; Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche (UTAP) ; Banque Centrale de Tunisie ; Agence Nationale de Maîtrise de l'Energie (ANME) ; Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz (STEG) ; Groupe Chimique Tunisien (GCT).

Les fonctions de l'AND incluent le processus d'étude et d'approbation des projets MDP, l'émission de la Lettre d'Approbation, l'élaboration de rapports annuels des activités MDP en Tunisie et la définition des critères qui permettent de déterminer la contribution d'un projet pour le développement durable du pays. L'AND a aussi comme fonction la promotion générale des investissements dans des projets de ce type en Tunisie.

Le secrétariat permanent de l'AND, localisé au siège de la Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie (Ministère de l'Environnement), remplit essentiellement la fonction de porte-parole de l'AND. Il est ainsi responsable de l'établissement des contacts avec le Comité Exécutif du Mécanisme de Développement Propre, ainsi que de l'interface entre le promoteur du projet et l'AND via la présentation des projets à l'AND et la communication des résultats du processus d'approbation aux promoteurs. Il est aussi responsable de la recherche d'organisations intéressées pour acheter des crédits de carbone ainsi que d'organisations pouvant prêter assistance aux opérateurs économiques des projets. La responsabilité du Secrétariat est également d'élaborer l'organisation nationale concernant les MDP et le portfolio des projets, de promouvoir le potentiel des projets MDP en Tunisie et d'assurer le suivi des projets au long de leur cycle de vie.

Vis-à-vis de la procédure d'évaluation et d'approbation des projets MDP en Tunisie, le processus peut être divisé en deux phases : la réception et l'approbation de la NIP (l'AND de la Tunisie a imposé cette phase initiale obligatoire) et la réception et l'approbation du DDP (Document Détaillé du Projet) par l'AND. Le temps maximum de réponse de la part de l'AND pour chacune des phases est respectivement de 15 et 45 jours. Si le projet est conforme aux conditions définies, la Lettre d'Approbation est délivrée au promoteur du projet par l'AND.

Le Mécanisme de Développement Propre est un système qui permet de faciliter l'accomplissement des obligations légales, dans le cadre du Protocole de Kyoto, pour les pays qui ont donné des objectifs quantifiés de réduction des émissions, et il a également pour objectif de contribuer au développement durable dans les pays/parties où se réalisent ce type de projets, la responsabilité du pays hôte des projets étant de déterminer si un projet MDP contribue au développement durable, qui est un des critères d'éligibilité d'un projet MDP.

Afin d'évaluer la contribution d'un projet au développement durable du pays, la Tunisie utilise une méthode quantitative, transparente, et basée sur la pondération de critères économiques, sociaux, environnementaux et stratégiques. Chaque type de critère est constitué par plusieurs indicateurs, auxquels est attribuée aussi une pondération. Il revient aux membres de l'AND d'attribuer une note de 0 à 10 à chaque indicateur, et la contribution du projet pour le développement durable, ou indicateur de développement durable, résulte de la pondération des divers critères selon la note attribuée. Il est considéré que le projet contribue au développement durable si l'indicateur de développement durable est égal ou supérieur à 1,5.

4.2.3 Situation actuelle de développement du MDP en Tunisie

La Tunisie réunit les conditions nécessaires pour participer au Mécanisme de Développement Propre, ayant ratifié le Protocole de Kyoto en juin 2002 et établi une Autorité Nationale Désignée pour les projets MDP en décembre de 2004 (notification au secrétariat de la Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques, UNFCCC, en janvier 2005). La Tunisie s'efforce également activement de promouvoir des projets MDP dans le pays, et a élaboré en 2005 une Stratégie Nationale pour la promotion et l'accélération du processus de MDP qui a en vue de placer le pays de manière concurrentielle sur le marché international du carbone.

La stratégie nationale pour la promotion du MDP inclut des actions à plusieurs niveaux avec objectif d'exploiter l'investissement pour des projets MDP en Tunisie : promotion et communication au niveau national et international, renforcement des capacités nationales et suivi des projets jusqu'à leur mise en œuvre. La promotion de ce type de projets se traduit au niveau national par l'organisation d'une conférence annuelle sur le processus MDP, la réalisation de publications périodiques, la fourniture d'un site internet dynamique et le suivi des négociations internationales en matière de MDP.

La communication au niveau international vise à assurer une bonne image du produit MDP dans le pays et à promouvoir la Tunisie comme une destination privilégiée pour ces projets. A cet effet, un portefeuille de projets a été créé pour la promotion internationale de la Tunisie, des contacts avec les acheteurs de crédits de carbone sont établis en parallèle, des forums MDP sont organisés au niveau national et la participation aux autres forums est assurée sur la scène internationale. Afin de renforcer les capacités nationales, des programmes de formation sont organisés pour les institutions impliquées dans le MDP. Le suivi des projets MDP est considéré comme essentiel et est destiné à fournir une assistance technique aux opérateurs qui ont commencé leurs projets MDP et à assurer ainsi leur mise en œuvre.

Des études de potentiel de réduction des émissions de GES en Tunisie ont été réalisées dans le contexte de cette stratégie, et un résultat potentiel supérieur à 3 millions de tonnes de CO₂e/an a été obtenu à l'horizon 2011. Pour la période 2012-2016, un volume approximatif de 17 millions de tonnes de CO₂e/an a été estimé. Les secteurs avec le plus grand potentiel de réduction des émissions et le développement de projets MDP sont le secteur énergétique (efficacité énergétique, énergies renouvelables, substitution énergétique) et le secteur des résidus, qui représentent respectivement 42% et 46% du potentiel de réduction à court terme (horizon 2011) et 50% et 35% à moyen terme (période 2012-2016).

Le portfolio de projets soumis à l'approbation en Tunisie, et l'état de progrès dans le processus, sont importants pour comprendre l'état de développement du MDP dans le pays. Jusqu'en Septembre 2010, seulement deux projets avaient terminé le processus MDP en Tunisie, les deux étant dans le secteur de la récupération et du brûlage des gaz de décharge contrôlée. Dans le cadre international global, il y a actuellement 1 824 projets enregistrés dans la région Asie/Pacifique, 478 en Amérique Latine et aux Caraïbes, 46 en Afrique et 13 en Europe de l'Est.

Le tableau suivant montre, pour chaque secteur, le nombre de projets soumis à l'approbation par l'AND, ainsi que l'état d'approbation respectif dans le processus MDP.

Tableau 4.2-1 : Nombre de projets MDP en Tunisie et état d’approbation respectif du processus, par secteur (fin Mars 2010)

Secteur	Nombre de projets	Etat du processus				
		NIP approuvé par l’AND	DDP en phase de préparation	DDP en étude/ approuvé par l’AND	Projet en phase de validation	Projet enregistré
Energie	74	25	8	2	1	
Résidus	15	1				2
Processus industriels	2					
Transports	9	1				
Assainissement	19	5				
Agriculture/Forêt	20	2				
TOTAL	139	34	8	2	1	2

Pour les projets dans le secteur de l’assainissement, les 5 NIP approuvées indiquées dans le tableau datent de novembre 2009, et le processus continue probablement. Comme déjà indiqué, un de ces projets, « Digestion des boues de 23 STEP avec utilisation du biogaz pour la cogénération », est de nature semblable à ce projet.

4.3 ANALYSE DE LA FAISABILITE DU PROJET MDP

4.3.1 Introduction

Les Mécanismes de Développement Propre sont un instrument prévu par le Protocole de Kyoto, au sein du Cadre de la Convention des Nations Unies sur le changement climatique. La période d’application de l’accord de Kyoto s’étend de 2008 à 2012, et le Protocole lui-même prend fin le 31 décembre 2012⁽¹⁾. Cette date est devenue cruciale puisque les Nations Unies n’ont pas encore établi leur accord pour le suivi de l’accord de Kyoto. Si les pays ne se mettent pas d’accord sur le suivi, le marché lié aux crédits de carbone changera complètement.

L’Union Européenne, notamment à travers les schémas d’échange d’émissions, a indiqué unilatéralement qu’elle continuerait à accepter les Unités de Réduction Certifiée des Emissions (URCEs) comme unités obligatoires au moins jusqu’en 2020. Comme le Système Communautaire d’Echange de Quotas d’Emission (SCEQE) est le plus grand marché obligatoire dans le monde, le prix des crédits de carbone est très dépendant de la demande émanant des installations EQE (Echange de Quotas d’Emission). Ainsi, les URCEs provenant des projets

¹ En résultat de la conférence COP 17 qui s’est tenue à Durban en décembre 2011, le Protocole de Kyoto a été prolongé par un certain nombre de Parties. Cela signifie que des crédits MDP seront éligibles pour les Parties comme moyen d’atteinte les nouveaux objectifs sur lesquels elles se sont engagées. Cependant, il reste encore de nombreuses incertitudes pour l’instant, en particulier combien de Parties vont signer le “Nouveau Protocole de Kyoto”, sachant qu’il y a des doutes sur la volonté de Parties essentielles, comme les USA, la Russie, le Japon, le Canada ou l’Australie, à s’engager sur de nouveaux objectifs quantitatifs. En fait, la question cruciale est de savoir s’il y aura une efficacité réelle du Nouveau Protocole de Kyoto comme moyen de créer un marché international de la demande fort en URCEs. De plus, on ne peut pas savoir comment cette décision de la COP va influencer les règles actuelles du Système Communautaire d’Echange de Quotas d’Emission, donc si les URCEs des projets enregistrés après 2013, et situés dans des Parties autres que les Pays les Moins Avancés (PMA), seront valides pour conformité.

enregistrés jusqu'au 31 décembre 2012 seront toujours valables après 2020. L'enregistrement d'un projet après cette date n'offrira aux URCEs qu'une demande limitée.

Sachant qu'en 2010 il fallait environ 600 jours pour qu'un projet moyen MDP progresse entre la phase de validation et la phase d'enregistrement, la validation d'un projet MDP pour le présent projet aurait dû commencer à l'été 2011. Cela signifie également que la préparation d'un Document Détaillé du Projet (DDP) aurait dû démarrer début 2011 afin d'être prêt à être validé en temps utile.

En tenant compte d'un début d'intervention dans les STEP en 2016 et d'une première année d'exploitation en 2019, on peut conclure que, même si le projet pouvait être enregistré dans le délai prévu, ce qui est très peu probable, seules les URCEs obtenues en 2019 et 2020 pourraient être commercialisées.

Malgré ce scénario défavorable, nous avons procédé au calcul de la réduction des émissions afin d'évaluer la viabilité de la mise en œuvre du projet en supposant un début en 2011.

La méthodologie AMS-III.H (Récupération du méthane pendant le traitement des eaux usées) a été utilisée⁽²⁾ comme outil fondamental pour calculer la réduction des émissions dans le projet d'investissement de la République de la Tunisie pour les cinq stations de traitement des eaux usées suivantes.

Stations	Débit annuel des eaux usées (m ³ /année)
Béja	2 278 935
Medjez el Bab	872 846
Tabarka	1 639 215
Jendouba	1 869 966
Siliana	847 142

Les données de l'installation de Medjez El-Bab ont été retenues pour calculer les émissions puisqu'il s'agit d'une des plus petites installations. Les calculs furent aussi réalisés pour l'installation de Béja, la plus importante, supposant ainsi qu'une quantité similaire du réseau d'électricité sera utilisée dans les scénarios de base et de projet.

² La méthode AMS-I.D de référence et la surveillance "Projets d'Énergie Renouvelable" comprend des unités de production d'énergie, telles que la biomasse renouvelable, la fourniture d'électricité à un ressortissant ou d'une grille régionale ou à une installation de consommation identifiés via réseau national / régional par le biais d'un arrangement contractuel.

Le présent projet comprend un volet de réduction des émissions de méthane qui ne serait pas comptabilisé dans la méthodologie AMS-I.D.

Au contraire, la méthode AMS-III.H dite de "récupération de méthane dans le traitement des eaux usées", pour des projets tels que substitution de l'aérobie des eaux usées ou systèmes de traitement des boues par des systèmes anaérobies avec récupération du biogaz et de la combustion, ne comprend pas seulement cet élément de réduction du méthane, mais considère aussi la production thermique directe d'énergie électrique résultant de la combustion du biogaz. En fait, AMS-III.H utilise le même outil de calcul que la AMS-I.D quand il s'agit de calculer les émissions de référence, de projet et / ou de fuite de la consommation d'électricité.

De plus, au regard de projets MDP similaires, il est clair que l'AMS-III.H est la méthodologie la plus communément choisie. Ce fut le cas, par exemple, pour les projets suivants: Récupération de méthane dans le traitement des eaux usées au Kibboutz Lahav, projet PTT d'Énergie verte et de système de traitement des eaux usées, projet Eiamrungruang de traitement des eaux usées et d'utilisation du biogaz, et projet de traitement des eaux usées du Henan Xingtai.

Les informations fournies par ces deux installations sont suffisantes pour tirer des conclusions, mais le calcul a également été fait pour les trois autres STEP.

Le chapitre 4.3.2 présente le calcul des émissions du scénario de référence. Dans le chapitre 4.3.3, les calculs sont effectués pour le scénario du projet futur. Les deux calculs sont basés sur la méthodologie AMS-III.H.

Dans le chapitre 4.3.4, les volumes de la réduction des émissions annuelles des deux scénarios sont évalués et calculés pour les deux STEP (Medjez El-Bab et Béja).

Le Chapitre 4.3.5 présente les coûts d'enregistrement et d'application du MDP, le chapitre 4.3.6 présente le problème de la période d'enregistrement des projets MDP et de la date butoir de 2012, et le Chapitre 4.3.7 récapitule les conclusions.

4.3.2 Estimation des émissions annuelles du scénario de base (STEP de Medjez el Bab et Beja)

Suivant la méthodologie AMS-III.H, dans le cas de l'introduction dans une STEP d'un système de traitement des boues en anaérobie avec récupération et combustion de biogaz, les émissions de base consistent en:

- (i) Émissions dues à l'électricité utilisée ($BE_{power,y}$) ;
- (ii) Émissions de méthane provenant des systèmes de traitement de boues des eaux usées ($BE_{ww,treatment,y}$) ;
- (iii) Émissions de méthane provenant des systèmes de traitement de base des boues ($BE_{s,treatment,y}$) ;
- (iv) Émissions de méthane dues aux failles des systèmes de traitement de base des eaux usées et à la présence de carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées rejetées dans la rivière/lac/mer ($BE_{ww,discharge,y}$) ;
- (v) Émissions de méthane dues à la décomposition des boues générées par les systèmes de traitement de base ($BE_{s,final,y}$).

$$BE_y = \{ BE_{power,y} + BE_{ww,treatment,y} + BE_{s,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y} + BE_{s,final,y} \}$$

Où:

BE_y	Émissions de base sur un an "y" (tCO ₂ e)
$BE_{power,y}$	Émissions de base provenant de la consommation électrique de l'année "y" (tCO ₂ e)
$BE_{ww,treatment,y}$	Émission de base des systèmes de traitement des eaux usées concernées par l'activité du projet pour l'année "y" (tCO ₂ e)
$BE_{s,treatment,y}$	Émissions de base des systèmes de traitement de boues concernées par l'activité du projet pour l'année "y" (tCO ₂ e)
$BE_{ww,discharge,y}$	Émissions de base de méthane provenant du carbone organique dégradable dans les eaux usées rejetées dans la mer/rivière/lac par année "y" (tCO ₂ e)

$BE_{s,final,y}$ Émissions de base de méthane de la décomposition anaérobie de la boue finale produite pendant l'année "y" (tCO₂e)

Pour chaque type d'émissions, liées aux variables mentionnées ci-dessus, un calcul séparé a été effectué afin d'évaluer le scénario de base complet.

4.3.2.1 Estimation provenant de la consommation d'électricité

Les émissions de base provenant de la consommation d'électricité ($BE_{power,y}$) sont déterminées par les procédures décrites dans le manuel « Outil pour calculer les émissions de base, du projet et/ou de fuite provenant de la consommation d'électricité ». Ceci est un algorithme développé dans le cadre du Conseil exécutif du MDP, en particulier pour calculer les émissions pour la consommation / production d'électricité des projets. Cet outil est le principal élément de la méthodologie AMS-I.D "Projets d'énergie renouvelable".

Dans ce cas, le calcul reprend la formule suivante qui représente la quantité d'électricité consommée et le facteur d'émission équivalent au CO₂ sur le réseau d'électricité en Tunisie:

$$BE_{power,y} = EC_{BL,k,y} \times EF_{EL,k,y}$$

Où:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$EC_{BL,k,y}$	Quantité d'électricité qui correspond à la consommation d'électricité de base par la source "k" par an "y" (Information provenant de l'étude)	420 MWh/an	1246 MWh/an
$EF_{EL,k,y}$	Facteur d'émission pour la production d'électricité pour la source "k" par an "y". Cette valeur est mentionnée dans "action d'atténuation appropriée au niveau national", publié par le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement, 13 Octobre 2010 (tableau 2, pp 40) http://www.jiko-bmu.de/files/basisinformationen/application/pdf/nama_proposals_tunisia.pdf	0,627 t CO ₂ e/MWh	

Les émissions de CO₂e associées à la consommation d'électricité sont :

$$BE_{power,y} =$$

Medjez El Bab: 264 t CO₂e/an

Béja: 781 t CO₂e/an

4.3.2.2 Emissions de méthane provenant de systèmes de traitement de base des eaux usées

Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement de base des eaux usées du projet ($BE_{ww,treatment,y}$) sont déterminées en utilisant l'efficacité d'enlèvement de la DCO (notée COD dans les formules) de la station de base:

$$BE_{ww,treatment,y} = \sum_i (Q_{ww,i,y} * COD_{inf low,i,y} * \eta_{COD,BL,i} * MCF_{ww,treatment,BL,i}) * B_{o,ww} * UF_{BL} * GWP_{CH4}$$

Où:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$Q_{ww,treatment,y}$	Volume d'eaux usées traitées dans le système de traitement de base des eaux usées "i" par an "y" (Information provenant de l'étude)	839 413 m ³	2 187 483 m ³
$COD_{inf low,i,y}$	Besoin en oxygène chimique du flux des eaux usées pour le système de traitement de base "i" par an "y" (Information provenant de l'étude)	0,001177 t/m ³	0,001981 t/m ³
$\eta_{COD,BL,i}$	Efficacité de retrait de la DCO dans le système de traitement de base "i" ⁽¹⁾ (Calculs effectués en utilisant les informations de l'étude)	0,8219	0,85
$MCF_{ww,treatment,BL,i}$	Facteur de correction du méthane pour les systèmes de traitement de base des eaux usées "i"	0,1 ⁽²⁾	
$B_{o,ww}$	Capacité de production du méthane des eaux usées. Valeur par défaut proposé par le Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique	0,25 kg CH ₄ /kg COD	
UF_{BL}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle. Valeur par défaut	0,89	
GWP_{CH_4}	Potentiel de Réchauffement Global pour le méthane	21	

(1) Multiplié par 0,89 pour le facteur d'incertitude

(2) Valeurs estimées à 0,0 pour "le traitement aérobie bien géré" et 0,3 pour "le traitement aérobie mal géré ou surchargé"

Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement de base des boues des eaux usées sont:

$$BE_{ww,treatment,y} =$$

Medjez El-Bab : 379 t CO₂e/an;

Beja : 1720 t CO₂e/an.

4.3.2.3 Emissions de méthane provenant de systèmes de traitement de base des boues

Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement de base des boues ayant une influence sur l'activité du projet sont déterminées en utilisant le potentiel de production de méthane des systèmes de traitement de boues:

$$BE_{treatment,s,y} = \sum_j S_{j,BL,y} * MCF_{s,treatment,BL,j} * DOC_s * UF_{BL} * DOC_F * F * 16/12 * GWP_{CH_4}$$

Où:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$S_{j,BL,y}$	Volume de matière sèche dans les boues qui serait traité par le système "j" de traitement de boues dans le scénario de base. Dans notre cas, les systèmes de traitement de base des eaux usées sont différents du système de traitement utilisé dans le scénario de projet. Les valeurs contrôlées du volume de boues générées durant la période d'essai seront donc utilisées pour estimer le volume de boues dans le système de base. (Calculs effectués en utilisant les informations de l'étude)	745,36 t	2351,95 t
DOC_s	Contenu organique dégradable des boues non traitées générées par an "y" (fraction, base sèche). (Valeur par défaut pour les boues domestiques)	0,5	
$MCF_{s,treatment,BL,j}$	Facteur de correction du méthane pour le système de traitement de base des boues "j". Valeurs de 0,0 pour le "traitement aérobique bien géré" et 0,3 pour "traitement aérobique mal géré ou surchargé" - une valeur 0,1 a été assumée, ce qui reflète un système managé d'une manière satisfaisante.	0,1	0,1
UF_{BL}	Facteur de correction du modèle qui prend en compte les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	0,89	
DOC_F	Fraction du DOC dissimulée dans le biogaz (Valeur par défaut)	0,5	
F	Fraction du CH4 dans le biogaz (Valeur par défaut)	0,5	

Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement de base des boues sont :

$$BE_{treatment,s,y} =$$

Medjez El-Bab : 232 t CO₂e/an;

Beja : 733 t CO₂e/an.

4.3.2.4 Emissions de méthane à cause des inefficacités dans les systèmes de base du traitement des eaux usées et de la présence de carbone organique dégradable dans les eaux traitées rejetées dans les rivières/lacs

Les émissions de méthane provenant du carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées rejetées, par exemple dans une rivière, la mer ou un lac, dans la situation de base sont déterminées de la manière suivante:

$$BE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} * GWP_{CH4} * B_{o,ww} * UF_{BL} * COD_{ww,discharge,BL,y} * MCF_{ww,BL,discharge}$$

Où:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$Q_{ww,y}$	Volume des eaux usées traitées rejetées par année "y" (Information provenant de l'étude)	839 413 m ³	2 187 483 m ³
UF_{BL}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	0,89	
$COD_{ww,discharge,BL,y}$	Besoin en oxygène chimique des eaux usées traitées rejetées dans la mer, la rivière ou le lac dans une situation de base par an "y" (Information provenant de l'étude)	0,00009 t/m ³	0,00009 t/m ³
$MCF_{ww,BL,discharge}$	Facteur de correction du méthane basé sur les conduites de rejet des eaux usées (ex. dans la mer, une rivière ou un lac) dans la situation de base (fraction). Valeur par défaut proposé par le Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique	0,1	

Les émissions de méthane causées par la dégradation du carbone organique dans les rivières/lacs après le rejet des eaux usées sont :

$$BE_{ww,discharge,y} =$$

Medjez El-Bab : 35 t CO₂e/an;

Beja : 92 t CO₂e/an.

4.3.2.5 Emissions de méthane provenant de la décomposition des boues finales générées par les systèmes de traitement de base

Les émissions de méthane provenant de la décomposition anaérobie des boues finales produites sont déterminées comme suit:

$$BE_{s,final,y} = S_{final,BL,y} * DOC_s * UF_{BL} * MCF_{s,BL,final} * DOC_F * F * 16 / 12 * GWP_{CH4}$$

Où:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$S_{final,BL,y}$	Volume de matière sèche dans les boues finales produit par le système de traitement de base des eaux usées par an "y" (Information provenant de l'étude)	745,36 t	2 351,95 t
$MCF_{s,BL,final}$	Facteur de correction du méthane de la décharge qui reçoit les boues finales dans la situation de base, estimé en fonction des procédures décrites dans le manuel "Outil pour déterminer les émissions de méthane évitées pour les résidus solides dans une décharge de résidus solides" (décharge pour déchets solides mal gérée) *	0,4	0,4
UF_{BL}	Facteur de correction de modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	0,89	

* Valeurs déterminées selon les procédures décrites dans « outil pour déterminer les émissions de méthane évitées par l'élimination des déchets dans une décharge de déchets solides », selon les informations provenant de l'étude.

Les émissions de méthane provenant de la décomposition des boues générées par les systèmes de traitement de base sont :

$$BE_{ww,discharge,y} =$$

Medjez El-Bab : 929 t CO₂e/an;

Beja : 2 931 t CO₂e/an.

4.3.2.6 Tableau récapitulatif des émissions totales

Les émissions annuelles totales de base des STEP de Medjez El-Bab et Béja sont la somme des différentes composantes mentionnées et calculées ci-dessus:

Paramètres	Description	Émissions (tCO ₂ e/an)	
		Medjez El-Bab	Béja
$BE_{power,y}$	Émission de base pour la consommation électrique annuelle "y"	263,5	781,3
$BE_{ww,treatment,y}$	Émissions de base provenant des systèmes de traitement d'eaux usées dues à l'activité du projet durant l'année "y"	379,4	1 720,2
$BE_{s,treatment,y}$	Émissions de base provenant des systèmes de traitement de boues dues à l'activité annuelle du projet durant l'année "y"	232,2	732,6
$BE_{ww,discharge,y}$	Émissions de méthane de base provenant du carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées rejetées dans la mer/rivière/lac durant l'année "y"	35,3	92,0
$BE_{s,final,y}$	Émissions de base provenant de la décomposition anaérobie des boues finales produites durant l'année "y"	928,7	2 930,5
BE_y	Total des émissions de base	1 839	6 257

Les émissions de référence du projet se réfèrent à un scénario où il est supposé qu'il n'y a pas de nouveau projet et que l'infrastructure actuelle continuera à être utilisée à l'avenir dans les mêmes conditions. Cela signifie que pour l'année 0 du projet, les émissions de CO₂e de la STEP de Medjez El-Bab auraient été de 1 839 tonnes et de 6 257 tonnes pour Béja.

Dans le contexte d'un projet MDP, même pour un projet de petite échelle, c'est une très petite quantité de gaz à effet de serre.

Ces quantités limitées d'émissions sont principalement causées par les deux éléments suivants:

- (i) Les STEP existantes fonctionnent correctement et la DCO est suffisamment traitée pour ne pas avoir d'émissions de gaz méthane;
- (ii) En raison du faible facteur d'émission en Tunisie, la quantité équivalente aux émissions de CO₂ produites par des combustibles fossiles pour l'électricité sur le réseau national est très petite, car déterminée par la prédominance du gaz naturel comme combustible fossile principal.

4.3.3 Estimation des émissions annuelles pour le scénario de projet (STEP de Medjez El-Bab et Béja)

D'après la méthodologie AMS-III.H, les émissions provenant des systèmes concernés par l'activité du projet sont:

- (i) Les émissions de CO₂ provenant de la consommation électrique des équipements du projet ($PE_{power,y}$);
- (ii) Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement des eaux usées concernés par l'activité du projet, et non équipés pour la récupération de biogaz dans le scénario du projet ($PE_{ww,treatment,y}$);
- (iii) Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement des boues concernés par l'activité du projet, et non équipés d'un système de récupération de biogaz dans la situation du projet ($PE_{s,treatment,y}$);
- (iv) Les émissions de méthane dues à l'inefficacité des systèmes de traitement des eaux usées et à la présence de carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées. ($PE_{ww,discharge,y}$);
- (v) Les émissions de méthane provenant de la décomposition des boues finales produites par les systèmes de traitement de l'activité du projet. ($PE_{s,final,y}$);
- (vi) Les émissions de méthane non contrôlées dues aux défauts dans les systèmes de captage ($PE_{fugitive,y}$);
- (vii) Les émissions de méthane dues aux systèmes de brûlage incomplets ($PE_{flaring,y}$);
- (viii) Les émissions de méthane provenant de la biomasse stockée dans des conditions d'anaérobie qui ne seraient pas apparues dans la situation de base ($PE_{biomass,y}$).

$$PE_y = \left\{ \begin{array}{l} PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} + PE_{s,final,y} + \\ PE_{fugitive,y} + PE_{biomass,y} + PE_{flaring,y} \end{array} \right\}$$

Où:

PE_y	Émissions de l'activité du projet pendant l'année "y" (tCO ₂ e)
$PE_{power,y}$	Émissions résultant de la consommation d'électricité pendant l'année "y" (tCO ₂ e)
$PE_{ww,treatment,y}$	Émissions de méthane dues à l'activité du projet provenant des systèmes de traitement non équipés de récupération de biogaz, pendant l'année "y" (tCO ₂ e)
$PE_{s,treatment,y}$	Émissions de méthane dues à l'activité du projet provenant des systèmes de traitement des boues non équipés de récupération de biogaz pendant l'année "y" (tCO ₂ e)
$PE_{ww,discharge,y}$	Émissions de méthane dues au carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées pendant l'année "y" (tCO ₂ e)
$PE_{s,final,y}$	Émissions de méthane dues à la décomposition anaérobie des boues finales produites pendant l'année "y" (tCO ₂ e)
$PE_{fugitive,y}$	Émissions provenant des émanations dans les systèmes de captage pendant l'année "y" (tCO ₂ e)
$PE_{flaring,y}$	Émissions de méthane dues au brûlage incomplet pendant l'année "y" (tCO ₂ e)
$PE_{biomass,y}$	Émissions de méthane provenant de la biomasse emmagasinée dans des conditions d'anaérobiose pendant l'année "y" (tCO ₂ e).

4.3.3.1 Émissions provenant de la consommation d'électricité

Les émissions de l'activité du projet provenant de la consommation d'électricité ($PE_{power,y}$) sont établies en conformité avec les procédures décrites dans le manuel "Outil pour calculer les émissions de base, de projet et/ou de fuite provenant de la consommation d'électricité".

$$PE_{power,y} = EC_{PJ,j,y} \times EF_{EL,j,y}$$

Où:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$EC_{PJ,j,y}$	Quantité d'électricité consommée par la source de la consommation d'électricité pour le projet "j" par an "y". Il s'agit de la consommation d'électricité du réseau, selon les informations de l'étude. L'électricité produite sur site par la combustion du biogaz était supposé être du CO ₂ e libre.	1 471 MWh/an	1 246 MWh/an
$EF_{EL,j,y}$	Facteur d'émission pour la production d'électricité pour la source "j" par an "y" (Voir paragraphe 4.3.2)	0,627 t CO ₂ e/MWh	

Les émissions de CO₂e associées à la consommation d'électricité sont nulles :

$$PE_{power,y} =$$

Medjez El-Bab : 922 t CO₂e/an;

Beja : 781 t CO₂e/an.

4.3.3.2 Émissions de méthane provenant des systèmes de traitement des eaux usées concernés par l'activité du projet et non équipés de récupération du biogaz

Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement des eaux usées concernés par l'activité du projet et non équipés de récupération du biogaz ($PE_{ww,treatment,y}$) sont calculées en utilisant la même équation que celle qui permet de calculer le paramètre $BE_{ww,treatment,y}$:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$Q_{ww,treatment,y}$	Volume des eaux usées traitées dans le système de traitement du projet des eaux usées "i" par an "y" (Information provenant de l'étude)	1 924 872 m ³	4 610 019 m ³
$COD_{inf\ low,i,y}$	Besoin en oxygène chimique du flux des eaux usées pour le système de traitement de l'activité du projet "i" par an "y" (Information provenant de l'étude)	0,001177 t/m ³	0,001981 t/m ³
$\eta_{COD,PJ,i}$	Efficacité du retrait de la DCO du système de traitement de l'activité du projet "i", mesurée sur la base de l'afflux et du reflux de la DCO dans le système "i" ⁽¹⁾ (Calculs effectués en utilisant les informations de l'étude)	0,8064	0,8299
$MCF_{ww,treatment,PJ,i}$	Facteur de correction du méthane pour les systèmes de traitement des eaux usées du projet "i" (Traitement anaérobie, bien géré). Une valeur 0,0 a été assumée, ce qui reflète un système bien géré à l'avenir	0	0
$B_{o,ww}$	Capacité de production du méthane des eaux usées (Valeur par défaut)	0,25 kg CH ₄ /kg BOD	
UF_{PJ}	Facteur de correction du modèle pris en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12	
GWP_{CH4}	Potentiel de Réchauffement Global pour le méthane (Valeur par défaut)	21	

⁽¹⁾ Multiplié par un facteur d'incertitude de 0,89

Les émissions provenant de cette activité sont nulles :

$$PE_{ww,treatment,y} =$$

Medjez El-Bab : 0 t CO₂e/an;

Beja : 0 t CO₂e/an.

4.3.3.3 Émissions de méthane provenant des systèmes de traitement des boues concernés par l'activité du projet et non équipés de valorisation du biogaz dans la situation du projet

Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement des boues concernés par l'activité du projet et non équipés de récupération de biogaz sont déterminées par la même équation que celle utilisée pour calculer le paramètre $BE_{s,treatment,y}$:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$S_{j,pj,y}$	Quantité de matière sèche dans la boue traitée par le système de traitement de boue "j" dans le scénario du projet par an "y" (Calculs effectués en utilisant les informations de l'étude)	1 543 t	4 800 t
DOC_s	Contenu organique dégradable des boues non traitées produites pendant l'année "y" (fraction, base sèche). Valeur par défaut pour les eaux usées urbaines	0,5	
$MCF_{s,treatment,j}$	Facteur de correction du méthane pour le projet de système de traitement des boues "j". Valeurs de 0,0 pour le "traitement aérobie bien géré" et de 0,3 pour le "traitement aérobie mal géré ou surchargé" - une valeur 0,0 a été assumée, ce qui reflète un système bien géré.	0	0
UF_{pj}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12	
DOC_F	Fraction du DOC contenue dans le biogaz (Valeur par défaut)	0,5	
F	Fraction de CH ₄ dans le biogaz (Valeur par défaut)	0,5	

Les émissions de méthane provenant de systèmes de traitement des boues affectées par l'activité de projet sont :

$$PPE_{treatment,s,y} =$$

Medjez El-Bab : 0 t CO₂e/an;

Beja : 0 t CO₂e/an.

4.3.3.4 Émissions de méthane causées par l'inefficacité des systèmes de traitement des eaux usées de l'activité projet et par la présence de carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées

Les émissions de méthane provenant du carbone organique dégradable contenu dans les eaux usées traitées dans la situation du projet sont définies en utilisant la même équation que celle utilisée pour calculer le paramètre $BE_{ww,discharge,y}$:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$Q_{ww,y}$	Volume des eaux usées rejetées par année "y" (Information provenant de l'étude)	839 413 m ³	2 187 483 m ³
UF_{PJ}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12	
$COD_{ww,discharge,PJ,y}$	Besoin en oxygène chimique des eaux usées rejetées dans la mer, la rivière ou le lac dans le scénario du projet durant l'année "y" (Information provenant de l'étude)	0,00009 t/m ³	0,00009 t/m ³
$MCF_{ww,PJ,discharge}$	Facteur de correction du méthane basé sur les conduites de rejet d'eaux usées dans le scénario du projet (ex. dans la mer, une rivière ou un lac). Valeur par défaut proposé par le Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique	0,1	

Les émissions de méthane provenant de la dégradation du carbone organique dans les systèmes d'eau naturelle après décharge sont:

$$PE_{ww,discharge,y} =$$

Medjez El-Bab : 44 t CO₂e/an;

Beja : 116 t CO₂e/an.

4.3.3.5 Emissions de méthane provenant de la décomposition des boues générées par les systèmes de traitement du projet

Les émissions de méthane provenant de la décomposition anaérobie de la boue finale produite sont déterminées en utilisant la même équation pour calculer le paramètre $BE_{s,final,y}$:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$S_{final,PJ,y}$	Volume de matière sèche dans la boue finale produite par le système de traitement du projet d'eaux usées par année "y" (Information provenant de l'étude)	972 t	3 024 t

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$MCF_{s,PJ,final}$	Facteur de correction du méthane de la décharge qui reçoit la boue finale dans le projet, estimation selon le manuel "Outil pour déterminer les émissions de méthane évitées dans le rejet de déchets sur une décharge de déchets solides" (décharge de déchets solides mal gérée)	0,4	0,4
UF_{PJ}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12	

Les émissions de méthane associées à l'élimination finale des boues traitées sont :

$$PE_{s,final,y} =$$

Medjez El-Bab : 1524 t CO₂e/an;

Beja : 4741 t CO₂e/an.

4.3.3.6 Émissions fugitives de méthane dues aux inefficacités dans les systèmes de capture

En se basant sur les émissions de méthane potentiel dues aux eaux usées et à la boue, les émissions de méthane résultant de l'activité du projet dans les systèmes de capture sont définies comme suit:

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} + PE_{fugitive,s,y}$$

Où:

$PE_{fugitive,ww,y}$ Fuite d'émissions dues à des défauts de capture dans les systèmes de traitement des eaux usées anaérobies pendant l'année "y" (tCO₂e). Considéré zéro car le Projet contient uniquement un système de traitement des boues.

$PE_{fugitive,s,y}$ Fuite d'émissions dues à des défauts de capture dans les systèmes de traitement des boues anaérobies pendant l'année "y" (tCO₂e)

$$PE_{fugitive,s,y} = (1 - CFE_s) * MEP_{s,treatment,y} * GWP_{CH4}$$

Où:

CFE_s Efficacité de capture de l'équipement de récupération de biogaz dans les systèmes de traitement des boues (Il faut utiliser une valeur par défaut de 0,9)

$PE_{fugitive,s,y}$ Potentiel d'émission de méthane dans les systèmes de traitement des boues équipés d'un système de récupération de biogaz par an "y"

$$MEP_{s,treatment,y} = \sum_l (S_{l,PJ,y} * MCF_{s,treatment,PJ,l}) * DOC_s * UF_{PJ} * DOC_F * F * 16/12$$

Où:

Variables	Description	Valeur/Prévision	
		Medjez El-Bab	Béja
$S_{l,PJ,y}$	Volume de boues traitées dans le système de traitement des boues du projet "I" équipé d'un système de récupération de biogaz (sur base sèche) par année "y" (Information provenant de l'étude)	1 543 t	4 800 t
$MCF_{s,treatment,PJ,l}$	Facteur de correction du méthane pour le traitement des boues équipé d'une installation de récupération du biogaz. Valeurs de 0,0 pour le "traitement aérobie, bien géré" et 0,3 pour "traitement aérobie, mal géré ou surchargé" - une valeur de 0,0 a été supposée, ce qui reflète un système bien géré.	0,0	0,0
UF_{PJ}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12	

Les émissions du scénario de projet à cause des émissions fugitives associées à des inefficacités dans les systèmes de capture sont nulles:

$$PE_{fugitive,y} =$$

Medjez El-Bab : 0 t CO₂e/an;

Beja : 0 t CO₂e/an.

4.3.3.7 Emissions de méthane dues à la torchée incomplète

Non applicable à ce projet.

4.3.3.8 Emissions de méthane provenant de la biomasse stockée dans des conditions anaérobies qui n'auraient pas eu lieu dans la situation de départ

Non applicable à ce projet.

4.3.3.9 Tableau récapitulatif des émissions totales

Les émissions annuelles totales de l'activité de projet des STEP de Medjez El-Bab et Béja sont la somme des différentes composantes mentionnées et calculées ci-dessus. Les émissions sont les suivantes:

Paramètres	Description	Émissions (tCO ₂ e/an)	
		Medjez El-Bab	Béja
PE _{power,y}	Émissions provenant de la consommation d'électricité par an "y"	922,1	781,3
PE _{ww,treatment,y}	Émissions de méthane provenant des systèmes de traitement d'eaux usées concernés par l'activité du projet, et non équipés avec récupération de biogaz, par an "y"	0	0
PE _{s,treatment,y}	Émissions de méthane des systèmes de traitement de boues concernés par l'activité du projet, et non équipés avec récupération de biogaz, par an "y"	0	0
PE _{ww,discharge,y}	Émissions de méthane provenant de carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées par an "y"	44,4	115,8
PE _{s,final,y}	Émissions de méthane provenant de la décomposition anaérobie des boues finales produites par an "y"	1 524,1	4 741,6
PE _{fugitive,y}	Émissions de méthane provenant des émanations de biogaz dans les systèmes de captage par an "y"	0	0
PE _{flaring,y}	Émissions de méthane provenant du brûlage incomplet par an "y"	0	0
PE _{biomass,y}	Émissions de méthane provenant de la biomasse stockée dans des conditions anaérobies	0	0
PE_y	Total des émissions provenant de l'activité du projet	2 491	5 638,7

Fuite

D'après la méthodologie AMS-III.H, puisque la technologie ou l'équipement utilisé n'est pas transféré d'une activité vers une autre, les effets des fuites ne sont pas à prendre en compte.

Les émissions du projet se réfèrent à un scénario où il est supposé la réalisation du nouveau projet. Cela signifie que dans l'année y, après la conclusion du projet, les émissions de CO₂e de la station d'épuration de Medjez El-Bab seront d'environ 2 491 tonnes et de 5 639 tonnes pour la station d'épuration de Béja.

Pour Medjez El-Bab, les émissions du projet doivent être plus grandes que celles du scénario de référence, et aucune réduction absolue ne se produirait. Toutefois, le nouveau projet va traiter un volume d'effluents qui est plus du double de l'actuel (2,3 fois). Prenant en compte ce fait, on peut considérer une émission de 1 083 tCO₂e/an et, par conséquent, une petite réduction de moins de 1 000 tonnes de CO₂e.

Dans le cas de Béja, les émissions du projet sont de 618 tonnes inférieures aux émissions du scénario de référence.

4.3.4 Évaluation de la réduction annuelle des émissions

Après une évaluation indépendante, la réduction annuelle des émissions vérifiées, en tonnes d'équivalent CO₂, peut être utilisé pour générer un nombre équivalent de crédits carbone (CER - Certified Emission Reduction). La période de comptabilisation d'une activité de projet MDP est choisi par les participants au projet, et peut être soit :

- i) Un maximum de sept ans qui peut être renouvelée deux fois au plus, à condition que, pour chaque renouvellement, une entité opérationnelle désignée détermine et informe le Conseil exécutif que la référence initiale du projet reste valable ou a été mise à jour en tenant compte des nouvelles données le cas échéant, ou
- ii) Un maximum de 10 ans sans possibilité de renouvellement.

Dans cet exercice, nous avons choisi la première alternative, et tous les calculs se réfèrent à une période de 7 années créditées. Dans une évaluation prudente, 7 ans est considéré comme le minimum de temps utilisé pour déterminer la valeur économique d'un projet MDP.

4.3.4.1 STEP de Medjez El-Bab

La réduction des émissions atteinte par l'activité du projet sera faite par la différence entre les émissions de base et la somme des émissions du projet et de la fuite :

$$ER_y = BE_y - (PE_y + Fuite)$$

Tableau 4.3-1 : Réduction des Émissions du projet (STEP de Medjez El-Bab)

Année	Émissions de base ⁽¹⁾ (tCO ₂ e/an)	Émissions du Projet (tCO ₂ e/an)	Fuite (tCO ₂ e/an)	Réduction des Émissions (tCO ₂ e/an)
2012	1 839	1 889	0	-50
2013	1 839	1 989	0	-150
2014	1 839	2 089	0	-250
2015	1 839	2 190	0	-351
2016	1 839	2 290	0	-451
2017	1 839	2 390	0	-551
2018	1 839	2 491	0	-652
Total	12 873	15 328	0	-2 455

⁽¹⁾ Valeurs moyennes pour la période 2012-2018.

Dans l'installation de Medjez El-Bab, on ne prévoit pas une réduction nette des émissions. Le fait que les émissions de méthane dans le scénario de base soient très faibles en comparaison avec celles du scénario de projet, et que la consommation électrique augmentera significativement permettra de déterminer des émissions CO₂e dans les deux cas.

4.3.4.2 STEP de Béja

Dans le cas de Béja, la consommation d'électricité prévue est similaire à celle importée du réseau national dans le scénario de base.

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous montrent une réduction 0 des émissions de CO₂e pour l'électricité entre les scénarios de base et du projet. Toutes les hypothèses et les calculs présentés pour la station de Medjez El-Bab ont été repris pour la station de Béja.

Tableau 4.3-2 : Réduction des Émissions du projet (STEP de Béja)

Année	Émissions ⁽¹⁾ de base ⁽²⁾ (tCO ₂ e/an)	Émissions ⁽¹⁾ du Projet (tCO ₂ e/an)	Fuite (tCO ₂ e/an)	Réduction des Émissions (tCO ₂ e/an)
2012	6.257	4.434	0	1.823
2013	6.257	4.635	0	1.622
2014	6.257	4.836	0	1.421
2015	6.257	5.036	0	1.221
2016	6.257	5.237	0	1.020
2017	6.257	6.257	0	819
2018	6.257	6.257	0	619
Total	43.700	35.254	0	8.545

(1) Excluant les émissions provenant de la consommation d'électricité, considérée comme nulle.

(2) Valeurs moyennes pour la période 2012-2018.

Dans l'installation de Beja, on estime une réduction des émissions très faibles variant de 600 à 1 800 t CO₂e/an. En comparaison avec le cas de Medjez El-Bab, il n'y a pas d'augmentation entre la consommation d'électricité du réseau pour les deux scénarios.

Considérant un prix du CER à 5,5 € (prix de clôture, le 20 décembre 2011), cette réduction des émissions représenterait un montant moyen d'environ 6 700 €/an.

4.3.5 Coûts estimés de l'enregistrement du projet MDP

Le tableau ci-dessous représente les coûts moyens liés à la procédure d'enregistrement d'un projet MDP de petite échelle.

Sommaire des coûts de transaction pour des projets de MDP de petite échelle (en 10³ €)

Sommaire des coûts de transaction	Moyenne	Plus bas	Plus haut
Projet de Préparation des Coûts	27	17	37
Projet d'Implémentation des Coûts	8	4	13
Coûts de Transaction Relatifs	12%	7%	17%

Sources: UNEP CD4CDM/Eco securities, Guidebook to Financing CDM Projects, May 2007;
The Clean Development Mechanism (CDM) Capacity Building Project, Transaction Costs of CDM Projects, September 2004;
Norsk Energy, CDM Project Development Manual, Macedonia, December 2008;
Danish Energy Authority, CDM Project Manual, May 2003

Pour un projet MDP de 5 000 URCEs/an, le coût d'enregistrement moyen est estimé à 33 000 € / 64 500 TND. Les coûts annuels de contrôle et de vérification sont estimés à 8 000 € / 15 630 TND.

Ces chiffres ne constituent qu'un exemple des coûts impliqués puisque ceux-ci peuvent varier de manière significative d'un projet à l'autre.

4.3.6 Cas d'un projet MDP en 2012

Le Mécanisme de Développement Propre est un instrument de respect du Protocole de Kyoto, au sein de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. L'accord de Kyoto à une période de conformité entre 2008 et 2012, et le Protocole lui-même prendra fin le 31 Décembre 2012. Parce que les Nations Unies ne se sont pas encore mis d'accord sur le suivi de l'accord de Kyoto, cette date est devenue une date cruciale. Si les pays ne s'entendent pas sur le suivi, le lien avec le marché des crédits carbone sera radicalement changé.

L'Union Européenne, cependant, à travers son Emissions Trading Scheme a unilatéralement indiqué qu'elle continuera à accepter des REC en tant qu'unités de conformité, au moins jusqu'en 2020. Comme l'UE-ETS est le plus grand marché de conformité dans le monde, le prix des crédits carbone est très dépendant de la demande provenant d'installations EQE. Par conséquent, jusqu'en 2020, les URCE provenant de projets qui sont enregistrés au 31 Décembre 2012 continuent à être valables. Un projet enregistré après cette date risque d'avoir une demande très limitée pour les CER.

Sachant qu'en 2010, un projet MDP prend en moyenne plus de 600 jours pour la validation de l'enregistrement, cela signifie effectivement que la validation d'une documentation de projet MDP donnée devrait commencer avant l'été 2011, et donc, que la préparation du Document de conception du projet (PDD) aurait dû commencer au début de 2011, afin d'être prêt pour la validation en temps voulu.

4.3.7 Conclusions

Considérant :

- La réduction très faible et incertaine des émissions estimée du projet (solution 2) ;
- Les coûts moyens de la procédure d'enregistrement d'un projet MDP ;
- Le délai moyen pour préparer et enregistrer un projet MDP ;
- Le délai du 31 décembre 2012 pour l'enregistrement d'un projet MDP qui serait éligible au SCEQE jusqu'en 2020 (supposant qu'il n'y ait pas d'accord international succédant au Protocole Kyoto) ;

Il est raisonnable de considérer que:

- La réduction des émissions impliquées dans le projet sont très faibles, principalement à cause du fait que les émissions de méthane (dans le scénario de base) sont très limitées ;
- Les coûts impliqués dans la production d'information nécessaire pour la procédure d'enregistrement, en particulier dans le Document Détaillé du Projet (a), dans l'engagement de l'Entité Opérationnelle Désignée (EOD) jusqu'à la phase de vérification (b) et dans l'enregistrement du projet au Conseil Exécutif du MDP (c) sont estimés être du même ordre de grandeur que la valeur des URCEs qui sont générés et mis sur le marché (2012-2018) ;

- Un risque important existe : temps insuffisant pour préparer une procédure d'enregistrement valable pour le MDP pour ce projet et qu'ainsi le délai de décembre 2102 ne puisse être respecté ;
- Le projet de rénovation et de mise à jour des cinq stations de traitement des eaux usées en Tunisie ne constituera peut-être pas un projet MDP intéressant du point de vue de l'analyse des coûts et des bénéfices qui en découlent.

4.3.8 Résultats pour les autres stations d'épuration (STEP de Tabarka, Jendouba et Siliana)

Les calculs pour l'estimation des émissions annuelles dans le scénario de base et dans le scénario de projet pour les 3 autres STEP: Tabarka, Jendouba et, Siliana, sont présentés ci-après.

Tous les critères, les définitions et les conclusions sont les mêmes que pour les cas des STEP de Medjez El-Bab et de Béja présentées dans les chapitres 4.3.2, 4.3.3 et 4.3.4. Seules les variables et les résultats spécifiques sont présentés.

4.3.8.1 Estimation des émissions annuelles du scénario de base

4.3.8.1.1 Émissions sur le compte de l'électricité utilisée

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$EC_{BL,k,y}$	Quantité d'électricité qui correspond à la consommation d'électricité de base par la source "k" par an "y" (Information provenant de l'étude)	399,35 MWh/an	611,05 MWh/an	399,31 MWh/an
$EF_{EL,k,y}$	Facteur d'émission pour la production d'électricité pour la source "k" par an "y". Cette valeur est mentionnée dans "action d'atténuation appropriée au niveau national", publié par le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement, 13 Octobre 2010 (tableau 2, pp 40) http://www.jiko-bmu.de/files/basisinformation/application/pdf/nama_proposals_tunisia.pdf	0,627 t CO ₂ e/MWh		

Les émissions de CO₂e associées à la consommation d'électricité sont :

$$BE_{power,y} =$$

Tabarka : 250 t CO₂e/an;

Jendouba : 383 t CO₂e/an;

Siliana : 250 t CO₂e/an.

4.3.8.1.2 Emissions de méthane provenant des systèmes de traitement de base des eaux usées

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$Q_{ww,treatment,y}$	Volume d'eaux usées traitées dans le système de traitement de base des eaux usées "i" par an "y" (Information provenant de l'étude)	1 639 215 m ³	1 869 895 m ³	847 165 m ³
$COD_{inf low,i,y}$	Besoin en oxygène chimique du flux des eaux usées pour le système de traitement de base "i" par an "y" (Information provenant de l'étude)	0,000479 t/m ³	0,00131 t/m ³	0,00141 t/m ³
$\eta_{COD,BL,i}$	Efficacité de retrait de la DCO dans le système de traitement de base "i" ⁽¹⁾ (Calculs effectués en utilisant les informations de l'étude)	0,72278	0,82885	0,83319
$MCF_{ww,treatment,BL,i}$	Facteur de correction du méthane pour les systèmes de traitement de base des eaux usées "i"	0,1 ⁽²⁾		
$B_{o,ww}$	Capacité de production du méthane des eaux usées. Valeur par défaut proposé par le Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique	0,25 kg CH ₄ /kg COD		
UF_{BL}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	0,89		
GWP_{CH4}	Potentiel de Réchauffement Global pour le méthane	21		

(1) Multiplié par 0,89 pour le facteur d'incertitude

(2) Valeurs estimées à 0,0 pour "le traitement d'aérobie bien géré" et 0,3 pour "le traitement aérobie mal géré ou surchargé"- une valeur de 0,1 a été assumée en conformité avec l'étude, ce qui reflète un système géré d'une manière satisfaisante.

Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement de base des boues sont :

$$BE_{ww,treatment,y} =$$

Tabarka : 265 t CO₂e/an;

Jendouba : 949 t CO₂e/an;

Siliana : 465 t CO₂e/an.

4.3.8.1.3 Emissions de méthane provenant de systèmes de traitement de base des boues

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$S_{j,BL,y}$	Volume de matière sèche dans les boues qui serait traité par le système "j" de traitement de boues dans le scénario de base. Dans notre cas, les systèmes de traitement de base des eaux usées sont différents du système de traitement utilisé dans le scénario de projet. Les valeurs contrôlées du volume de boues générées durant la période d'essai seront donc utilisées pour estimer le volume de boues dans le système de base. (Calculs effectués en utilisant les informations de l'étude)	1521,7 t	1489,0 t	762,6 t
DOC_s	Contenu organique dégradable des boues non traitées générées par an "y" (fraction, base sèche). (Valeur par défaut pour les boues domestiques)	0,5		
$MCF_{s,treatment,BL,j}$	Facteur de correction du méthane pour le système de traitement de base des boues "j". Valeurs de 0,0 pour le "traitement aérobique bien géré" et 0,3 pour "traitement aérobique mal géré ou surchargé" - une valeur 0,1 a été assumée, ce qui reflète un système managé d'une manière satisfaisante.	0,1	0,1	0,1
UF_{BL}	Facteur de correction du modèle qui prend en compte les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	0,89		
DOC_F	Fraction du DOC dissimulée dans le biogaz (Valeur par défaut)	0,5		
F	Fraction du CH4 dans le biogaz (Valeur par défaut)	0,5		

Les émissions de méthane provenant des systèmes de traitement de base des boues sont :

$$BE_{treatment,s,y} =$$

Tabarka : 474 t CO₂e/an;

Jendouba : 464 t CO₂e/an;

Siliana : 238 t CO₂e/an.

4.3.8.1.4 Emissions de méthane à cause des inefficacités dans les systèmes de base du traitement des eaux usées et de la présence de carbone organique dégradable dans les eaux traitées rejetées dans les rivières/lacs

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$Q_{ww,y}$	Volume des eaux usées traitées rejetées par année "y" (Information provenant de l'étude)	1 639 215 m ³	1 869 895 m ³	847 165 m ³
UF_{BL}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	0,89		
$COD_{ww,discharge,BL,y}$	Besoin en oxygène chimique des eaux usées traitées rejetées dans la mer, la rivière ou le lac dans une situation de base par an "y" (Information provenant de l'étude)	0,00009 t/m ³	0,00009 t/m ³	0,00009 t/m ³
$MCF_{ww,BL,discharge}$	Facteur de correction du méthane basé sur les conduites de rejet des eaux usées (ex. dans la mer, une rivière ou un lac) dans la situation de base (fraction). Valeur par défaut proposé par le Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique	0,1		

Les émissions de méthane causées par la dégradation du carbone organique dans les rivières/lacs après le rejet des eaux usées sont :

$$BE_{ww,discharge,y} =$$

Tabarka : 68,9 t CO₂e/an;
Jendouba : 78,6 t CO₂e/an;
Siliana : 35,6 t CO₂e/an.

4.3.8.1.5 Emissions de méthane provenant de la décomposition des boues finales générées par les systèmes de traitement de base

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$S_{final,BL,y}$	Volume de matière sèche dans les boues finales produit par le système de traitement de base des eaux usées par an "y" (Information provenant de l'étude)	1 521,7 t	1 489,0 t	762,6 t

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$MCF_{s,BL,final}$	Facteur de correction du méthane de la décharge qui reçoit les boues finales dans la situation de base, estimé en fonction des procédures décrites dans le manuel "Outil pour déterminer les émissions de méthane évitées pour les résidus solides dans une décharge de résidus solides" (décharge pour déchets solides mal gérée) (Information provenant de l'étude)	0,4	0,4	0,4
UF_{BL}	Facteur de correction de modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	0,89		

Les émissions de méthane provenant de la décomposition des boues générées par les systèmes de traitement de base sont :

$$BE_{ww,discharge,y} =$$

Tabarka : 1896 t CO₂e/an;

Jendouba : 1855 t CO₂e/an;

Siliana : 950 t CO₂e/an.

4.3.8.1.6 Emissions totales annuelles pour le scénario de base

Les émissions totales annuelles de base pour les STEP de Tabarka, Jendouba et Siliana sont la somme des différentes composantes mentionnées et calculées ci-dessus:

Paramètres	Description	Emissions (tCO ₂ e/an)		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$BE_{power,y}$	Émission de base pour la consommation électrique annuelle "y"	250	383	250
$BE_{ww,treatment,y}$	Émissions de base provenant des systèmes de traitement d'eaux usées dues à l'activité du projet durant l'année "y"	265	949	465
$BE_{s,treatment,y}$	Émissions de base des systèmes provenant des systèmes de traitement de boues dues à l'activité annuelle du projet durant l'année "y"	474	464	238
$BE_{ww,discharge,y}$	Émissions de méthane de base provenant du carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées rejetées dans la mer, rivière ou lac durant l'année "y"	69	79	36
$BE_{s,final,y}$	Émissions de base provenant de la décomposition anaérobie des boues finales produites durant l'année "y"	1 896	1 855	950
BE_y	Total des émissions de base	2 955	3 730	1 939

4.3.8.2 Estimation des émissions annuelles pour le scénario de projet (STEP de Tabarka, Jendouba et Siliana)

4.3.8.2.1 Émissions provenant de la consommation d'électricité

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$EC_{PJ,j,y}$	Quantité d'électricité consommée par la source de la consommation d'électricité pour le projet "j" par an "y". Il s'agit de la consommation d'électricité du réseau, selon les informations de l'étude	1 566 MWh/an	2 230 MWh/an	1 099 MWh/an
$EF_{EL,j,y}$	Facteur d'émission pour la production d'électricité pour la source "j" par an "y" (Voir paragraphe 4.3.2)	0.627 t CO ₂ e/MWh		

Les émissions de CO₂e associées à la consommation d'électricité sont :

$$PE_{power,y} =$$

Tabarka : 982 t CO₂e/an;

Jendouba : 1398 t CO₂e/an;

Siliana : 689 t CO₂e/an.

4.3.8.2.2 Émissions de méthane des systèmes de traitement des eaux usées affectées par l'activité de projet, et non équipés de récupération des biogaz

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$Q_{ww,treatment,y}$	Volume des eaux usées traitées dans le système de traitement du projet des eaux usées "i" par an "y" (Information provenant de l'étude)	3 106 150 m ³	4 271 595 m ³	1 490 660 m ³
$COD_{inf low,i,y}$	Besoin en oxygène chimique du flux des eaux usées pour le système de traitement de l'activité du projet "i" par an "y" (Information provenant de l'étude)	0,000479 t/m ³	0,001310 t/m ³	0,001410 t/m ³
$\eta_{COD,PJ,i}$	Efficacité du retrait de la DCO du système de traitement de l'activité du projet "i", mesurée sur la base de l'afflux et du reflux de la DCO dans le système "i" ⁽¹⁾ (Calculs effectués en utilisant les informations de l'étude)	0,765	0,811	0,817

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$MCF_{ww,treatment,PJ,i}$	Facteur de correction du méthane pour les systèmes de traitement des eaux usées du projet "i" (Traitement anaérobie, bien géré). Une valeur 0,0 a été assumée, ce qui reflète un système bien géré à l'avenir	0	0	0
$B_{o,ww}$	Capacité de production du méthane des eaux usées (Valeur par défaut)	0,25 kg CH ₄ /kg COD		
UF_{PJ}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12		
GWP_{CH_4}	Potentiel de Réchauffement Global pour le méthane (Valeur par défaut)	21		

⁽¹⁾ Multiplié par un facteur d'incertitude de 0,89.

Les émissions provenant de cette activité sont nulles:

$$PE_{ww,treatment,y} =$$

Tabarka : **0 t CO₂e/an;**

Jendouba : **0 t CO₂e/an;**

Siliana : **0 t CO₂e/an.**

4.3.8.2.3 Émissions de méthane provenant de systèmes de traitement des boues concernés par l'activité projet et non équipés de valorisation du biogaz dans la situation du projet

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$S_{j,PJ,y}$	Quantité de matière sèche dans la boue traitée par le système de traitement de boue "j" dans le scénario du projet par an "y" (Calculs effectués en utilisant les informations de l'étude)	1 698 t	3 231 t	1 266 t
DOC_s	Contenu organique dégradable des boues non traitées produites en un an "y" (fraction, base sèche). Valeur par défaut pour les eaux usées urbaines	0,5		

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$MCF_{s,treatment,j}$	Facteur de correction du méthane pour le projet de système de traitement des boues "j". Valeurs de 0,0 pour le "traitement aérobie, bien géré" et 0.3 pour "traitement aérobie, mal gérés ou surchargés" - une valeur 0,0 a été assumée, ce qui reflète un système bien géré.	0	0	0
UF_{PJ}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12		
DOC_F	Fraction du DOC contenue dans le biogaz (Valeur par défaut)	0,5		
F	Fraction de CH4 dans le biogaz (Valeur par défaut)	0,5		

Les émissions de méthane provenant de systèmes de traitement des boues affectées par l'activité de projet sont :

$$PE_{treatment,s,y} =$$

Tabarka : **0 t CO₂e/an;**

Jendouba : **0 t CO₂e/an;**

Siliana : **0 t CO₂e/an.**

4.3.8.2.4 Émissions de méthane causées par l'inefficacité des systèmes de traitement des eaux usées de l'activité projet et par la présence de carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$Q_{ww,y}$	Volume des eaux usées rejetées par année "y" (Information provenant de l'étude)	1 604 361 m ³	1 794 471 m ³	812 344 m ³
UF_{PJ}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12		
$COD_{ww,discharge,PJ,y}$	Besoin en oxygène chimique des eaux usées rejetées dans la mer, la rivière ou le lac dans le scénario du projet durant l'année "y" (Information provenant de l'étude)	0,00009 t/m ³	0,00009 t/m ³	0,00009 t/m ³
$MCF_{ww,PJ,discharge}$	Facteur de correction du méthane basé sur les conduites de rejet d'eaux usées dans le scénario du projet (ex. dans la mer, une rivière ou un lac). Valeur par défaut proposé par le Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique	0,1		

Les émissions de méthane liées à la dégradation du carbone organique dans les systèmes d'eau naturelle après la décharge sont :

$$PE_{ww,discharge,y} =$$

Tabarka : 85 t CO₂e/an;

Jendouba : 95 t CO₂e/an;

Siliana : 43 t CO₂e/an.

4.3.8.2.5 Emissions de méthane provenant de la décomposition des boues générées par les systèmes de traitement du projet

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
S _{final,PJ,y}	Volume de matière sèche dans la boue finale produite par le système de traitement du projet d'eaux usées par année "y" (Information provenant de l'étude)	1 070 t	2 036 t	840 t
MCF _{s,PJ,final}	Facteur de correction du méthane de la décharge qui reçoit la boue finale dans le projet, estimation selon le manuel "Outil pour déterminer les émissions de méthane évitées dans le rejet de déchets sur une décharge de déchets solides" (décharge de déchets solides mal gérée)*	0,4	0,4	0,4
UF _{PJ}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12		

Les émissions de méthane associées à l'élimination finale des boues traitées sont :

$$PE_{s,final,y} =$$

Tabarka: 1 678 t CO₂e/an;

Jendouba: 3 192 t CO₂e/an;

Siliana: 1 317 t CO₂e/an.

4.3.8.2.6 Émissions fugitives de méthane dues aux inefficacités dans les systèmes de capture

Variables	Description	Valeur/Prévision		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
$S_{l,PJ,y}$	Volume de boues traitées dans le système de traitement des boues du projet "l" équipé d'un système de récupération de biogaz (sur base sèche) par année "y" (Information provenant de l'étude)	1 698 t	3 231 t	1 266 t
$MCF_{s,treatment,PJ,l}$	Facteur de correction du méthane pour le traitement des boues équipé d'une installation de récupération du biogaz.	0,0	0,0	0,0
UF_{PJ}	Facteur de correction du modèle à prendre en compte pour les incertitudes du modèle (Valeur par défaut)	1,12		

Les émissions du scénario de projet à cause des émissions fugitives associées à des inefficacités dans les systèmes de capture sont nulles :

$$PE_{fugitive,y} =$$

Tabarka : **0 t CO₂e/an;**

Jendouba : **0 t CO₂e/an;**

Siliana : **0 t CO₂e/an.**

4.3.8.2.7 Emissions de méthane dues à la torchée incomplète

Non applicable à ce projet.

4.3.8.2.8 Emissions de méthane provenant de la biomasse stockée dans des conditions anaérobies qui n'auraient pas eu lieu dans la situation de départ

Non applicable à ce projet.

4.3.8.2.9 Tableau récapitulatif des émissions totales

Les émissions annuelles totales de l'activité de projet des STEP de Tabarka, Jendouba et Siliana sont la somme des différentes composantes mentionnées et calculées ci-dessus. Les émissions sont les suivantes :

Paramètres	Description	Émissions (tCO ₂ e/an)		
		Tabarka	Jendouba	Siliana
PE _{power,y}	Émissions provenant de la consommation d'électricité par an "y"	982	1 398	689
PE _{ww,treatment,y}	Émissions de méthane provenant des systèmes de traitement d'eaux usées concernés par l'activité du projet, et non équipés avec récupération de biogaz, par an "y"	0	0	0
PE _{s,treatment,y}	Émissions de méthane des systèmes de traitement de boues concernés par l'activité du projet, et non équipés avec récupération de biogaz, par an "y"	0	0	0
PE _{ww,discharge,y}	Émissions de méthane provenant de carbone organique dégradable dans les eaux usées traitées par an "y"	85	95	43
PE _{s,final,y}	Émissions de méthane provenant de la décomposition anaérobie des boues finales produites par an "y"	1 678	3 192	1 317
PE _{fugitive,y}	Émissions de méthane provenant des émanations de biogaz dans les systèmes de captage par an "y"	0	0	0
PE _{flaring,y}	Émissions de méthane provenant du brûlage incomplet par an "y"	0	0	0
PE _{biomass,y}	Émissions de méthane provenant de la biomasse stockée dans des conditions anaérobies	0	0	0
PE_y	Total des émissions provenant de l'activité du projet	2 744	4 686	2 049

4.3.8.3 Évaluation de la réduction annuelle des émissions

4.3.8.3.1 STEP de Tabarka

Tableau 4.3-3 : Réduction des Émissions (STEP de Tabarka)

Année	Émissions de base (tCO ₂ e/an)	Émissions du Projet (tCO ₂ e/an)	Fuite (tCO ₂ e/an)	Réduction des Émissions (tCO ₂ e/an)
2012	2 955	2 128	0	827
2013	2 955	2 232	0	723
2014	2 955	2 334	0	621
2015	2 955	2 437	0	518
2016	2 955	2 539	0	416
2017	2 955	2 642	0	313
2018	2 955	2 744	0	211
Total	20 685	17 056	0	3 629

4.3.8.3.2 STEP de Jendouba

Tableau 4.3-4 : Réduction des Émissions (STEP de Jendouba)

Année	Émissions de base (tCO ₂ e/an)	Émissions du Projet (tCO ₂ e/an)	Fuite (tCO ₂ e/an)	Réduction des Émissions (tCO ₂ e/an)
2012	3 730	3 449	0	281
2013	3 730	3 656	0	74
2014	3 730	3 861	0	-131
2015	3 730	4 068	0	-338
2016	3 730	4 273	0	-543
2017	3 730	4 480	0	-750
2018	3 730	4 686	0	-956
Total	26 110	28 473	0	-2 363

4.3.8.3.3 STEP de Siliana

Tableau 4.3-5 : Réduction des Émissions (STEP de Siliana)

Année	Émissions de base (tCO ₂ e/an)	Émissions du Projet (tCO ₂ e/an)	Fuite (tCO ₂ e/an)	Réduction des Émissions (tCO ₂ e/an)
2012	1 939	1 721	0	218
2013	1 939	1 776	0	163
2014	1 939	1 831	0	108
2015	1 939	1 886	0	53
2016	1 939	1 939	0	0
2017	1 939	1 994	0	-55
2018	1 939	2 049	0	-110
Total	13 573	13 196	0	377

CHAPITRE V

MISE EN ŒUVRE DU PROJET

CHAPITRE V : MISE EN ŒUVRE DU PROJET

5.1 ESTIMATION DES COÛTS

5.1.1 Considérations générales

Les coûts du projet sont basés sur des prix valeur juin 2011. Les coûts de base sont estimés dans la plage de précision de l'Etude de Faisabilité (F/S) ou de l'Etude préliminaire.

Les taux de change appliqués sont :

- 1 EUR = 1,96 TND
- 1 TND = 58,9 JPY
- 1 EUR = 115,4 JPY

Les estimations de quantité pour les divers éléments ont été effectuées au cours de la phase de planification. Une étude du prix unitaire de ces divers éléments a également été entreprise. Les quantités et prix unitaires ont alors été utilisés pour déterminer les coûts de construction, d'exploitation et de maintenance.

La source des données pour les diverses catégories de coût est indiquée ci-dessous :

- Dépenses de personnel : Données Tunisiennes par l'ONAS
- Equipement mécanique et électrique : Données du Marché Européen
- Matériaux pour canalisations et autres matériaux : Données Tunisiennes par l'ONAS
- Alimentation électrique et produits chimiques : Données Tunisiennes par l'ONAS

5.1.2 Portion Eligible au prêt d'APD japonaise

5.1.2.1 Estimation des coûts pour les STEP

L'estimation du coût des stations de traitement des eaux usées (STEP) est généralement menée en utilisant successivement:

- Equipements Principaux (base F/C) : Sur la base de la liste des équipements
- Autres matériels (base F/C) : Sur la base du schéma du procédé et de l'implantation
- Travaux de génie civil (base L/C) : Base de données des prix de construction ONAS avec liste équipements, schéma de procédé et disposition
- Instrumentation (base F/C) : Sur la base de ratios pour des installations similaires en nombre Entrée / Sortie
- Travaux électriques (base F/C) : Sur la base d'un schéma unifilaire, du nombre de moteurs et de l'implantation

(F/C : Devise Etrangère, L/C : Devise Locale)

5.1.2.1.1 Eléments inclus dans le coût de base pour les STEP

Le coût de base inclut la conception, l'approvisionnement et la construction des STEP avec le chargement initial d'absorbants/produits chimiques et 2 ans de pièces de rechange.

Le coût de base couvre les tâches suivantes :

- Equipements, matériaux et travaux de construction
- Système de contrôle et d'instrumentation
- Installation électrique incluant la principale sous-station
- Travaux de génie civil et fondations
- Bâtiments
- Expédition d'équipement et transport de matériaux

5.1.2.1.2 Coût de base des STEP pour chaque solution

Le Tableau 5.1-1 présente le coût de base des STEP pour chaque solution (valeur 2011) :

Tableau 5.1-1: Coût de base (STEP)

Béja		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		2 326 879	3 422 392	2 307 241
Equipement et Électrique (TND)		5 883 472	9 811 845	5 540 939
Total	(TND)	8 231 851	13 234 237	7 848 180
	(million JPY)	485	779	462
Jendouba		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		1 918 721	2 973 907	2 943 992
Equipement et Électrique (TND)		4 685 661	8 055 684	5 795 291
Total	(TND)	6 604 382	11 029 592	8 739 283
	(million JPY)	389	650	514
Medjez el Bab		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		1 031 921	1 634 061	1 613 223
Equipement et Électrique (TND)		3 089 487	5 457 232	4 010 507
Total	(TND)	4 121 408	7 091 293	5 623 729
	(million JPY)	243	418	331
Tabarka		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		1 708 172	2 185 946	2 171 621
Equipement et Électrique (TND)		3 199 741	5 685 285	4 158 181
Total	(TND)	4 907 913	7 871 231	6 329 802
	(million JPY)	289	464	373
Siliana		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Travaux de génie civil (TND)		1 058 431	1 773 057	1 760 280
Equipement et Électrique (TND)		2 105 601	4 444 947	3 086 948
Total	(TND)	3 164 032	6 218 004	4 847 228
	(million JPY)	186	366	286

5.1.2.1.3 Coût de base pour chaque STEP (Solutions sélectionnées)

En conclusion de l'étude, l'ONAS et la Mission d'Etudes se sont accordés sur la solution à retenir pour chaque STEP. Le Tableau 5.1-2 présente le coût de base pour chaque STEP (valeurs 2011).

Tableau 5.1-2: Coût de base pour les STEP (solutions sélectionnées)

Béja (Solution 3)		
Travaux de génie civil (TND)		2 307 241
Equipement et Électrique (TND)		5 540 939
Total	(TND)	7 848 180
	(Million JPY)	462
Jendouba (Solution 1)		
Travaux de génie civil (TND)		1 918 721
Equipement et Électrique (TND)		4 685 661
Total	(TND)	6 604 382
	(Million JPY)	389
Medjez el Bab (Solution 1)		
Travaux de génie civil (TND)		1 031 921
Equipement et Électrique (TND)		3 089 487
Total	(TND)	4 121 408
	(Million JPY)	243
Tabarka (Solution 1)		
Travaux de génie civil (TND)		1 708 172
Equipement et Électrique (TND)		3 199 741
Total	(TND)	4 907 913
	(Million JPY)	289
Siliana (Solution 1)		
Travaux de génie civil (TND)		1 058 431
Equipement et Électrique (TND)		2 105 601
Total	(TND)	3 164 032
	(Million JPY)	186

5.1.2.2 Estimation des coûts pour les Réseaux d'Assainissement et les Stations de Pompage

Pour l'étude, l'estimation du coût des réseaux et des stations de pompage est généralement menée en utilisant :

- Conduite (base L/C) : Dimension, longueur, matériaux et conditions géologiques.
- Equipement (base F/C) : Dimension pompe, hauteur d'élévation de la pompe et base kW
- Génie Civil (base L/C) : Capacité, nombre de pompes, capacité de l'accès électrique
- Type d'intervention : Réhabilitation ou Extension

5.1.2.2.1 Eléments inclus dans le coût de base pour les Réseaux d'Assainissement

Le coût de base inclut la conception, l'approvisionnement et la construction des réseaux d'assainissement avec 2 ans de pièces de rechange.

Le coût de base couvre les éléments suivants :

- Canalisations des réseaux d'assainissement primaires et secondaires
- Travaux de génie civil et fondations
- Travaux temporaires
- Transport des matériaux
- Isolation et peinture

5.1.2.2.2 Eléments inclus dans le coût de base pour les Stations de Pompage

Le coût de base inclut la conception, l'approvisionnement et la construction de la station de pompage avec 2 ans de pièces de rechange.

Le coût de base couvre les éléments suivants :

- Equipement
- Système de contrôle et d'instrumentation
- Installations électriques incluant la principale sous-station
- Travaux de génie civil et fondations
- Bâtiment, barrière, porte et éclairage de la station de pompage
- Travaux temporaires (Construction et exploitation)
- Transport

5.1.2.3 Sélection des interventions (Réseaux et Stations de Pompage) pour le Projet

5.1.2.3.1 Considérations générales pour l'établissement de la liste restreinte

Avant l'établissement de la liste restreinte des interventions, il convient de considérer les conditions suivantes :

- Les critères et types d'intervention (A, B et C) établis au Chapitre II doivent être essentiellement appliqués pour identifier la priorité de chaque intervention ;
- Trois (3) ensembles (cas) d'interventions sont simulés en considérant le Type d'opération et le montant annuel de l'APD japonaise financé dans le passé pour la Tunisie ;
- Toutes les interventions sont groupées commune par commune et la liste restreinte est établie sur la base des communes, puisque les interventions dans la même commune sont associées les unes aux autres et fonctionnent comme un système unique ;
- Outre les points ci-dessus, les interventions classées en Type C et dont le coût dépasse 1 000 TND/habitant sont reclassées individuellement en considérant le rendement économique ;
- Enfin, les interventions dans les cinq (5) communes du gouvernorat de Sfax reliées à la STEP de Sfax Sud (Sfax Ville, Sfax Sud, Gremda, El Ain et Tyna) sont exclues de la liste restreinte par la JICA. Considérant la situation actuelle où la STEP de Sfax Sud réhabilitée en 2006 sur financement de la JICA a eu les problèmes opérationnels peu de temps après la réhabilitation, la JICA a considéré que la solution pour la STEP devait être étudiée avant la décision de financement des interventions reliées à cette STEP.

5.1.2.3.2 Simulations des 3 cas

La liste restreinte est établie en simulant les 3 cas suivants :

a) Cas 1

Sélection des communes dont les réseaux sont raccordés aux 5 STEP du projet (Beja, Medjez el Bab, Jendouba, Tabarka et Siliana) et les communes qui comportent des interventions de Type A qui ont de graves problèmes environnementaux à améliorer. Les communes sélectionnées comprennent aussi quelques interventions de Type B (réhabilitation) et de Type C (extensions).

b) Cas 2

Sélection des communes qui comportent des interventions de Type B (réhabilitation). Chaque commune sera classée selon le rendement économique et les interventions seront priorisées selon les coûts par tête. Les communes sélectionnées comportent également quelques interventions de Type C (extensions).

c) Cas 3

Sélection des communes qui comportent uniquement des interventions de Type C (extensions).

Tableau 5.1-3: Nombre de communes sélectionnées par gouvernorat dans chaque cas

Gouvernorat	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Béja	4	6	6
Bizerte	1	2	2
Jendouba	3	4	5
Kasserine	0	2	2
Kébili	2	3	7
Kef	1	2	2
Sfax	0	4	7
Sidi Bouzid	1	1	1
Siliana	2	3	3
Zaghouan	2	3	3
TOTAL	14	28	35

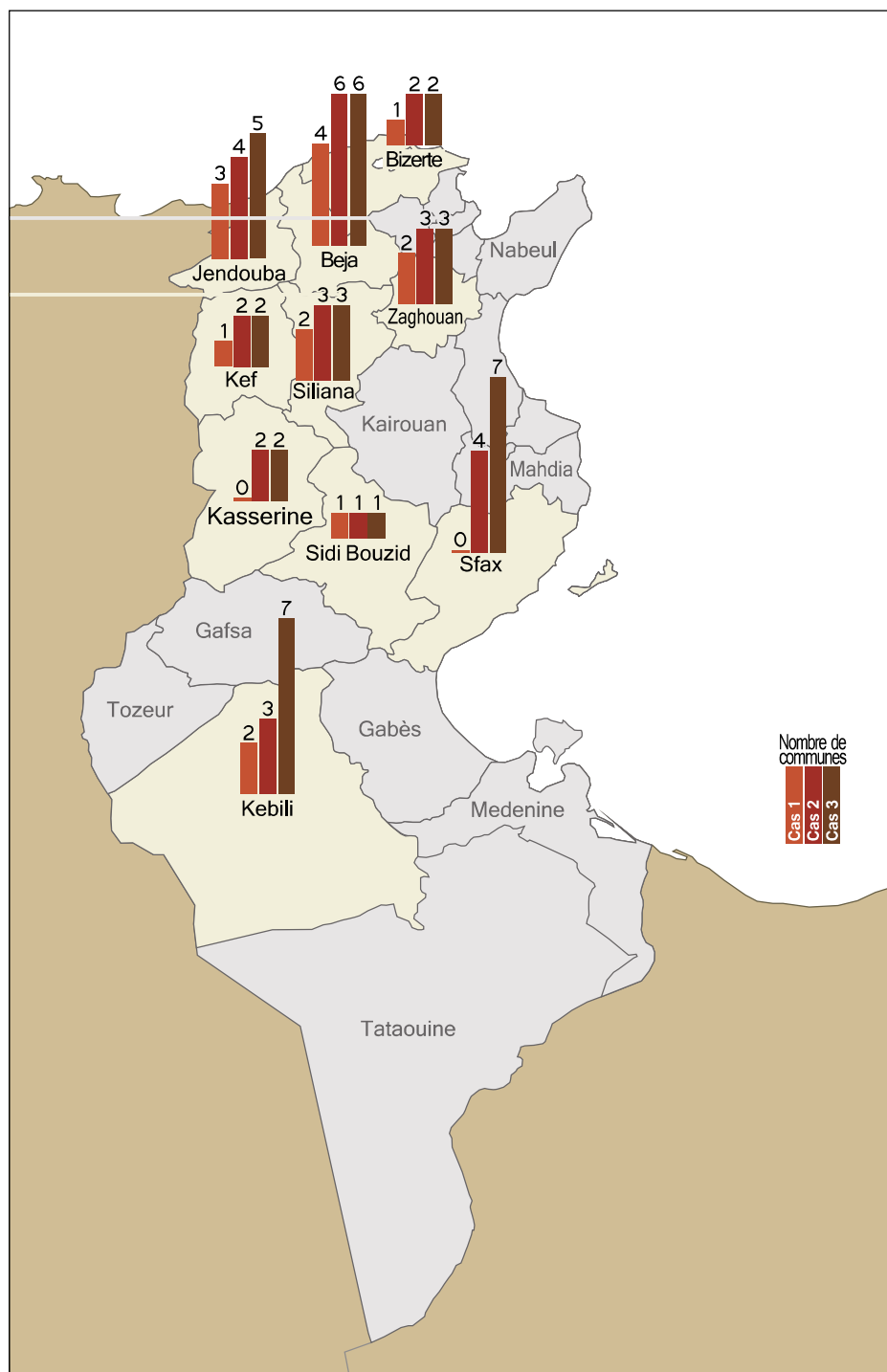


Figure 5.1-1: Nombre de communes sélectionnées par gouvernorat dans chaque cas

Tableau 5.1-4: Liste de sous-projets pour chaque cas

Cas	Type	Gouvernorat	Commune	Code de commune	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Coût du génie civil (TND)	Coût des équipements (TND)	Coût total (TND)	Population desservie totale (hab)	Coût moyen par habitant (TND)	Longueur totale des interventions sur le réseau (m)	Nombre de Stations de Pompage (Rh)	Nombre de Stations de Pompage (Ex)	Nombre total de Stations de Pompage (Rh+Ex)	Acquisitions de terrain nécessaires (m2)	Remarks	
					Coût d'investissement (Type A) (TND)	Coût d'investissement (Type B) (TND)	Coût d'investissement (Type C) (TND)	Population desservie (Type A) (hab)	Population desservie (Type B) (hab)	Population desservie (Type C) (hab)	Coût par habitant (Type A) (TND/hab)	Coût par habitant (Type B) (TND/hab)	Coût par habitant (Type C) (TND/hab)												
1	STEP	Beja	Medjez el Bab	Med	0	873 148	0	0	7 450	0	0	117	0	844 398	28 750	873 148	7 450	117	3 713	1	0	1	0		
		Jendouba	Tabarka	Tab	0	1 434 428	654 896	0	6 110	821	0	235	798	2 060 575	28 750	2 089 325	6 931	301	12 718	1	0	1	0	0	sans Cili Malloula, JEN-Tab-RS-Ex-2, JEN-Tab-SP-EX-1, JEN-Tab-SP-EX-2
		Beja	Beja	Bej	170 304	3 957 440	0	560	12 319	0	304	321	0	4 127 743	0	4 127 743	12 879	321	17 008	0	0	0	0	0	
		Jendouba	Jendouba	Jen	0	7 274 190	594 941	0	28 923	1 077	0	252	552	7 310 011	559 119	7 869 131	30 000	262	26 539	4	1	5	100	0	comportant conduite de transfert
		Siliana	Siliana	Sil	0	1 139 213	0	0	2 773	0	0	411	0	1 139 213	0	1 139 213	2 773	411	5 159	0	0	0	0	0	
	A+B+C	Sidi Bouzid	Sidi Bouzid	Sid	1 448 692	2 336 173	870 115	8 460	24 310	2 030	171	96	429	4 597 480	57 500	4 654 980	34 800	134	26 243	0	1	1	100	0	
		Siliana	Krib	Kri	2 484 544	0	0	8 000	0	0	311	0	0	2 484 544	0	2 484 544	8 000	311	12 171	0	0	0	0	0	
		Kebili	Kebili	Keb	443 092	1 681 944	476 928	4 000	4 000	1 000	111	420	477	2 345 156	256 807	2 601 964	9 000	289	10 375	2	1	3	100	0	
		Bizerte	Raf Raf	Raf	1 774 199	0	0	5 000	0	0	355	0	0	1 548 754	225 445	1 774 199	5 000	355	6 750	2	2	2	800	0	
		Kef	Tajerouine	Taj	216 775	2 059 604	159 965	225	5 600	400	963	368	400	2 378 844	57 500	2 436 344	6 225	391	10 990	1	1	2	100	0	special pour les themes
		Zaghouan	Hamмам Zriba	Ham	925 631	5 900 018	0	1	10 700	0	925 631	551	0	6 377 711	447 938	6 825 649	10 701	638	24 500	0	1	1	100	0	
		Beja	Nefza	Nef	225 130	28 118	84 157	260	125	215	866	225	391	291 404	46 000	337 404	600	562	1 572	0	1	1	100	0	sans Cili Eriadh, Cili Saada, Cili Ezzenhour, BEJ-Nef-RS-Ex-2, BEJ-Nef-RS-Ex-3, BEJ-Nef-RS-Ex-5, BEJ-Nef-RS-Ex-6, BEJ-Nef-RS-Ex-8, BEJ-Nef-RS-Ex-9, BEJ-Nef-SP-Ex-2
		Zaghouan	Zaghouan	Zag	117 760	5 367 678	0	50	12 225	0	2 355	439	0	5 393 280	92 158	5 485 438	12 275	447	23 745	0	2	2	500	0	sans Cili Hanaya, ZAG-Zag-RS-EX-2, ZAG-Zag-SP-EX-3
		Jendouba	Ghardimaou	Gha	246 977	965 200	517 041	548	1 466	458	451	658	1 129	1 671 718	57 500	1 729 218	2 472	700	8 695	0	1	1	100	0	
		Beja	Testour	Tes	227 861	640 734	395 871	240	1 072	462	949	598	857	1 218 466	46 000	1 264 466	1 774	713	5 320	0	1	1	100	0	
		Kebili	Jemna	Jem	3 345 872	0	0	4 000	0	0	836	0	0	3 291 946	53 926	3 345 872	4 000	836	22 850	0	1	1	400	0	
		Kef	Kef	Kef	0	2 210 947	579 025	0	44 191	1 000	0	50	579	2 582 889	207 082	2 789 972	45 191	62	10 600	2	1	3	100	0	
		Kebili	Douz	Dou	0	793 908	1 082 685	0	25 000	2 000	0	32	541	1 819 093	57 500	1 876 593	27 000	70	8 274	0	1	1	100	0	
	Bizerte	Alia	Ali	0	450 743	0	0	3 500	0	0	129	0	450 743	0	450 743	3 500	129	1 950	0	0	0	0	0		
	Kasserine	Kasserine	Kas	0	7 088 039	1 756 298	0	59 760	4 900	0	119	358	8 844 337	0	8 844 337	64 660	137	39 176	0	0	0	0	0	0	comportant conduite de transfert
	Sfax	Mahres	Mah	0	2 086 774	1 824 245	0	18 325	2 750	0	114	663	3 819 019	92 000	3 911 019	21 075	186	21 541	1	1	2	100	0		
	Zaghouan	El Fahs	Fah	0	4 842 535	0	0	17 700	0	0	274	0	4 842 535	0	4 842 535	17 700	274	18 450	0	0	0	0	0		
	Sfax	Sakiet Ezzit	Sae	0	874 506	3 338 965	0	7 795	6 024	0	112	554	4 213 471	0	4 213 471	13 819	305	27 575	0	0	0	0	0		
	Sfax	Chihia	Chi	0	988 625	2 577 811	0	6 529	3 963	0	151	651	3 566 436	0	3 566 436	10 491	340	23 153	0	0	0	0	0		
	Beja	Maougoula	Maa	0	125 051	0	0	300	0	0	417	0	67 551	57 500	125 051	300	417	30	0	1	1	100	0		
	Kasserine	Sbeitla	Sbe	0	1 012 299	315 215	0	2 950	1 025	0	343	308	1 327 514	0	1 327 514	3 975	334	6 725	0	0	0	0	0		
	Siliana	Bouarada	Bou	0	1 068 523	0	0	2 569	0	0	416	0	1 022 523	46 000	1 068 523	2 569	416	5 860	0	1	1	100	0		
	Sfax	Sakiet Eddaier	Sak	0	2 664 276	17 152 112	0	13 340	29 565	0	200	580	19 816 388	0	19 816 388	42 905	462	129 367	0	0	0	0	0		
Beja	Teboursouk	Teb	0	3 968 560	261 476	0	5 688	300	0	698	872	4 184 036	46 000	4 230 036	5 988	706	16 037	0	1	1	100	0			
Jendouba	Femana	Fer	0	687 651	527 204	0	1 142	425	0	602	1 240	1 157 354	57 500	1 214 854	1 567	775	6 295	0	1	1	100	0			
Kebili	El Goula	Gol	0	0	387 109	0	0	750	0	0	516	387 109	0	387 109	750	516	3 065	0	0	0	0	0			
Sfax	Agareb	Aga	0	0	1 381 400	0	0	3 000	0	460	0	1 323 900	57 500	1 381 400	3 000	460	8 095	0	1	1	100	0			
Kebili	Kebili Nord	Ken	0	0	6 814 930	0	0	14 080	0	484	0	6 564 239	250 691	6 814 930	14 080	484	39 368	0	4	4	700	0			
Kebili	Kebili Sud	Kes	0	0	3 633 540	0	0	7 500	0	484	0	3 501 948	131 592	3 633 540	7 500	484	22 945	0	2	2	200	0			
Jendouba	Bousselem	Bss	0	0	629 375	0	0	724	0	869	0	571 875	57 500	629 375	724	869	4 033	0	1	1	100	0			
Sfax	Jebeniana	Jeb	0	0	1 785 950	0	0	2 350	0	760	0	1 785 950	0	1 785 950	2 350	760	10 000	0	0	0	0	0			
Kebili	Douz Sud	Dos	0	0	2 230 196	0	0	3 000	0	743	0	2 172 696	57 500	2 230 196	3 000	743	17 319	0	1	1	100	0			
Sfax	Hencha	Hen	0	0	1 938 900	0	0	2 850	0	680	0	1 938 900	0	1 938 900	2 850	680	12 000	0	0	0	0	0			
Beja	Nefza	Nef	0	0	223 112	0	0	90	0	2 479	0	177 112	46 000	223 112	90	2 479	1 211	0	1	1	100	0	Cili Eriadh, Cili Saada, Cili Ezzenhour, BEJ-Nef-RS-Ex-2, BEJ-Nef-RS-Ex-3, BEJ-Nef-RS-Ex-9, BEJ-Nef-SP-Ex-2		
Zaghouan	Zaghouan	Zag	0	0	375 820	0	0	200	0	1 879	0	318 320	57 500	375 820	200	1 879	1 630	0	1	1	100	0	Cili Hanaya, ZAG-Zag-RS-EX-2, ZAG-Zag-SP-EX-3		
Jendouba	Tabarka	Tab	0	0	1 567 266	0	0	314	0	4 991	0	1 452 266	115 000	1 567 266	314	4 991	9 413	0	2	2	200	0	Cili Malloula, JEN-Tab-RS-Ex-2, JEN-Tab-SP-EX-1, JEN-Tab-SP-EX-2		
Communes connectées à la STEP Sfax Sud	B+C	Sfax	Sfax Ville	Sfv	0	21 220 910	3 624 869	0	217 990	6 700	0	97	541	24 487 251	358 528	24 845 779	224 690	111	102 332	2	1	3	100	0	comportant conduite de transfert
		Sfax	Sfax Sud	Sfs	0	4 061 923	4 992 539	0	10 915	4 655	0	372	1 073	8 996 962	57 500	9 054 462	15 570	582	50 551	0	1	1	100	0	
	C	Sfax	Gremda	Gre	0	0	12 570 236	0	0	20 705	0	0	607	12 570 236	0	12 570 236	20 705	607	86 272	0	0	0	0	0	
		Sfax	El Ain	Ain	0	0	6 538 526	0	0	10 680	0	0	612	6 538 526	0	6 538 526	10 680	612	44 890	0	0	0	0	0	
Sfax	Tyna	Tyn	0	0	3 138 770	0	0	4 220	0	0	744	3 081 270	57 500	3 138 770	4 220	744	19 427	0	1	1	100	0			
Communes exclues de la présélection (financement par un autre bailleur de fond)	A+B+C	Bizerte	Tinja	Tin	458 274	1 287 031	733 795	2 000	9 900	2 100	229	130	349	2 161 197	317 903	2 479 100	14 000	177	10 740	1	2	3	800	0	
		Bizerte	Zarzouna	Zar	0	3 006 958	0	0	21 300	0	0	141	0	2 114 097	892 861	3 006 958	21 300	141	7 890	3	0	3	0	0	comportant conduite de transfert
		Bizerte	Mateur	Mat	0	924 389	0	0	15 000	0	0	62	0	661 989	262 400	924 389	15 000	62	2 800	2	0	2	0	0	
		Bizerte	Menzel Jamil	Jam	0	2 288 172	0	0	30 000	0	0	76	0	1 888 886	399 286	2 288 172	30 000	76	6 830						

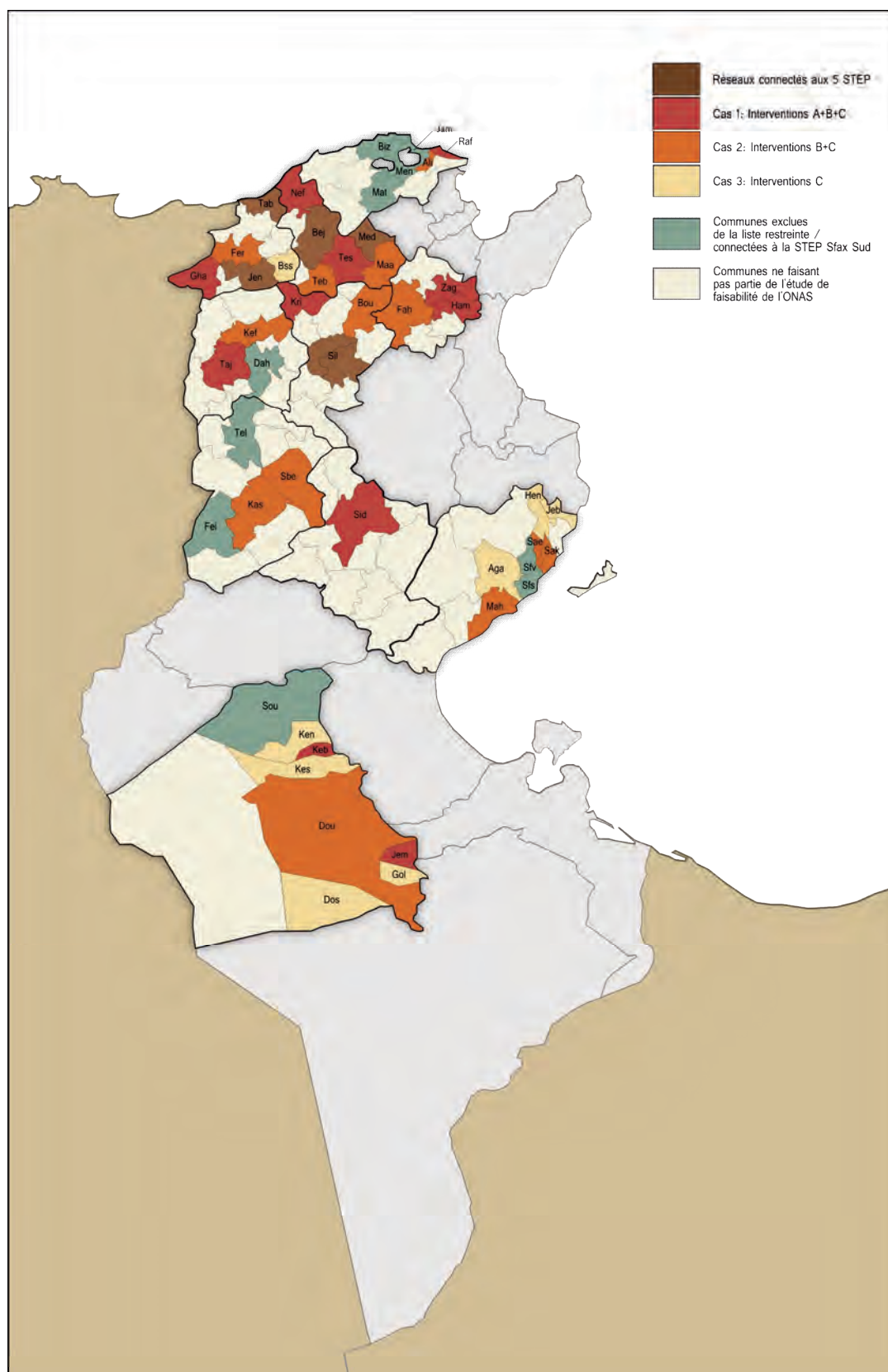


Figure 5.1-2: Répartition géographique des communes de la liste restreinte

5.1.2.3.3 Résumé du projet pour les réseaux et stations de pompage dans chaque cas

Le tableau suivant présente un résumé du projet, comprenant toutes les interventions sur les réseaux avec leurs longueurs, et les stations de pompage et leur nombre.

Tableau 5.1-5: Résumé du projet dans chaque Cas

Cas	Longueur totale du réseau (m)	Nombre de stations de pompage	Coût total du génie civil (TND)	Coût total des équipements (TND)	Coût total (TND)	Coût total (M JPY)
Cas 1	218 349	22	47 081 244	1 957 394	49 038 638	2 888
Cas 2	533 377	32	104 795 134	2 520 976	107 316 110	6 321
Cas 3	662 456	45	124 989 448	3 294 260	128 283 708	7 556

5.1.2.4 Estimation des coûts pour les services de consultants

5.1.2.4.1 Conditions générales des services de consultants

Certains services de consultants au cours de la période d'exécution seront requis pour l'exécution des STEP et des réseaux.

Pour les STEP, si on considère les installations de pointe qui seront installées dans chaque STEP, des consultants internationaux et des consultants locaux expérimentés seront requis, et l'appel d'offres devra être un processus de sélection pour liste restreinte, de manière à assurer les performances requises.

5.1.2.4.2 Termes généraux de Référence pour les Services de consultants

Les termes généraux de référence pour les services de consultants correspondant à chaque élément sont résumés ci-après :

- STEP
 - Préparer l'Avant-Projet Détaillé (APD), les documents d'appel d'offre pour l'offre des entrepreneurs et l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) pour 5 STEP ;
 - Superviser le plan d'exécution préparé par l'entrepreneur et les travaux de construction et vérifier les performances des STEP ;
 - Fournir un contrôle de la qualité après l'achèvement de la construction ;
 - Aider au démarrage de chaque STEP.
- Réseaux et Stations de pompage
 - Préparer l'Avant-Projet Détaillé (APD), les documents d'appel d'offre pour la consultation des entrepreneurs.

5.1.2.5 Hommes-Mois requis pour les services de consultants

Le nombre d'Hommes-Mois requis pour les services des Consultants pour la Conception Détaillée et pour la préparation du Dossier d'Appel d'Offre de l'EIE sont calculés en considérant un nombre fixe de 110 H/M pour les études concernant les STEP et de 21 H/M pour les réseaux.

5.1.2.5.1 STEP

La répartition des Hommes-Mois pour les experts des STEP est la suivante :

Tableau 5.1-6: Services de consultants pour la préparation de l'APD pour les STEP

Conception Détaillée (APD) : Experts internationaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Chef de projet (ingénieur STEP)	Planification de la STEP, estimation, planification de la construction	3,0x5 STEP = 15
Ingénieur process	Examen et conception du processus de traitement	3,0x5 STEP = 15
Ingénieur Génie Civil	Examen et conception des ouvrages de génie civil	3,0x5 STEP = 15
Expert Mécanicien	Examen et conception d'équipements mécaniques et électriques	3,0x5 STEP = 15

Tableau 5.1-7: Services de consultants pour la préparation de l'EIE pour les STEP

Etude d'Impact Environnemental (EIE) : Experts internationaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Spécialiste des Considérations Environnementales	Évaluation des impacts environnementaux et préparation du rapport de l'EIE	3,0x5 STEP = 15
Spécialiste des Considérations Sociales	Évaluation des impacts sociaux et préparation du rapport de l'EIE	2,0x5 STEP = 10

Tableau 5.1-8: Services de consultants pour la préparation des DAO pour les STEP

Dossiers d'Appels d'Offre (DAO) : Experts internationaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Chef de projet (ingénieur STEP)	Préparation des clauses générales et administratives de l'offre	1,0x5 STEP = 5
Ingénieur Génie Civil	Préparation des clauses techniques concernant les travaux de génie civil	2,0x5 STEP = 10
Expert Mécanicien	Préparation des clauses techniques concernant les équipements	2,0x5 STEP = 10

Tableau 5.1-9: Services de consultants internationaux pour la supervision des travaux pour les STEP

Supervision des travaux : Experts internationaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Chef de projet (ingénieur STEP)	Supervision technique des travaux de construction généraux	8,0
Electromécanicien	Supervision technique de l'installation des machines	8,0
Ingénieur électrique	Supervision technique des travaux électriques	2,0

Tableau 5.1-10: Services de consultants locaux pour la supervision des travaux pour les STEP

Supervision des travaux : Experts locaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Ingénieur Génie Civil	Supervision technique des travaux de génie civil	4,0
Considérations Sociales et Environnementales	Suivi du plan de gestion environnementale (PGE)	3,0

5.1.2.5.2 Réseaux et Stations de Pompage

Les lots doivent être repartis par gouvernorat, comme détaillé dans le Tableau 5.1-12, et un consultant doit être engagé pour chaque lot. La répartition des Hommes-Mois pour les experts des Réseaux et Stations de Pompage est la suivante :

Tableau 5.1-11: Services de consultants pour la préparation de l'APD et des DAO pour les Réseaux et Stations de Pompage

Conception Détaillée (APD) et Dossiers d'Appels d'Offre (DAO) : Experts locaux		
Titre	Responsabilités	H/M
Chef de projet (Planification Réseaux)	Planification du système d'assainissement et préparation des clauses générales et administratives de l'offre	12,0/Lot
Ingénieur Génie Civil (Réseaux)	Examen, conception et préparation des clauses techniques concernant les travaux de génie civil	6,0/Lot
Electromécanicien	Examen, conception et préparation des clauses techniques concernant les équipements des stations de pompage etc.	2,0/Lot
Estimation des coûts	Estimation des coûts de construction et préparation du bordereau des prix	1,0/Lot

A propos de l'estimation des Hommes-Mois des services de consultant pour les réseaux et stations de pompage, même si 21,0 H/M est appliqué comme chiffre de base, la longueur des interventions doit aussi être considérée comme indicateur de variation.

La répartition des Hommes-Mois pour les services de consultants dans chaque cas et par gouvernorat est présentée dans le Tableau 5.1-12.

Tableau 5.1-12: Hommes-Mois pour les services de consultants dans chaque cas

Gouvernorat	Hommes-Mois pour les services de consultants dans chaque cas			Département de l'ONAS responsable
	Cas 1	Cas 2	Cas 3	
	H/M	H/M	H/M	
BEJA	14	21	21	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Beja)
BIZERTE	3	3	3	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Bizerte)
JENDOUBA	21	21	21	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Jendouba)
KASSERINE / SIDI BOUZID	14	21	21	Direction Projet (Département Régional Centre) Service Projet (Directions Régionales Kasserine /Sidi Bouzid)
KEBILI	14	21	42	Direction Projet (Département Régional Sud) Service Projet (Direction Régionale Kébili)
KEF / SILIANA	14	21	21	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Kef/Siliana)
SFAX	0	36	36	Direction Projet (Département Régional Sud) Service Projet (Direction Régionale Sfax)
ZAGHOUAN	21	21	21	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Zaghouan)
Total	101	165	186	

5.1.2.6 Coût de base pour les services de consultants (STEP + Réseaux)

5.1.2.6.1 Coût des consultants internationaux et locaux

L'estimation des coûts des services de consultants est présentée dans les Tableaux 5.1-13, 5.1-14 et 5.1-15.

Tableau 5.1-13: Coût des Services de consultants (Cas 1)

Catégorie	Coût mensuel (M JPY)	Total (Mois)	Coût total (M JPY)
Consultants internationaux	2,591	128	331,6
Consultants locaux	1,80	108	194,4
Total		236	526,0

Tableau 5.1-14: Coût des Services de consultants (Cas 2)

Catégorie	Coût mensuel (M JPY)	Total (Mois)	Coût total (M JPY)
Consultants internationaux	2,591	128	331,6
Consultants locaux	1,80	172	309,6
Total		300	641,2

Tableau 5.1-15: Coût des Services de consultants (Cas 3)

Catégorie	Coût mensuel (M JPY)	Total (Mois)	Coût total (M JPY)
Consultants internationaux	2,591	128	331,6
Consultants locaux	1,80	193	347,4
Total		321	679,0

5.1.2.6.2 Coût des études topographiques et géotechniques

L'estimation des coûts des études topographiques et géotechnique est présentée dans les Tableaux 5.1-16, 5.1-17 et 5.1-18.

Tableau 5.1-16: Coût des études topographiques et géotechniques (Cas 1)

Catégorie	Unité	Prix unitaire (TND)	Quantité	Coût total (M JPY)
Levé topographique (STEP) ¹	Ha	650	10	0,4
Etude géotechnique (STEP) ²	Unité	10 000	5	2,9
Levé topographique (Réseaux) ³	Km	300	220	3,9
Levé topographique (Nouvelles Stations de Pompes) ¹	Unité	500	13	0,4
Etude géotechnique (Nouvelles Stations de Pompes) ²	Unité	2 000	13	1,5
Total				5,0

¹ Levés topographiques permettant de mesurer le périmètre et les niveaux du terrain

² Etudes géotechniques permettant la caractérisation et la portance des sols

³ Levés topographiques permettant de mesurer le profil en long et le profil en travers des conduites

Tableau 5.1-17: Coût des études topographiques et géotechniques (Cas 2)

Catégorie	Unité	Prix unitaire (TND)	Quantité	Coût total (M JPY)
Levé topographique (STEP)	Ha	650	10	0,4
Etude géotechnique (STEP)	Unité	10 000	5	2,9
Levé topographique (Réseaux)	Km	300	535	9,5
Levé topographique (Stations de Pompage)	Unité	500	20	0,6
Etude géotechnique (Stations de Pompage)	Unité	2 000	20	2,4
Total				12,6

Tableau 5.1-18: Coût des études topographiques et géotechniques (Cas 3)

Catégorie	Unité	Prix unitaire (TND)	Quantité	Coût total (M JPY)
Levé topographique (STEP)	Ha	650	10	0,4
Etude géotechnique (STEP)	Unité	10 000	5	2,9
Levé topographique (Réseaux)	Km	300	664	11,7
Levé topographique (Stations de Pompage)	Unité	500	33	1,0
Etude géotechnique (Stations de Pompage)	Unité	2 000	33	3,9
Total				20,0

5.1.2.7 Hausse annuelle des prix

La hausse des prix annuelle est considérée comme couvrant une augmentation des prix des matériaux de construction, des équipements et de la main-d'œuvre. Les taux de hausse annuelle des prix sont estimés à la fois pour les devises étrangères et la devise locale tel que résumé ci-dessous :

- Devise étrangère : 1,6 %
- Devise locale : 0,9 %

5.1.2.8 Fonds pour aléas

Dans les conditions actuelles pour la planification des projets, il existe de nombreux facteurs inconnus. Par exemple, le tracé des réseaux, qui occupe la plus grande partie du coût de construction, sera déterminé précisément grâce à l'étude topographique et les considérations d'ingénierie dans l'Avant-Projet Détaillé et, par conséquent, la longueur des réseaux comme le coût de construction changeront dans une certaine mesure. La population bénéficiaire potentielle déterminera les emplacements et le nombre de points de service grâce au programme de sensibilisation. Par conséquent, lors de l'estimation du coût du projet, une provision de 5% des coûts est ajoutée pour ces aléas.

5.1.3 Portion Non-éligible au prêt d'APD japonaise

5.1.3.1 Acquisition de terrain et Coût de Compensation

Le coût pour les acquisitions de terrain et les compensations ne sont pas à prendre en considération pour les STEP, mais ils doivent être considérés pour les nouvelles stations de pompage.

Les acquisitions de terrains et les coûts d'indemnisation sont estimés sur la base d'un prix de base provisoire de 1 m² = 100 dinars, comme le montre le tableau 5.1-19.

Tableau 5.1-19: Acquisition de terrain et coût de la compensation

	Surface (m ²)	Coût Total (TND)	Coût Total (Million JPY)
Cas 1	2 800	280 000	16,5
Cas 2	3 500	350 000	20,6
Cas 3	5 100	510 000	30,0

5.1.3.2 Frais d'administration de l'Agence chargée de l'exécution

Les frais d'administration pour l'Agence chargée de l'exécution (ONAS), requis pour la mise en œuvre du Projet, sont estimés à 3,0 % du coût de base.

5.1.3.3 Taxes

Pour tous les biens et coûts de main-d'œuvre du projet, sauf pour les équipements importés, la TVA (taxe sur la valeur ajoutée) de 18 % s'applique. Dans le cas d'équipements importés, la taxe d'importation de 12 % est appliquée avant la TVA à 18 %.

5.1.4 Coûts totaux d'investissement

Les coûts estimés sont présentés dans les tableaux 5.1-20, 5.1-21 et 5.1-22.

Tableau 5.1-20: Coût de Mise en œuvre (Cas 1)

	Coût		
	F/C (TND)	L/C (TND)	Total (M JPY)
A. Portion Eligible			
Coûts de construction			
Génie Civil	0,0	55 105 730,0	3 245,7
Equipements	20 578 823,0	0,0	1 212,1
Hausse de prix	2 338 327,0	3 286 422,7	331,3
Sous-total	22 917 150,0	58 392 152,7	4 789,1
Fonds pour aléas	1 145 857,5	2 919 607,6	239,5
Services de Consultants			
Coûts de personnel	5 630 696,1	3 300 509,3	526,0
Etudes topographiques et géologiques	0,0	154 400,0	9,1
Hausse des prix	310 551,1	124 255,7	25,6
Fonds pour aléas	297 062,4	178 958,3	28,0
Sous-total	6 238 309,5	3 758 123,3	588,8
Sous-total A	30 301 317,1	65 069 883,7	5 617,4
B. Portion Non-éligible			
Acquisition de terrain	0,0	280 000,0	16,5
Coûts Administratifs	909 039,5	1 952 096,5	168,5
Sous-total B	909 039,5	2 232 096,5	185,0
Total hors taxes (A+B)	31 210 356,6	67 301 980,2	5 802,4
Droits et Taxes	6 292 007,9	12 114 356,4	1 084,1
Intérêts pendant la construction	1 702 420,6	3 423 058,9	301,9
Total	39 204 785,1	82 839 395,5	7 188,4

Tableau 5.1-21: Coût de Mise en œuvre (Cas 2)

	Coût		
	F/C (TND)	L/C (TND)	Total (M JPY)
A. Portion Eligible			
Coûts de construction			
Génie Civil	0,0	112 819 620,0	6 645,0
Equipements	21 142 405,0	0,0	1 245,3
Hausse de prix	2 399 758,4	6 752 909,8	539,1
Sous-total	23 542 163,4	119 572 529,8	8 429,5
Fonds pour aléas	1 177 108,2	5 978 626,5	421,5
Services de Consultants			
Coûts de personnel	5 630 696,1	5 256 366,7	641,2
Etudes topographiques et géologiques	0,0	266 400,0	15,7
Hausse des prix	310 551,1	193 339,2	29,7
Fonds pour aléas	297 062,4	285 805,3	34,3
Sous-total	6 238 309,5	6 001 911,2	720,9
Sous-total A	30 957 581,1	131 553 067,4	9 571,9
B. Portion Non-éligible			
Acquisition de terrain	0,0	350 000,0	20,6
Coûts Administratifs	928 727,4	3 946 592,0	287,2
Sous-total B	928 727,4	4 296 592,0	307,8
Total hors taxes (A+B)	31 886 308,5	135 849 659,5	9 879,6
Droits et Taxes	6 428 279,8	24 452 938,7	1 818,9
Intérêts pendant la construction	1 734 952,0	6 828 614,1	504,4
Total	40 049 540,3	167 131 212,3	12 202,9

Tableau 5.1-22: Coût de Mise en œuvre (Cas 3)

	Coût		
	F/C (TND)	L/C (TND)	Total (M JPY)
A. Portion Eligible			
Coûts de construction			
Génie Civil	0,0	133 013 934,0	7 834,5
Equipements	21 915 689,0	0,0	1 290,8
Hausse de prix	2 484 047,7	7 965 847,0	615,5
Sous-total	24 399 736,7	140 979 781,0	9 740,9
Fonds pour aléas	1 219 986,8	7 048 989,1	487,0
Services de Consultants			
Coûts de personnel	5 630 696,1	5 898 132,4	679,0
Etudes topographiques et géologiques	0,0	337 600,0	19,9
Hausse des prix	310 551,1	218 502,9	31,2
Fonds pour aléas	297 062,4	322 711,8	36,5
Sous-total	6 238 309,5	6 776 947,1	766,6
Sous-total A	31 858 033,0	154 805 717,1	10 994,5
B. Portion Non-éligible			
Acquisition de terrain	0,0	510 000,0	30,0
Coûts Administratifs	955 741,0	4 644 171,5	329,8
Sous-total B	955 741,0	5 154 171,5	359,9
Total hors taxes (A+B)	32 813 774,0	159 959 888,6	11 354,4
Droits et Taxes	6 615 256,8	28 792 780,0	2 085,5
Intérêts pendant la construction	1 779 587,9	8 016 925,7	577,0
Total	41 208 618,7	196 769 594,3	14 016,9

5.2 ETUDE ECONOMIQUE

Les cas de projet sont sélectionnés comme suit :

Cas 1: Les 5 STEP du projet (Beja, Medjez El-Bab, Tabarka, Jendouba, Siliana) et les réseaux d'assainissement et stations de pompage associés dans les communes comprenant des interventions de Type A pour un coût de **7 188,4 millions de JPY**.

Cas 2: Cas 1 avec les réseaux d'assainissement associés dans les communes comprenant des interventions de Type B pour un coût de **12 202,9 millions de JPY**.

Cas 3: Toutes les interventions programmées sont réalisées pour un coût total (Portion Eligible (JICA) + Portion Non-éligible) de **14 016,9 millions de JPY** comme décrit au chapitre 5.1.4.

5.2.1 Prérequis

5.2.1.1 Société d'exploitation

L'ONAS assume la gestion de toutes les infrastructures prévues dans le projet.

5.2.1.2 Calendrier du projet

Le calendrier du projet est détaillé dans le chapitre 5.3.

5.2.1.3 Vie du projet

20 ans est définis comme la durée du projet pour cette étude.

5.2.1.4 Devises

Les calculs de cette étude sont basés sur le Dinar tunisien (TND) et le yen japonais (JPY). Le taux de change entre le TND et le JPY est défini au chapitre 5.1.1.

5.2.2 Coût du projet F/S

5.2.2.1 Coût initial de construction associé aux 5 STEP de l'ONAS (Gouvernement de Tunisie)

Le coût initial de construction couvert par le Gouvernement de Tunisie (ci-après « GdT » dans cette section) pour les 5 STEP est indiqué dans le Tableau 5.2-1 suivant (coût déjà payé avant la réhabilitation et l'extension prévue par notre projet).

Tableau 5.2-1: Coût de construction des 5 STEP et Réseaux associés par le GdT

unité : TND

Coûts de construction cinq (5) STEP, par l'ONAS			
STEP	Génie civil	Equipement	Total
Beja	4 521 940	3 656 019	8 177 959
Medjez El-Bab	1 912 383	2 534 688	4 447 071
Tabarka	3 540 735	2 371 037	5 911 772
Jendouba	2 616 499	2 663 889	5 280 388
Siliana	2 862 670	2 299 163	5 161 833
Total	15 454 227	13 524 796	28 979 023

unité : TND

Coût du réseau de collecte de conduite par l'ONAS	
Associé à Beja	1 405 551
Associé à Medejez	111 780
Associé à Tabarka	170 000
Associé à Jendouba	1 153 333
Associé à Siliana	1 805 241
Total	4 645 905

Source: ONAS

5.2.2.2 Coût du projet pour l'analyse économique

Les coûts du projet pour l'analyse économique sont détaillés pour chaque cas dans le Tableau 5.2-2. La hausse des prix et les intérêts pendant la construction (IDC) sont exclus du calcul du TRI.

Tableau 5.2-2: Coûts de construction des 5 STEP et des réseaux associés du projet

Cas	Fonds	STEP	Réseau	Total	STEP	Réseau	Total
		Millions de TND			Millions de JPY		
1	Prêt	34,2	54,8	89,0	2 012,9	3 229,7	5 242,6
	Titre	7,9	12,2	20,1	466,9	717,9	1 184,8
	Total	42,1	67,0	109,1	2 479,8	3 947,6	6 427,4
2	Prêt	34,2	118,2	152,4	2 012,9	6 961,8	8 974,7
	Titre	7,9	25,9	33,9	466,9	1 527,4	1 994,3
	Total	42,1	144,1	186,2	2 479,8	8 489,2	10 969,0
3	Prêt	34,2	141,0	175,1	2 012,9	8 302,6	10 315,5
	Titre	7,9	31,0	39,0	466,9	1 828,4	2 295,3
	Total	42,1	172,0	214,1	2 479,8	10 131,0	12 610,8

5.2.2.3 Coût de l'investissement dans l'Etude économique

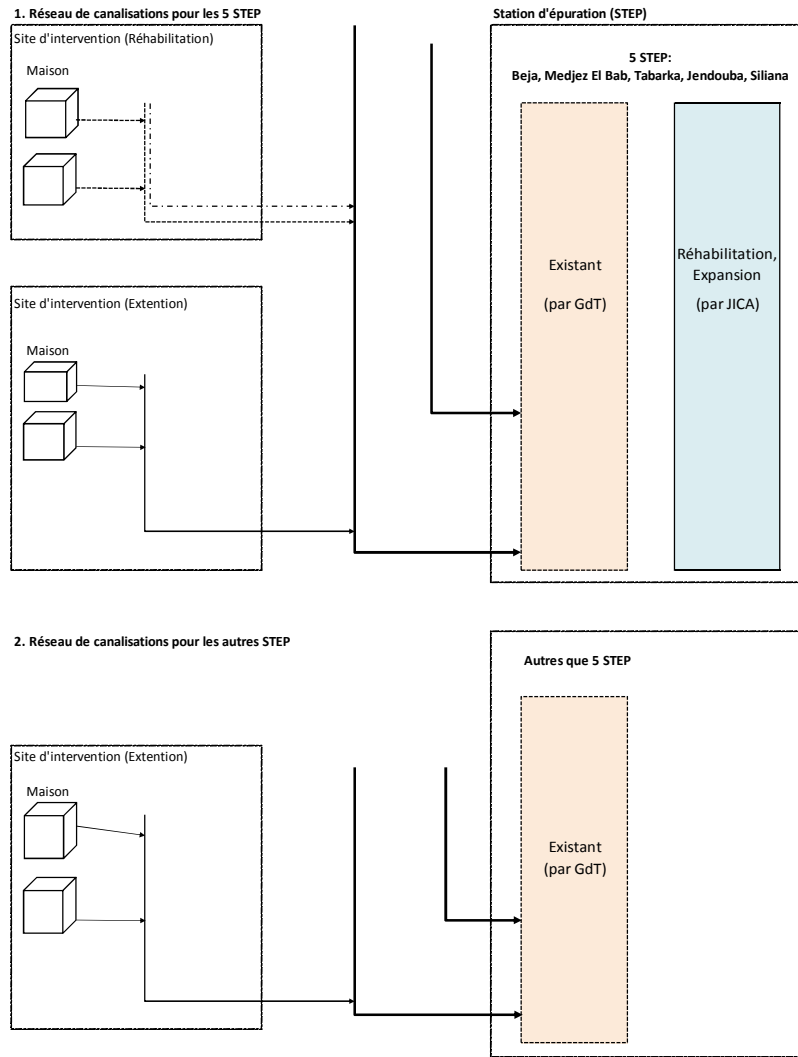
En plus du Tableau 5.2-2, le réseau de branchement particulier depuis chaque foyer vers le Réseau qui a été construit par le GdT doit être ajouté. Cependant la collecte de données détaillées concernant cette partie est difficile et elle est par conséquent ignorée de l'Etude économique.

Les coûts de construction des réseaux existants dans chaque cas sont estimés sur la base des données suivantes fournies par l'ONAS :

- Capacité totale des réseaux existants connectés aux 5 STEP existantes : 42 720 m³ par jour ;
- Coût total des réseaux existants connectés aux 5 STEP existantes : 4,645 millions de TND ;
- Coût unitaire pour le réseau existant : 108,7 TND par m³ par jour.

Par conséquent, le coût total des réseaux existants pour les trois cas atteint 5,9 millions de TND (cas 1), 9,3 millions de TND (cas 2) et 9,7 millions de dinars (cas 3), ce qui correspond à la capacité des réseaux existants estimée dans le tableau 5.2-3.

Les relations entre les infrastructures existantes et nouvelles sont présentées dans la figure 5.2-1.



Capacité de traitement

(m3/jour)
54 102

Cas 1 (millions TND)

58,9

Note: Taux de change 58,9 JPY/TND

	Réseau	5 STEP (Existant)	5 STEP (Réhab., Extension)	Total
par JICA	54,8	--	34,2	89,0
par GdT	12,2	--	7,9	20,1
par GdT (Existant)	5,9 (*)	29,0	--	34,9
Total	72,9	29,0	42,1	144,0

Portion de JICA en milliards de JPY:

5,2

Capacité de traitement

(m3/jour)
85 391

Cas 2 (millions TND)

	Réseau	5 STEP (Existant)	5 STEP (Réhab., Extension)	Total
par JICA	118,2	--	34,2	152,4
par GdT	25,9	--	7,9	33,8
par GdT (Existant)	9,3 (*)	29,0	--	38,3
Total	153,4	29,0	42,1	224,5

Portion de JICA en milliards de JPY:

9,0

Capacité de traitement

(m3/jour)
89 574

Cas 3 (millions TND)

	Réseau	5 STEP (Existant)	5 STEP (Réhab., Extension)	Total
par JICA	141,0	--	34,2	175,2
par GdT	31,0	--	7,9	38,9
par GdT (Existant)	9,7 (*)	29,0	--	38,7
Total	181,7	29,0	42,1	252,8

Portion de JICA en milliards de JPY:

10,3

(*) Le coût des réseaux par le GdT sont estimés proportionnellement à la capacité de traitement des eaux usées. données de l'ONAS: 4,65 million TND pour 42 720 m3/jour de capacité pour les 5 STEP

Figure 5.2-1 Relation STEP et Réseau (Cas 1, Cas 2 et Cas 3)

5.2.3 Plan de Production et de Ventes

5.2.3.1 Plan de Production (Traitement eaux usées) et Ventes (Collecte des redevances)

La capacité traitée des 5 STEP est prévue en hausse jusqu'à 42 720 m³/jour en 2029 par rapport à 20 570 m³/jour en 2011 par le biais du Projet (Cf. Tableau 5.2-3).

En tenant compte du débit journalier moyen de 90 l/hab/jour⁴ et de son augmentation de 1.5%⁵ par an pendant 20 ans, le débit journalier moyen de 120 l/hab/jour est appliqué.

Selon l'ONAS, le taux de collecte des frais pour le traitement des eaux usées est actuellement de 90 %, mais dans cette étude, cela peut être augmenté jusqu'à 92 % par un effort futur. Par conséquent, la capacité de base pour cette étude est définie comme suit.

Sur la base de la comparaison entre l'efficacité de l'investissement et les conditions environnementales etc., une hiérarchisation des interventions projetées a été établie. La capacité commerciale pour estimer les recettes de l'ONAS est présentée dans le Tableau 5.2-3.

Tableau 5.2-3 : Capacité des eaux usées traitées par les 5 STEP (unité : m³/jour)

Cas	1		2		3	
	Eau usée traitée (m ³ /jour)	Population (personnes)	Eau usée traitée (m ³ /jour)	Population (personnes)	Eau usée traitée (m ³ /jour)	Population (personnes)
5 STEP	42 720	231 228	42 720	231 228	42 720	231 228
Réseaux additionnels	11 382	94 846	42 671	355 586	46 854	390 444
Total	54 102	326 074	85 391	586 814	89 574	621 672
Taux de recouvrement (%)	92 %		92 %		92 %	
Capacité de vente (m ³ /jour)	49 774		78 560		82 408	
(m ³ /an)	18 167 452		28 674 298		30 078 949	

⁴ Source: Rapport Annuel de la SONEDE, 2009

⁵ Voir chapitre 3.2.2.1

Tableau 5.2-3 : Capacité des eaux usées traitées par les 5 STEP (unité : m³/jour) (suite)

Cas 3		Detail de la capacité de traitement pour chaque STEP et commune			
Cas 2	Cas 1	1. STEP			
				Population Totale (personnes)	Eaux usées traitées (m ³ /jour)
		Gouvernorat	Commune		
		Beja	Beja	78 419	12 994
		Beja	Medjez el Bab	24 644	5 429
		Jendouba	Tabarka	31 322	8 510
		Jendouba	Jendouba	64 988	11 703
		Siliana	Siliana	31 855	4 084
		Total 5 STEP		231 228	42 720
				2. Réseaux	
		Capacité de traitement estimée à	120 litre./jour/habitant		
Réseaux additionnels (1)					
	Sidi Bouzid	Sidi Bouzid	34 800	4 176	
	Siliana	Krib	8 000	960	
	Kebili	Kebili	9 000	1 080	
	Bizerte	Raf Raf	5 000	600	
	Kef	Tajerouine	6 225	747	
	Zaghouan	Hammam Zriba	10 700	1 284	
	Beja	Nefza	600	72	
	Zaghouan	Zaghouan	12 275	1 473	
	Jendouba	Ghardimaou	2 472	297	
	Beja	Testour	1 774	213	
	Kebili	Jemna	4 000	480	
	Réseaux additionnels (1) Sous-total		94 846	11 382	
	Cas 1		326 074	54 102	
	Réseaux additionnels (1)				
		Kef	Kef	45 191	5 424
		Kebili	Douz	27 000	3 240
Bizerte		Alia	3 500	420	
Kasserine		Kasserine	64 660	7 759	
Sfax		Mahres	21 075	2 529	
Zaghouan		El Fahs	17 700	2 124	
Sfax		Sakiet Ezzit	13 819	1 658	
Sfax		Chihia	10 491	1 259	
Beja		Maagoula	300	36	
Kasserine		Sbeitla	3 975	477	
Siliana		Bouarada	2 569	308	
Sfax		Sakiet Eddaier	42 905	5 149	
Beja		Teboursouk	5 988	719	
Jendouba		Fernana	1 567	188	
Réseaux additionnels (2) Sous-total		260 740	31 290		
Cas 2		586 814	85 391		
Réseaux additionnels (1)					
		Kebili	El Golaa	750	90
	Sfax	Agareb	3 000	360	
	Kebili	Kebili Nord	14 080	1 690	
	Kebili	Kebili Sud	7 500	900	
	Jendouba	Bousselem	724	87	
	Sfax	Jebeniana	2 350	282	
	Kebili	Douz Sud	3 000	360	
	Sfax	Hench	2 850	342	
	Beja	Nefza	90	11	
	Zaghouan	Zaghouan	200	24	
	Jendouba	Tabarka	314	38	
	Réseaux additionnels (3) Sous-total		34 858	4 183	
	Cas 3		621 672	89 574	

5.2.3.2 Prix des eaux traitées

Selon le rapport annuel 2009 de l'ONAS, les recettes provenant du traitement des eaux usées sont de 111 millions de TND et la capacité des eaux traitées est de 218 millions m³/an (Cf. Tableau 5.2-4). Avec ces données, les revenus moyens globaux pour le traitement des eaux usées sont de 0,51 TND/m³ (=111 millions TND / 218 millions m³/an).

Tableau 5.2-4 : Revenu de l'ONAS pour le traitement des eaux usées

Elément	Année 2009
Revenu (millions de TND)	204
Traitement eaux usées (millions de TND)	111
Capacité traitement eaux usées (millions m ³ /an)	218

Source: Rapport annuel de l'ONAS 2009

Dans cette étude, en considérant une révision future de la structure des tarifs, une valeur de 0,7 TND/m³ est définie comme scénario de base.

Le taux d'augmentation de la consommation d'eau est estimé à 1,5% par an par l'ONAS dans cette étude. Si on applique ce même taux d'augmentation à la redevance de 2010 à 2029, on peut s'attendre à une redevance 1,35 fois supérieure après 20 ans (1,015²⁰). Ainsi, 0,51 x 1,35 = 0,7 TND/m³.

5.2.4 En rapport avec l'OPEX (Dépenses d'exploitation)

5.2.4.1 Coûts variables

Les éléments principaux liés aux coûts variables sont les produits chimiques pour le traitement des eaux, le traitement des boues et commodités. En se basant sur les données d'exploitation de l'ONAS, analysées par l'équipe d'étude dans le processus suivant, les coûts pertinents ont été estimés.

5.2.4.1.1 Capacité de traitement des eaux usées

Selon le rapport annuel 2009 de l'ONAS, 218 000 000 m³/an d'eaux usées ont été traités.

La capacité de traitement actuelle dans les 5 STEP est examinée par l'équipe d'étude. En 2010, 7 508 050 m³/an ont été traités, ce qui est équivalent à 3,4 % de toute la capacité traitée de l'ONAS en 2010, et 21 249 205 m³/an est la valeur estimée pour l'année 2029 (Cf. Tableau 5.2-5).

Tableau 5.2-5 : Capacité de traitement des eaux usées dans les 5 STEP

STEP	Capacité de traitement	
	2011	2029
Beja	6 244 m3/j	12 994 m3/j
Medjez El-Bab	2 391 m3/j	5 429 m3/j
Tabarka	4 491 m3/j	8 510 m3/j
Jendouba	5 123 m3/j	11 703 m3/j
Siliana	2 321 m3/j	4 084 m3/j
Total	20 570 m3/j	42 720 m3/j
	7 508 050 m3/an	15 592 800 m3/an

Source: ONAS et Mission d'Etudes

5.2.4.1.2 Coûts d'électricité

Selon le rapport annuel 2009 de l'ONAS, 104 500 000 kWh d'électricité ont été consommés pour le traitement des eaux usées de 218 000 000 m³/an dans tout le pays. 74,5 % de cette consommation pour les STEP et 24 % pour le Réseau.

A partir de ces informations, l'électricité nécessaire pour les STEP et le Réseau est respectivement de 0,36 kWh/m³ et de 0,12 kWh/m³, et la capacité en électricité requise totale est de 2 702 892 kWh/an pour STEP et 900 966 kWh/an pour le Réseau (Cf. Tableau 5.2-6).

Tableau 5.2-6 Consommation puissance électrique

Tout ONAS	kWh/an	Capacité de traitement (m3/an)	kWh/m3 (par calcul)
Electricité totale	104 500 000		
pour les STEP (74.5%)	77 852 500	218 000 000	0,36
pour le Réseau (24%)	25 080 000	218 000 000	0,12

Source: Rapport annuel de l'ONAS, 2009, et Mission d'Etudes

Les frais d'électricité sont également mentionnés comme étant de 0,132 TND/kWh. Dans cette étude on adopte le même tarif. Le Tableau 5.2-7 montre les coûts électriques estimés pour les 5 STEP qui traite 7 508 050 m³/an d'eaux usées.

Tableau 5.2-7 Coûts électriques estimés pour 5 STEP d'après le rapport ONAS

Sites de projet, 2011	kWh/an (par Calc)	m3/an	kWh/m3
pour les 5 STEP	2 702 898	7 508 050	0,36
pour le réseau des 5 STEP	900 966	7 508 050	0,12
TOTAL	3 603 864		

Frais d'électricité **0,132** TND/kWh

Coût de l'électricité pour les sites de Projet 2009-2011

pour les 5 STEP	356 783	TND/an
pour le réseau des 5 STEP	118 928	TND/an

5.2.4.1.3 Autres coûts

Les données connexes fournies par l'ONAS sont indiquées dans le Tableau 5.2-8 colonne « a ».

Les données du Tableau 5.2-7 ci-dessus sont placées dans la colonne « b » du Tableau 5.2-8, on trouve que le rapport prévision sur réalité est d'à peine 3,6 % pour les STEP et 2,6 % pour le Réseau (Colonne « c »). Donc, en utilisant ce taux, les coûts de personnel, boues et entretien sont ajustés selon la colonne « b ». En considérant la capacité totale de 7 508 050 m³/an, le coût total est déterminé selon la colonne « d » du Tableau 5.2-8.

Tableau 5.2-8 Coût unitaire de chaque élément

Analyse des données de l'ONAS, utilisation et comparaison avec les données du rapport annuel de l'ONAS

	Année 2010		Proportion de données "c"	Proportion d'unité "d"
	Réponse de l'ONAS "a"	Base Rapport Annuel "b"		
	TND/an	TND/an	Rapport annuel / réponses	TND/m3 par calcul
1. 5 STEP				7 508 050
Electricité	9 810 388	356 783	0,036	0,048
Personnel	647 710	23 556	} ←	0,003
Produits chimiques	1 491 521	54 243		0,007
Boues	3 480 910	126 593		0,017
Entretien	468 910	17 053		0,002
2. RESEAU				7 508 050
Electricité	4 493 401	118 928	0,026	0,016
Personnel	30 940 134	818 897	} ←	0,109
Produits chimiques	7 438 067	196 864		0,026
Boues	0	0		0,000
Entretien	3 626 278	95 977		0,013
3. TOTAL				
Electricité	14 303 789	475 710		0,063
Personnel	31 587 844	842 453		0,112
Produits chimiques	8 929 588	251 108		0,033
Boues	3 480 910	126 593		0,017
Entretien	4 095 188	113 030		0,015
Total (TND/an) (TND/m3)	62 397 319	1 808 894		0,241
	STEP	7 508 050	m3/an	
	Réseau	7 508 050	m3/an	

5.2.4.1.4 Coûts d'exploitation estimés

Les coûts d'exploitation en 2029 sont estimés dans le Tableau 5.2-9 colonne « f » (Cas 1), « g » (Cas 2) et « h » (Cas 3) sur la base des données de l'année 2010 (Tableau 5.2-9, colonne « b ») fournies par l'ONAS, pour lesquelles les coûts de personnel et d'entretien ne sont pas concernés par la capacité traitée. Ces coûts sont estimés à 1.5 (*) fois ceux de l'année 2010.

Remarque (*) : Les données internes de la JICA montrent que le taux des denrées en augmentation en Tunisie est d'environ 4 % par an. Après 20 ans, ce coût sera de 2.2 fois (= (1+4%) 20 ans). Cependant une rationalisation opérée sur les coûts de personnel et d'administration est attendue. Ainsi 70% (=1,5) de la précédente valeur est choisie pour refléter cette rationalisation à venir.

Tableau 5.2-9 Coûts d'exploitation estimés en 2029

Analyse des données de l'ONAS, utilisation et comparaison avec les données du rapport annuel de l'ONAS

	Année 2010		Année 2029			
	Rapport Annuel base "b"	Proportion d'unité "d"	Proportion d'unité "e"	cas 1 "f"	Cas 2 "g"	Cas 3 "h"
	TND/an	TND/m3 by calculation	Adjusté par la Mission d'Etudes	54 102 m3/jour	85 391 m3/jour	89 574 m3/jour
1. 5 STEP		7 508 050 m3/an		(19,747,230 m3/an)	(31,167,715 m3/an)	(32,694,510 m3/an)
Electricité	356 782	0,048	0,048 TND/m3	748 454 TND/an	748 454 TND/an	748 454 TND/an
Personnel	23 556	0,003	(*1) 1,5 fois par an 2010	35 334 TND/an	35 334 TND/an	35 334 TND/an
Produits chimiques	54 243	0,007	0,007 TND/m3	109 150 TND/an	109 150 TND/an	109 150 TND/an
Boues	126 593	0,017	0,017 TND/m3	265 078 TND/an	265 078 TND/an	265 078 TND/an
Entretien	17 053	0,002	(*1) 1,5 fois par an 2010	25 580 TND/an	25 580 TND/an	25 580 TND/an
			Capacité Totale des STEP	42 720 m3/jour	42 720 m3/jour	42 720 m3/jour
2. RESEAUX		7 508 050 m3/an		19 747 230 m3/an	31 167 715 m3/an	32 694 510 m3/an
Electricité	118 928	0,016	0,015 TND/m3	296 208 TND/an	467 516 TND/an	490 418 TND/an
Personnel	818 897	0,109	(*1) 1,5 times of an 2010	(*2) 1 842 518 TND/an	(*2) 2 456 691 TND/an	(*2) 2 456 691 TND/an
Produits chimiques	196 864	0,026	0 TND/m3	- TND/an	- TND/an	- TND/an
Boues	0	0,000	0 TND/m3	- TND/an	- TND/an	- TND/an
Entretien	95 977	0,013	(*1) 1,5 times of an 2010	(*2) 215 948 TND/an	(*2) 287 931 TND/an	(*2) 287 931 TND/an
3. TOTAL						
Electricité	475 710	0,063		1 044 663 TND/an	1 215 970 TND/an	1 238 872 TND/an
Personnel	842 453	0,112		1 877 852 TND/an	2 492 025 TND/an	2 492 025 TND/an
Produits chimiques	251 108	0,033		109 150 TND/an	109 150 TND/an	109 150 TND/an
Boues	126 593	0,017		265 078 TND/an	265 078 TND/an	265 078 TND/an
Entretien	113 030	0,015		241 528 TND/an	313 511 TND/an	313 511 TND/an
Total (TND/an) (TND/m3)	1 808 894	0,241		3 538 270 TND/an	4 395 733 TND/an	4 418 635 TND/an

(*1) : $(1+4\%)^{20\text{ans}} = 2,2$ fois --> $2,2 \times 70\% = 1,5$

(*2) : 1,5 fois le nombre d'opérateur actuel est supposé pour le cas 1, et 2 fois pour le cas 2 et 3, du point de vue de la capacité de traitement.

Source: ONAS et Mission d'Etudes

5.2.4.2 Coûts fixes associés

5.2.4.2.1 Coûts de personnel

Se référer à la section 5.2.4.1.4

5.2.4.2.2 Coûts d'entretien

Se référer à la section 5.2.4.1.4

5.2.4.2.3 Coûts des ventes et de l'administration

Ce projet implique des analyses différentes par rapport à celles de rentabilité habituelles ou des sociétés privées. Tous les tarifs sont collectés auprès des habitants, sociétés, etc. et presque aucun travail de vente spécifique n'est requis pour le commerce des eaux usées. Cependant le travail d'encaissement des tarifs et les coûts d'administration ordinaires doivent être considérés. A partir des données dans des cas de projets similaires, 2 % des revenus de ventes sont comptés pour ce coût.

5.2.5 Système de taxation

5.2.5.1 Taxes générales

Toutes les taxes et tous les impôts, incluant taxes de revenus de société, sont pris en compte.

La taxe de licence commerciale et les droits de douane qui peuvent être ajoutés au coût IAGC, ne sont pas considérés dans cette étude.

5.2.5.2 Taxes de revenus de société

Le taux de la taxe sur les revenus de société est défini à 20 % après 11 ans d'exploitation.

L'ONAS ne paye pas de taxes puisqu'il est sans but lucratif à l'heure actuelle. Dans cette étude, la détaxation est prévue de se poursuivre pendant plus de 10 ans, il est attendu que l'ONAS paye des taxes à partir de la 11ème année.

5.2.5.3 Provision pour amortissements

Les coûts de construction de la station peuvent être amortis de la manière suivante :

- 1) Type d'amortissement : système linéaire
- 2) Valeur de récupération : zéro
- 3) Durées de vie du service : station d'épuration 20 ans, Commodités et installations auxiliaires - 20 ans

Les coûts de construction encourus avant l'exploitation et les intérêts au cours de la construction peuvent même être amortis sur 20 ans.

5.2.6 Dispositions pour les fonds

Dans cette étude, on suppose les dispositions suivantes :

5.2.6.1 Proportion dette/capitaux propres

81,6 % dans le Cas 1, 81,8 % dans les Cas 2 et 3 des fonds requis sont préparés par un prêt et les coûts restants sont couverts par les fonds privés du maître d'ouvrage.

5.2.6.2 Calendrier des décaissements

Le calendrier de décaissement est étudié selon le calendrier de construction. Les données détaillées sont décrites dans la section 5.1. Un total de 8 ans avant le démarrage des STEP est pris en compte, et à partir de 2021, la globalité du projet sera observée.

Le Calendrier estimatif des décaissements est présenté dans le Tableau 5.2-10.

Tableau 5.2-10: Calendrier estimatif des décaissements

Cas		Total	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
			-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	Start
1	Portion éligible (Million TND)	89,0	0,3	6,1	6,5	14,8	20,3	19,6	16,2	5,2	0,0
	Portion non éligible (Million TND)	20,1	0,1	1,4	1,4	3,3	4,6	4,4	3,7	1,1	0,0
	Total (Million TND)	109,1	0,4	7,6	7,9	18,1	24,9	24,0	19,9	6,3	0,0
		100%	0,4%	6,9%	7,2%	16,6%	22,9%	22,0%	18,3%	5,8%	0,0%

Cas		Total	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	Portion éligible (Million TND)	152,4	0,5	7,0	13,4	27,2	32,6	31,8	28,5	11,3	0,0
	Portion non éligible (Million TND)	33,9	0,1	1,6	2,9	6,0	7,3	7,1	6,4	2,5	0,0
	Total (Million TND)	186,2	0,6	8,6	16,4	33,2	39,9	38,9	34,8	13,8	0,0
		100%	0,3%	4,6%	8,8%	17,9%	21,4%	20,9%	18,7%	7,4%	0,0%

Cas		Total	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3	Portion éligible (Million TND)	175,1	0,6	7,2	15,9	31,7	37,0	36,3	32,9	13,5	0,0
	Portion non éligible (Million TND)	39,0	0,1	1,7	3,5	7,0	8,3	8,1	7,4	3,0	0,0
	Total (Million TND)	214,1	0,7	8,9	19,4	38,8	45,3	44,3	40,2	16,5	0,0
		100%	0,3%	4,2%	9,1%	18,1%	21,1%	20,7%	18,8%	7,7%	0,0%

5.2.6.3 Conditions de prêt à long terme

a) intérêts : 1,4 % (Termes et conditions de la JICA concernant les prêts en Yen Japonais en Février 2012)

b) remboursements : 25 ans (exemption premières 7 années)

5.2.7 Analyse économique du Projet

5.2.7.1 Méthode d'analyse

En se basant sur les conditions préalables ci-dessus, l'analyse économique utilise le Taux de Rentabilité interne financière (FIRR) basé sur la méthode de la valeur actualisée des Flux de trésorerie (DCF).

5.2.7.2 Résultat de l'étude

5.2.7.2.1 FIRR dans le scénario de base

Le Taux de Rendement Interne Financier figure dans le Tableau 5.2-11.

Ce chiffre est fondé sur le prix du traitement à 0,7 TND/m³, mais dans le futur, si ce prix est débattu entre les différents organismes et qu'un prix différent est décidé, ce FIRR peut changer en conséquence.

La sensibilité des tarifs est indiquée dans la Figure 5.2-2 au paragraphe 5.2.7.2.3.

Tableau 5.2-11: FIRR dans le scénario de base pour chaque cas

Projet	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Capacité de traitement (m ³ /jour)	54 102	85 391	89 574
Capacité de ventes (m ³ /jour)	49 774	78 560	82 408
Besoins de capitaux total (millions de TND)	164,0	256,4	289,4
Financement de la JICA (millions de TND)	89,0	152,4	175,1
Financement du GdT (millions de TND)	60,6	81,7	88,6
Revenus (millions de TND/an)	12,7	20,1	21,1
Profit (*) (millions de TND/an)	0,2	1,5	0,6
FIRR avant taxe (%)	1,59	2,36	1,88
Population bénéficiaire (millier de personnes)	326 074	586 814	621 672

(*) Profit avant taxe, première année

5.2.7.2.2 Analyse prévisionnelle des flux de trésorerie dans le cas de base

Tableau 5.2-12: Flux de trésorerie prévus dans le Cas 1

(Unité: Million de TND)

Année	Trésorerie d'exploita- tion	Ressources financières			Origine des fonds	Coût de capital fixe	Service de la dette		Utilisa- tion des fonds	Solde de trésorerie			
		Capitaux propres	Prêt L/T	Prêt S/T			sur prêt L/T	sur prêt S/T		Année actuelle	Année de début	Année de fin	
2013	-8	0,00	0,10	0,36	0,00	0,46	0,46	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00
2014	-7	0,00	1,79	6,14	0,00	7,94	7,94	0,00	0,00	7,94	0,00	0,00	0,00
2015	-6	0,00	1,87	6,41	0,00	8,28	8,28	0,00	0,00	8,28	0,00	0,00	0,00
2016	-5	0,00	4,32	14,78	0,00	19,09	19,09	0,00	0,00	19,09	0,00	0,00	0,00
2017	-4	0,00	5,93	20,29	0,00	26,22	26,22	0,00	0,00	26,22	0,00	0,00	0,00
2018	-3	0,00	5,75	19,67	0,00	25,42	25,42	0,00	0,00	25,42	0,00	0,00	0,00
2019	-2	0,00	4,73	16,20	0,00	20,93	20,93	0,00	0,00	20,93	0,00	0,00	0,00
2020	-1	0,00	1,51	5,16	0,00	6,67	6,67	0,00	0,00	6,67	0,00	0,00	0,00
2021	1	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	6,19	0,00	6,19	2,79	0,00	2,79
2022	2	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	6,12	0,00	6,12	2,86	2,79	5,66
2023	3	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	6,05	0,00	6,05	2,93	5,66	8,59
2024	4	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	5,98	0,00	5,98	3,00	8,59	11,59
2025	5	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	5,91	0,00	5,91	3,07	11,59	14,66
2026	6	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	5,85	0,00	5,85	3,14	14,66	17,81
2027	7	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	5,78	0,00	5,78	3,21	17,81	21,02
2028	8	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	5,71	0,00	5,71	3,28	21,02	24,29
2029	9	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	5,64	0,00	5,64	3,35	24,29	27,64
2030	10	8,99	0,00	0,00	0,00	8,99	0,00	5,57	0,00	5,57	3,42	27,64	31,06
2031	11	8,45	0,00	0,00	0,00	8,45	0,00	5,50	0,00	5,50	2,95	31,06	34,01
2032	12	8,44	0,00	0,00	0,00	8,44	0,00	5,43	0,00	5,43	3,01	34,01	37,02
2033	13	8,42	0,00	0,00	0,00	8,42	0,00	5,36	0,00	5,36	3,06	37,02	40,08
2034	14	8,41	0,00	0,00	0,00	8,41	0,00	5,29	0,00	5,29	3,12	40,08	43,20
2035	15	8,39	0,00	0,00	0,00	8,39	0,00	5,22	0,00	5,22	3,17	43,20	46,37
2036	16	8,38	0,00	0,00	0,00	8,38	0,00	5,15	0,00	5,15	3,23	46,37	49,60
2037	17	8,37	0,00	0,00	0,00	8,37	0,00	5,08	0,00	5,08	3,28	49,60	52,88
2038	18	8,35	0,00	0,00	0,00	8,35	0,00	5,01	0,00	5,01	3,34	52,88	56,22
2039	19	8,34	0,00	0,00	0,00	8,34	0,00	0,00	0,00	0,00	8,34	56,22	64,56
2040	20	8,34	0,00	0,00	0,00	8,34	0,00	0,00	0,00	0,00	8,34	64,56	72,89
Total		173,75	26,01	89,01	0,00	288,76	115,02	100,85	0,00	215,87	72,89		

(note) L/T : Prêt à Long Terme, S/T : Prêt à Court Terme

Tableau 5.2-13: Flux de trésorerie prévus dans le Cas 2

(Unité: Million de TND)

Année	Trésorerie d'exploitation	Ressources financières			Origine des fonds	Coût de capital fixe	Service de la dette		Utilisation des fonds	Solde de trésorerie			
		Capitaux propres	Prêt L/T	Prêt S/T			sur prêt L/T	sur prêt S/T		Année actuelle	Année de début	Année de fin	
2013	-8	0,00	0,13	0,46	0,00	0,59	0,59	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00
2014	-7	0,00	2,00	7,01	0,00	9,00	9,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00
2015	-6	0,00	3,82	13,41	0,00	17,23	17,23	0,00	0,00	17,23	0,00	0,00	0,00
2016	-5	0,00	7,72	27,12	0,00	34,84	34,84	0,00	0,00	34,84	0,00	0,00	0,00
2017	-4	0,00	9,33	32,76	0,00	42,09	42,09	0,00	0,00	42,09	0,00	0,00	0,00
2018	-3	0,00	9,07	31,85	0,00	40,91	40,91	0,00	0,00	40,91	0,00	0,00	0,00
2019	-2	0,00	8,11	28,49	0,00	36,61	36,61	0,00	0,00	36,61	0,00	0,00	0,00
2020	-1	0,00	3,21	11,28	0,00	14,49	14,49	0,00	0,00	14,49	0,00	0,00	0,00
2021	1	18,79	0,00	0,00	0,00	18,79	0,00	10,60	0,00	10,60	8,19	0,00	8,19
2022	2	18,55	0,00	0,00	0,00	18,55	0,00	10,48	0,00	10,48	8,07	8,19	16,26
2023	3	18,31	0,00	0,00	0,00	18,31	0,00	10,36	0,00	10,36	7,95	16,26	24,21
2024	4	18,08	0,00	0,00	0,00	18,08	0,00	10,24	0,00	10,24	7,83	24,21	32,05
2025	5	17,84	0,00	0,00	0,00	17,84	0,00	10,12	0,00	10,12	7,72	32,05	39,76
2026	6	17,60	0,00	0,00	0,00	17,60	0,00	10,01	0,00	10,01	7,60	39,76	47,36
2027	7	17,37	0,00	0,00	0,00	17,37	0,00	9,89	0,00	9,89	7,48	47,36	54,84
2028	8	17,13	0,00	0,00	0,00	17,13	0,00	9,77	0,00	9,77	7,36	54,84	62,20
2029	9	16,89	0,00	0,00	0,00	16,89	0,00	9,65	0,00	9,65	7,24	62,20	69,44
2030	10	16,65	0,00	0,00	0,00	16,65	0,00	9,53	0,00	9,53	7,12	69,44	76,56
2031	11	16,42	0,00	0,00	0,00	16,42	0,00	9,41	0,00	9,41	7,00	76,56	83,56
2032	12	16,18	0,00	0,00	0,00	16,18	0,00	9,29	0,00	9,29	6,89	83,56	90,45
2033	13	15,94	0,00	0,00	0,00	15,94	0,00	9,18	0,00	9,18	6,77	90,45	97,22
2034	14	15,71	0,00	0,00	0,00	15,71	0,00	9,06	0,00	9,06	6,65	97,22	103,86
2035	15	15,47	0,00	0,00	0,00	15,47	0,00	8,94	0,00	8,94	6,53	103,86	110,39
2036	16	15,23	0,00	0,00	0,00	15,23	0,00	8,82	0,00	8,82	6,41	110,39	116,81
2037	17	15,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	8,70	0,00	8,70	6,29	116,81	123,10
2038	18	14,76	0,00	0,00	0,00	14,76	0,00	8,58	0,00	8,58	6,17	123,10	129,27
2039	19	14,52	0,00	0,00	0,00	14,52	0,00	0,00	0,00	0,00	14,52	129,27	143,79
2040	20	14,52	0,00	0,00	0,00	14,52	0,00	0,00	0,00	0,00	14,52	143,79	158,32
Total		330,96	43,38	152,37	0,00	526,71	195,76	172,64	0,00	368,40	158,32		

(note) L/T : Prêt à Long Terme, S/T : Prêt à Court Terme

Tableau 5.2-14: Flux de trésorerie prévus dans le Cas 3

(Unité: Million de TND)

Année	Trésorerie d'exploitation	Ressources financières			Origine des fonds	Coût de capital fixe	Service de la dette		Utilisa-tion des fonds	Solde de trésorerie			
		Capitaux propres	Prêt L/T	Prêt S/T			sur prêt L/T	sur prêt S/T		Année actuelle	Année de début	Année de fin	
2013	-8	0,00	0,15	0,53	0,00	0,67	0,67	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
2014	-7	0,00	2,09	7,36	0,00	9,45	9,45	0,00	0,00	9,45	0,00	0,00	0,00
2015	-6	0,00	4,54	15,94	0,00	20,47	20,47	0,00	0,00	20,47	0,00	0,00	0,00
2016	-5	0,00	9,02	31,70	0,00	40,72	40,72	0,00	0,00	40,72	0,00	0,00	0,00
2017	-4	0,00	10,52	36,95	0,00	47,47	47,47	0,00	0,00	47,47	0,00	0,00	0,00
2018	-3	0,00	10,32	36,25	0,00	46,57	46,57	0,00	0,00	46,57	0,00	0,00	0,00
2019	-2	0,00	9,37	32,93	0,00	42,30	42,30	0,00	0,00	42,30	0,00	0,00	0,00
2020	-1	0,00	3,84	13,49	0,00	17,32	17,32	0,00	0,00	17,32	0,00	0,00	0,00
2021	1	20,94	0,00	0,00	0,00	20,94	0,00	12,18	0,00	12,18	8,76	0,00	8,76
2022	2	20,67	0,00	0,00	0,00	20,67	0,00	12,05	0,00	12,05	8,62	8,76	17,38
2023	3	20,40	0,00	0,00	0,00	20,40	0,00	11,91	0,00	11,91	8,49	17,38	25,87
2024	4	20,12	0,00	0,00	0,00	20,12	0,00	11,77	0,00	11,77	8,35	25,87	34,22
2025	5	19,85	0,00	0,00	0,00	19,85	0,00	11,64	0,00	11,64	8,21	34,22	42,43
2026	6	19,58	0,00	0,00	0,00	19,58	0,00	11,50	0,00	11,50	8,08	42,43	50,51
2027	7	19,31	0,00	0,00	0,00	19,31	0,00	11,36	0,00	11,36	7,94	50,51	58,45
2028	8	19,03	0,00	0,00	0,00	19,03	0,00	11,23	0,00	11,23	7,81	58,45	66,26
2029	9	18,76	0,00	0,00	0,00	18,76	0,00	11,09	0,00	11,09	7,67	66,26	73,93
2030	10	18,49	0,00	0,00	0,00	18,49	0,00	10,96	0,00	10,96	7,53	73,93	81,46
2031	11	18,22	0,00	0,00	0,00	18,22	0,00	10,82	0,00	10,82	7,40	81,46	88,85
2032	12	17,94	0,00	0,00	0,00	17,94	0,00	10,68	0,00	10,68	7,26	88,85	96,12
2033	13	17,67	0,00	0,00	0,00	17,67	0,00	10,55	0,00	10,55	7,12	96,12	103,24
2034	14	17,40	0,00	0,00	0,00	17,40	0,00	10,41	0,00	10,41	6,99	103,24	110,23
2035	15	17,13	0,00	0,00	0,00	17,13	0,00	10,27	0,00	10,27	6,85	110,23	117,08
2036	16	16,85	0,00	0,00	0,00	16,85	0,00	10,14	0,00	10,14	6,72	117,08	123,79
2037	17	16,58	0,00	0,00	0,00	16,58	0,00	10,00	0,00	10,00	6,58	123,79	130,37
2038	18	16,31	0,00	0,00	0,00	16,31	0,00	9,87	0,00	9,87	6,44	130,37	136,82
2039	19	16,04	0,00	0,00	0,00	16,04	0,00	0,00	0,00	0,00	16,04	136,82	152,85
2040	20	16,04	0,00	0,00	0,00	16,04	0,00	0,00	0,00	0,00	16,04	152,85	168,89
Total		367,32	49,85	175,14	0,00	592,31	224,99	198,43	0,00	423,42	168,89		

(note) L/T : Prêt à Long Terme, S/T : Prêt à Court Terme

Le ratio de couverture (DSCR), calculé à partir de la formule suivante, est utilisé comme indice pour juger de la capacité de paiement de la dette à long terme.

$$\text{DSCR} = \frac{\text{Profits après taxes} + \text{Dépréciations \& Amortissements} + \text{Intérêts sur prêt à long-terme}}{\text{Remboursements sur prêt à long-terme} + \text{Intérêts sur prêt à long-terme}}$$

Quand la proportion de la dette est de 78,5%, avec un prix du traitement de 0,7 TND/m³, le DSCR est calculé comme figuré dans le Tableau 5.2-15.

A partir de ce tableau, les plans financiers sont considérés comme sains, puisque le DSCR est toujours au-dessus de un (1).

Tableau 5.2-15: DSCR (Unité : nombre de fois)

Année	Cas 1	Cas 2	Cas 3
1 ^{ère} année (2021)	1,44	1,44	1,33
2 ^{ème} année (2022)	1,46	1,46	1,35
3 ^{ème} année (2023) --	1,48	1,48	1,36

5.2.7.2.3 Analyse de la sensibilité

L'effet de variation du FIRR avant taxe sur le coût du traitement des eaux usées dans les 3 cas est indiquée dans la Figure 5.2-2.

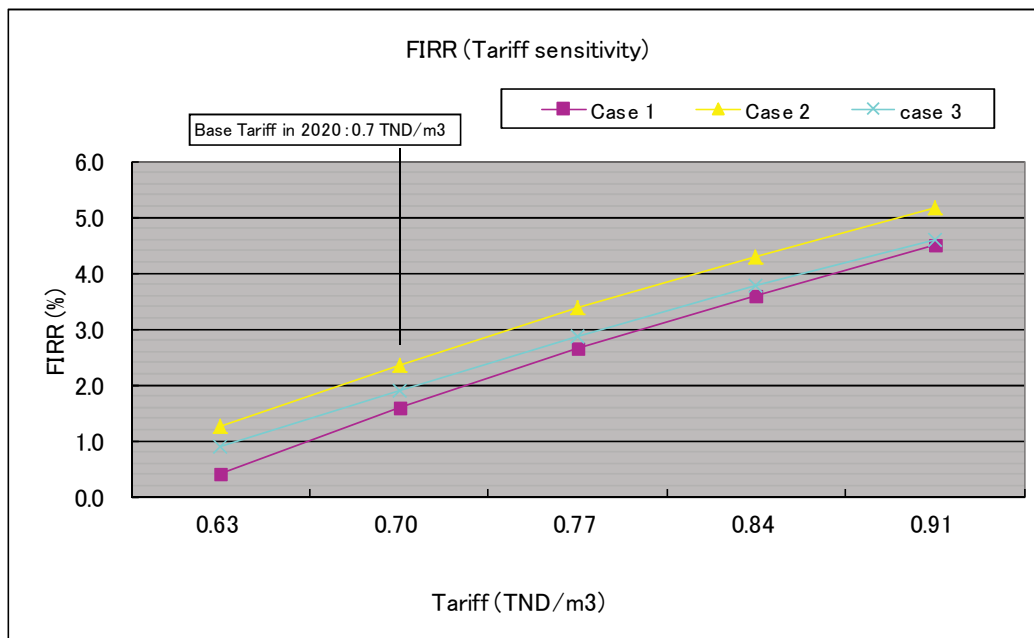


Figure 5.2-2 : Sensibilité du coût

5.2.8 Analyse des retombées économiques

Dans cette section, l'effet économique pour la Tunisie apporté par le Projet F/S est examiné et étudié d'un point de vue développement social et amélioration des infrastructures. Les éléments suivants sont supposés être les dépenses et recettes pour cette étude.

Dépenses :

- Coût d'investissement total (se référer à la section 5.2.2) ;
- Coûts d'exploitation et de maintenance pour l'installation ;

Recettes :

- Activation des industries agricoles par l'usage accru des eaux souterraines ;
- Diminution des dépenses médicales et des coûts sociaux de la diarrhée par l'amélioration des conditions sanitaires.

5.2.8.1 Réutilisation des eaux traitées

Actuellement, les eaux usées traitées ne sont pas suffisamment utilisées pour un usage agricole en Tunisie, mais si ces eaux étaient traitées de façon convenable dans ce but, elles contribueraient à l'augmentation de la production agricole à travers le système d'irrigation. Dans cette étude, il est considéré que les eaux usées traitées satisfassent la norme Tunisienne NT 106.02.

En Tunisie, environ 10 % du PIB (6 300 millions de TND, soit 63 342 millions de TND x 10 %) correspondent à la production agricole. Bien que la zone du nord ne souffre pas de la raréfaction de l'eau, si des eaux traitées sont utilisées pour l'usage agricole, une augmentation de la production agricole est attendue. Selon le Ministère de l'Agriculture, il s'agit de la zone autour de la zone de Medjez, Beja et Siliana. Les données détaillées sur la production agricole dans cette zone ne sont pas indiquées, mais en tenant compte des eaux usées provenant de ces 3 STEP (8 215 055 m³/an, soit 22 507 m³/jour x 365, cf. Tableau 5.2-5), de la capacité totale en eau pour l'agriculture dans toute la Tunisie (21 000 000 000 m³/an, données du Ministère de l'Agriculture), ainsi que de la production totale en Tunisie (6 300 millions de TND), l'amélioration suivante est prévue.

$$6\,300 \text{ millions de TND} \times (8\,215\,055 \text{ m}^3/\text{an} / 21\,000\,000\,000 \text{ m}^3/\text{an}) = 2,5 \text{ millions de TND}$$

Dans cette étude, 10 % des eaux traitées sont supposées être utilisées à cette fin, d'où un gain potentiel de : 2,5 millions de TND x 10 % = 0,2 millions de TND

5.2.8.2 Diminution des dépenses médicales et des coûts sociaux de la diarrhée en améliorant les conditions sanitaires

Le manque d'approvisionnement adéquat en eau potable et un assainissement déficient, une mauvaise qualité de l'eau et un manque d'hygiène sont responsables des maladies hydriques qui peuvent être fatales chez les enfants en bas âge⁶, surtout dans les pays en développement.

En améliorant le système d'assainissement, la qualité de l'environnement sanitaire augmentera, et ainsi, il est attendu que les maladies causées par la dégradation bactériologique de l'eau diminuent. Par conséquent, il est aussi prévisible que les coûts liés à la diarrhée, maladie hydrique dont l'impact est le plus important, diminuent.

Ces coûts regroupent non seulement les coûts directs de traitement et de soin des différents cas de diarrhée (a), mais aussi des coûts indirects, correspondant aux coûts sociaux dus à la mortalité (b).

L'analyse suivante s'inspire largement d'un rapport de la Banque Mondiale⁷ dont elle utilise la méthode générale ainsi que certaines références ou données collectées.

5.2.8.2.1 Coûts directs liés à la diarrhée – Coûts de traitement des enfants atteints de diarrhée

Les coûts de traitement et de soin, qui prennent en compte aussi bien les frais d'hospitalisation que l'utilisation de médicaments ou le temps passé par le médecin, sont calculés pour les enfants atteints de diarrhée.

Pour les enfants de moins de 5 ans, la Direction des Soins de Santé de Base (DSSB) indique⁸ 65 855 cas de maladies diarrhéiques recensés dans les Centres de Soins Publics en 2004. Selon une enquête UNICEF⁹, ce nombre représente environ 28% du total des cas de diarrhée en Tunisie¹⁰. En

⁶ "Effects of Improved Water Supply and Sanitation on Ascariasis, Diarrhea, Dracunculiasis, Hookworm Infection, Schistosomiasis, and Trachoma" Esrey, J., Potash B., Roberts L. et Schiff C., 1991, Organisation Mondiale de la Santé.

⁷ "République Tunisienne – Evaluation du coût de la dégradation de l'eau", 2007, Banque Mondiale

⁸ "Bulletin épidémiologique", 2004, DSSB.

⁹ "Multiple Indicator Cluster Survey", 2000, Tunisia, UNICEF.

appliquant ce pourcentage, il en résulte un total de 235 196 cas de diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans.

Pour les enfants de plus de 5 ans, la DSSB indique 118 300 cas de maladies diarrhéiques recensés dans les CSP en 2004, chiffre qui, selon l'UNICEF, représente environ 30% des cas totaux diarrhéiques dans le pays. En appliquant ce pourcentage, il en résulte un total de 394 000 cas de diarrhée chez les enfants de plus de 5 ans.

Considérant que 85% des cas de diarrhées sont imputables à l'alimentation en eau potable et à un assainissement inadéquat ainsi qu'au manque d'hygiène¹¹, le nombre de cas à relier au projet s'abaisse à 199 917 pour les enfants de moins de 5 ans et à 334 900 pour les enfants de plus de 5 ans.

Les entretiens menés par la Banque Mondiale auprès de médecins tunisiens ont permis d'établir que la durée moyenne du cas de diarrhée est de 3 jours et que les coûts varient largement selon la gravité de la maladie : cas d'hospitalisation (45-65 TND), cas de déshydratation (150-200 TND), de diarrhée sanglante (500-700 TND) ou sans complication (3 TND).

Au vu de ces critères, il résulte les coûts de traitements suivants : cas d'hospitalisation (13 434 396 TND), cas de déshydratation (472 303 TND), de diarrhée sanglante (1 031 570 TND) et sans complication (584 156 TND). Pour les enfants de plus de 5 ans, les données disponibles ne distinguant pas les coûts pour chaque situation, seuls les cas sans complication (1 004 700 TND) sont pris en compte. En comptant le coût du temps passé par les médecins à s'occuper des enfants atteints de déshydratations et de diarrhées sanglantes (132 545 TND), le total des coûts directs de la diarrhée chez les enfants s'élève à 16 187 366 TND. Ramené à la population totale de Tunisie¹², on obtient un coût de 1,534 TND par an et par habitant.

Le Tableau 5.2-16 résume les éléments et le processus de calcul permettant d'estimer les coûts directs annuels des impacts de la diarrhée sur la population infantile.

¹⁰ Le reste (72%) étant composé par les cas recensés au Centre National de Sécurité Sociale (2%), dans le secteur privé (20%), et par ceux qui ne font pas recours au médecin (50%). Le dernier groupe inclut les cas qui font recours au conseil de pharmacien, au conseil d'entourage, à l'automédication et les cas non traités (UNICEF).

¹¹ "Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level", Hutton, G. et Haller L. 2004. OMS. Genève.

¹² "Bulletin mensuel statistique N° 657" Septembre 2011, INS

Tableau 5.2-16 : Estimation des coûts directs (de traitement) de la diarrhée infantile

A. COÛTS DIRECTS LIES A LA DIARRHEE – Coûts de traitement des enfants atteints de diarrhée			
A1. Coûts d'hospitalisation (moins de 5 ans)	Quantité	Unité	Source
Nombre de cas identifiés d'enfants de moins de 5 ans (secteur publique, CSP)	65 855	cas	DSSB, 2004
Nombre total de cas d'enfants de moins de 5 ans en Tunisie	235 196	cas	BM
% de cas dus au manque de l'appr adéquat d'eau, d'assainissement et d'hygiène	85	%	Hutton & Haller (2004)
Nombre total de cas d'enfants de moins de 5 ans dus au manque de l'approvisionnement adéquat d'eau, d'assainissement et d'hygiène en Tunisie	199 917	cas	
% de cas qui nécessitent une hospitalisation	0,35	%	DSSB, 2004
Nombre de cas qui nécessitent une hospitalisation	69 971	cas	
Durée d'hospitalisation par cas	3	jours/cas	Ent. Médecins (BM)
Durée totale d'hospitalisation	209 912	jours	
Coûts d'hospitalisation par jour (entre 40 et 65 TND/cas/jour)	53	TND/jour	Ent. Médecins (BM)
Coût des médicaments par jour	1	TND/jour	Ent. Médecins (BM)
Coût du médecin par jour	10	TND/jour	Ent. Médecins (BM)
A1. Coûts d'hospitalisation totaux (moins de 5 ans)	13 434 396	TND	
A2. Cas de déshydratation (moins de 5 ans)			
% de cas avec déshydratation	1,35	%	DSSB, 2004
Nombre de cas de déshydratation	2 699	cas	
Coûts de traitement (entre 150 et 200 TND/cas)	175	TND/cas	Ent. Médecins (BM)
A2. Coût total des cas de déshydratation (moins de 5 ans)	472 303	TND	
A3. Cas de diarrhée sanglante (moins de 5 ans)			
% de cas de diarrhée sanglante	0,86	%	DSSB, 2004
Nombre de cas de diarrhée sanglante	1 719	cas	
Coûts de traitement (entre 500 et 700 TND/cas)	600	TND/cas	Ent. Médecins (BM)
A3. Coût total des cas de diarrhée sanglante (moins de 5 ans)	1 031 570	TND	
A4. Cas sans complication (moins de 5 ans)			
% de cas sans complication	97,4	%	DSSB, 2004
Nombre de cas sans complication	194 719	cas	
Coût de traitement (pour 3 jours de médicament/cas, sans hospitalisation)	3	TND/cas	Ent. Médecins (BM)
A4. Coût total des cas sans complication (moins de 5 ans)	584 156	TND	
A5. Cas sans complication (plus de 5 ans)			
Nombre de cas identifiés d'enfants de plus de 5 ans (secteur publique, CSP)	118 300	cas	DSSB, 2004
Nombre total de cas d'enfants de plus de 5 ans en Tunisie	394 000	cas	BM
% de cas dus au manque de l'appr adéquat d'eau, d'assainissement et d'hygiène	85	%	Hutton & Haller (2004)
Nombre total de cas d'enfants de plus de 5 ans dus au manque de l'approvisionnement adéquat d'eau, d'assainissement et d'hygiène en Tunisie	334 900	cas	
Coût de traitement (pour 3 jours de médicament/cas, sans hospitalisation)	3	TND/cas	Ent. Médecins (BM)
A5. Coût total des cas sans complication (plus de 5 ans)	1 004 700	TND	
A6. Coûts du temps mis à s'occuper des enfants ayant des problèmes de déshydratation et de diarrhée sanglante			
Nombre de cas de déshydratation et diarrhée sanglante	4 418	cas	
Valeur d'une journée de travail perdue	10	TND/jour	
Durée de traitement	3	jours/cas	Ent. Médecins (BM)
A6. Coût total du temps mis à s'occuper des enfants	132 545	TND/an	
A. COÛTS TOTAUX DIRECTS LIES A LA DIARRHEE	16 187 366	TND/an	
Population totale en Tunisie (2010)	10 549 300	hab	INS (2010)
COÛTS DIRECTS LIES A LA DIARRHEE PAR HABITANT	1,534	TND/hab/an	

En utilisant la population concernée par le projet dans chaque cas, les dépenses médicales totales dues à la diarrhée dans la zone du projet peut être estimée à environ 0,5 millions de TND pour le Cas 1 (= 326 100 personnes x 1,534 TND / personne), environ 0,9 millions de TND pour le Cas 2 (586 800 personnes x 1,534 TND / personne) et environ 1,0 millions de TND dans le Cas 3 (621 700 personnes x 1,534 TND / personne). L'effet du projet sera d'annuler ces dépenses et donc la réduction des dépenses médicales est récapitulée dans le Tableau 5.2-17.

Tableau 5.2-17: Réduction des dépenses médicales (Unité: millions de TND)

	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Revenu (millions de TND)	0,5	0,9	1,0

5.2.8.2.2 Coûts indirects liés à la diarrhée – Coûts sociaux de la mortalité diarrhéique infantile

Il est important de noter qu'en Tunisie, même si le taux de mortalité due à la diarrhée a diminué drastiquement pendant les dernières années, cette maladie reste très dangereuse pour les enfants en bas âge. Si on émet l'hypothèse que tous les sujets de plus de 5 ans sont traités et survivent, on obtient ici une perte égale à zéro, et c'est pourquoi la mortalité de cette tranche d'âge ne sera pas traitée.

Selon le Ministère de la Santé Publique, la diarrhée est la quatrième cause de décès chez les enfants de moins de 5 ans, tranche d'âge qui représente 10% de la population totale. Le taux spécifique de mortalité par diarrhée est estimé à 0,57%¹³.

En prenant comme base la population totale du pays, il en résulte que les décès des enfants de moins de 5 ans dus à la diarrhée pour cause d'environnement hydrique malsain s'élèvent à 511 par an.

L'estimation des coûts sociaux dus à la mortalité diarrhéique infantile est réalisée en utilisant la méthode des Disability Adjustment Life Years (DALY)¹⁴. Cette méthode essaye de donner une valeur commune aux maladies et aux morts prématurées causées par la dégradation environnementale en termes d'années de vie corrigée du facteur d'invalidité. Une année perdue à cause d'une mort prématurée représente un DALY, les années futures perdues sont actualisées à un taux d'escompte fixe. Une maladie plus ou moins grave correspond à une fraction plus ou moins élevée d'un DALY.

Puisque la mort d'un enfant de moins de 5 ans représente une perte de 33 DALY¹⁵, les 511 décès identifiés représentent une perte annuelle d'environ 16 867 DALY.

L'évaluation monétaire du DALY se base sur la méthode de l'Approche du Capital Humain, qui considère que la valeur économique d'une année perdue à cause d'une maladie ou d'une mort prématurée est équivalente à la valeur productive de cette année, c'est-à-dire au PIB par habitant.

¹³ "Eau, Environnement et Santé Humaine" Nedhif, M, Direction Hygiène du Milieu et Protection de l'Environnement, 2008, Ministère de la Santé Publique.

¹⁴ "Global Burden of Disease in 2002: data sources, methods and results. Revised in February 2004. Global Programme on Evidence 51 for Health Policy Discussion Paper No 54." Mathers, C., Bernard, C., Iburg, K., Inoue, M., Ma Fat, D., Shibuya, K., Stein, C., Tomijima, N., Xu, H., 2004, OMS.

¹⁵ "Health statistics and health information systems. Disability Adjustment Life Years (DALY).", 2006, OMS.

En prenant en compte un PIB par habitant de 6 004 TND, il en résulte un coût indirect, un dommage social, de la diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans pour cause d'environnement hydrique malsain de 101 274 357 TND. Ramené à la population totale de Tunisie, on obtient un coût de 9,600 TND par an et par habitant.

Le Tableau 5.2-18 résume les éléments et le processus de calcul permettant d'estimer le coût annuel des impacts indirects de la diarrhée sur la population infantile de moins de 5 ans.

Tableau 5.2-18 : Estimation des coûts indirects (sociaux) de la diarrhée infantile

B. COÛTS INDIRECTS LIES A LA DIARRHEE – Coûts sociaux de la mortalité diarrhéique infantile (moins de 5 ans)	Quantité	Unité	Source
Proportion d'enfants de moins de 5 ans dans la population Tunisienne (2010)	10	%	Min. Santé Publique
Population totale en Tunisie (2010)	10 549 300	hab	INS (2010)
Nombre d'enfants de moins de 5 ans dans la population Tunisienne	1 054 930	hab	
Mortalité spécifique due à la diarrhée	0,57	‰	Min. Santé Publique
Décès des enfants < 5 ans dus à la diarrhée dans la population Tunisienne (2011)	601	décès/an	
% de cas dus au manque de l'appr adéquat d'eau, d'assainissement et d'hygiène	85	%	Hutton & Haller (2004)
Décès d'enfants de moins de 5 ans dus au manque de l'approvisionnement adéquat d'eau, d'assainissement et d'hygiène dans la population Tunisienne (2011)	511	décès/an	
DALY par décès d'enfant	33	DALY	OMS, 2006
DALY totaux - mortalité diarrhéique infantile (moins de 5 ans)	16 867	DALYs/an	
Produit Intérieur Brut de la Tunisie (2010)	63 342 000 000	TND	INS (2010)
Population totale de la Tunisie (2010)	10 549 300	hab	INS (2010)
PIB par habitant	6 004	TND/hab	
B. COÛTS INDIRECTS LIES A LA DIARRHEE – Coûts sociaux de la mortalité diarrhéique infantile (moins de 5 ans)	101 274 357	TND	
Population totale en Tunisie (2010)	10 549 300	hab	INS (2010)
COÛTS INDIRECTS LIES A LA DIARRHEE PAR HABITANT	9,600	TND/hab/an	

De plus, en améliorant l'assainissement, la mortalité infantile sera réduite et pour les personnes concernées la production sera améliorée. L'estimation de la diminution du coût social est présentée dans le Tableau 5.2-19.

Tableau 5.2-19: Diminution du coût social

	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Population (2011)	326 074	586 814	621 672
Nombre d'enfants de moins de 5 ans	33 000	59 000	62 000
Décès annuels des enfants de moins de 5 ans dus à la diarrhée dans la population du projet	19	34	35
Décès d'enfants de moins de 5 ans dus au manque de l'approvisionnement adéquat d'eau, d'assainissement et d'hygiène dans la population du projet	16	29	30
DALY pour un décès d'enfant de moins de 5 ans (hab /an)	33	33	33
Estimation monétaire d'un DALY en Tunisie (TND/ hab)	6 005	6 005	6 005
Coût social de la mortalité infantile diarrhéique (million TND / an)	3,2	5,8	5,9

Les bénéfices totaux sont résumés dans le Tableau 5.2-20.

Tableau 5.2-20: Bénéfice total créé par le Projet

Unité: Million TND

	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Bénéfices provenant de l'opération des STEP	12,7	20,1	21,1
Bénéfices l'Agriculture	0,2	0,2	0,2
Diminution des dépenses médicales	0,5	0,9	1,0
Diminution de la mortalité infantile	3,2	5,8	5,9
Total	16,6	27,0	28,2

5.2.8.3 Taux de Rentabilité interne économique (TRI)

En considérant les bénéfices décrits ci-dessus, le TRI, dans le scénario de base, avec une durée de vie de projet de 20 ans, est calculé comme suit :

Tableau 5.2-21: TRI

	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Revenus (millions de TND)	16,6	27,0	28,2
TRI (%)	5,7	6,8	6,2

5.2.9 Indice du Projet

5.2.9.1 Impacts quantitatifs

Les impacts quantitatifs pour ce projet F/S sont donnés dans les Tableaux 5.2-22.

Tableaux 5.2-22: Impacts quantitatifs

a) STEP

Indicateur	STEP	Capacité de conception	Présent (2011)	Année d'achèvement (2020)	Horizon du projet (2029)
Nombre de bénéficiaires desservis par le projet (hab)	Béja	—	65 560	71 990	78 419
	Medjez el Bab	—	20 113	22 379	24 644
	Tabarka	—	21 239	26 281	31 322
	Jendouba	—	50 088	57 538	64 988
	Siliana	—	25 322	28 589	31 855
Capacité de traitement du DBO5 des 5 STEP (kg / jour)	Béja	7 800	6 484	7 550	8 615
	Medjez el Bab	2 000	1 368	1 872	2 376
	Tabarka	1 825	1 664	2 168	2 671
	Jendouba	3 400	2 251	3 226	4 200
	Siliana	2 450	1 233	1 464	1 694
Capacité totale de traitement des eaux usées des 5 STEP (m3/ jour)	Béja	14 000	6 244	9 619	12 994
	Medjez el Bab	4 500	2 391	3 910	5 429
	Tabarka	5 500	4 491	6 501	8 510
	Jendouba	8 000	5 123	8 413	11 703
	Siliana	4 530	2 321	3 203	4 084
Concentration du BOD5 dans les eaux traitées des 5 STEP (mg/l)	Béja	30	20-31 (*1)	≤ 30 (NT 106.002)	
	Medjez el Bab	30	25 (*1)		
	Tabarka	30	21-25 (*1)		
	Jendouba	30	22-24 (*1)		
	Siliana	30	27-56 (*1)		

(*1) ONAS: Rapport annuel (2008-2010)

b) Réseaux (3 Cas)

Indicateur	Cas	Présent (2011)	Année d'achèvement (2020)	Horizon du projet (2029)
Longueur du nouveau réseau (extension) (km)	Cas 1	—	71,1	
	Cas 2	—	287,1	
	Cas 3	—	416,1	
Nombre de bénéficiaires d'un nouveau réseau (hab)	Cas 1	119 082	136 981	154 880
	Cas 2	327 631	371 626	415 620
	Cas 3	327 631	389 055	450 478

c) Réseaux (Détail par commune)

Gouvernorat	Commune	Longueur du nouveau réseau (extension) (km)	Nombre de bénéficiaires (hab)		
		Année d'achèvement (2020) / Horizon du projet (2029)	Présent (2011)	Année d'achèvement (2020)	Horizon du projet (2029)
Beja	Medjez el Bab	0,7	7 450	7 450	7 450
	Beja	1,0	12 319	12 599	12 879
	Nefza	4,3	385	538	690
	Testour	0,7	1 312	1 543	1 774
	Maagoula	0,0	300	300	300
	Teboursouk	1,3	5 448	5 718	5 988
Bizerte	Raf Raf	0,3	0	2 500	5 000
	Alia	0,0	3 500	3 500	3 500
Jendouba	Tabarka	18,8	6 110	6 678	7 245
	Jendouba	5,1	28 923	29 462	30 000
	Ghardimaou	4,6	2 014	2 243	2 472
	Fernana	5,0	1 142	1 355	1 567
	Boussalem	4,0	0	362	724
Kasserine	Kasserine	13,2	59 760	62 210	64 660
	Sbeitla	2,3	2 950	3 463	3 975
Kébili	Kébili	2,5	8 000	8 500	9 000
	Jemna	22,9	500	2 250	4 000
	Douz	5,8	25 000	26 000	27 000
	El Golaa	3,1	0	375	750
	Kébili Nord	39,4	0	7 040	14 080
	Kébili Sud	22,9	0	3 750	7 500
	Douz Sud	17,3	0	1 500	3 000
Kef	Tajerouine	2,0	5 825	6 025	6 225
	Kef	3,6	44 191	44 691	45 191
Sfax	Mahres	18,7	18 325	19 700	21 075
	Sakiet Ezzit	122,8	7 795	10 807	13 819
	Chihia	19,2	6 529	8 510	10 491
	Sakiet Eddaier	24,1	13 340	28 123	42 905
	Agareb	8,1	0	1 500	3 000
	Jebeniana	10,0	0	1 175	2 350
	Hencha	12,0	0	1 425	2 850
Sidi Bouzid	Sidi Bouzid	10,3	32 770	33 785	34 800
Siliana	Siliana	0,0	2 773	2 773	2 773
	Krib	3,2	0	4 000	8 000
	Bou Arada	0,0	2 569	2 569	2 569
Zaghouan	Hammam Zriba	2,3	10 701	10 701	10 701
	El Fahs	0,0	17 700	17 700	17 700
	Zaghouan	4,6	0	6 238	12 475
Total		416,1	327 631	389 055	450 478

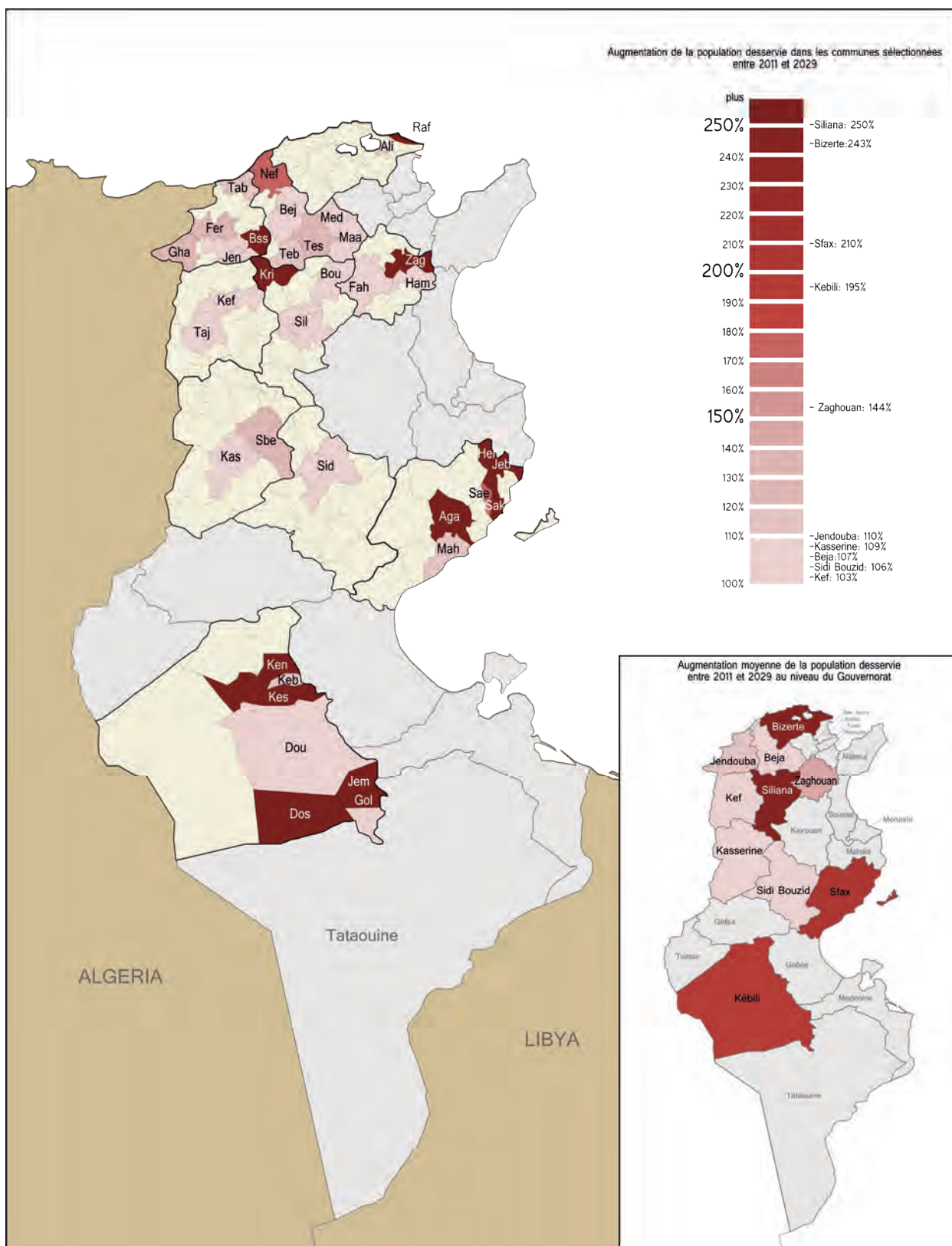


Figure 5.2-3 : Augmentation de la population desservie entre 2011 et 2029

5.2.9.2 Bénéfices escomptés par le Projet

Selon le paragraphe 5.2.8, on prévoit les bénéfices suivants pour ce projet F/S.

- a) Augmentation de la production agricole en augmentant l'utilisation des eaux souterraines (par le calcul du TRI, on estime les bénéfices à 0,2 millions de TND) ;
- b) Diminution des dépenses médicales et du coût de la mortalité infantile diarrhéique par l'amélioration de la qualité de l'eau (par le calcul du TRI, les bénéfices estimés s'élèvent à 3,7 millions de TND dans le Cas 1, 6,7 millions de TND dans le Cas 2, 6,9 millions de TND dans le Cas 3).

5.2.10 Résumé de l'aspect économique du projet

A partir de l'étude ci-dessus, on a abouti aux conclusions suivantes.

5.2.10.1 Résumé de l'étude de rentabilité

Du point de vue général de l'investissement, ce FIRR est très bas. Cela vient du fait que c'est un projet public dont il est difficile de facturer le coût aux utilisateurs.

En se basant sur l'étude ci-dessus, le Cas 2 présente le résultat financier le plus élevé, avec des besoins de capitaux globaux de 234,1 millions de TND, et obtient un FIRR de 2,36 % avec un coût de base de 0,7 TND/m³; même avec un tarif actuel de 0,5 TND/m³, un FIRR positif est attendu. En outre, le ratio de couverture (DSCR) pour la 8^{ème} année de remboursement et les années ultérieures indique également plus de un (1), ce qui témoigne de flux de trésorerie sains.

5.2.10.2 Tarif de l'assainissement

On prévoit que le prix de vente augmente. Dans cette étude, tous les cas montrent une économie financière saine quand le scénario de base est appliqué, mais si les gens ne peuvent accepter ce tarif du scénario de base, il est recommandé d'appliquer l'idée d'une subvention par le GdT.

5.2.10.3 Impact économique

Le TRI de ce projet F/S est estimé à 5,7% dans le Cas 1, 6,8% dans le Cas 2, et 6,2% dans le Cas 3, ce qui n'est pas vraiment élevé, mais qui peut permettre de conclure que l'investissement sera positif en tant que projet de développement.

5.3 CALENDRIER DE MISE ŒUVRE DU PROJET

5.3.1 Taux d'avancement de la construction

Le taux d'avancement des travaux de construction est présenté dans le Tableau 5.3-1.

Tableau 5.3-1: Taux d'avancement de la construction

Cas	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	7%	17%	24%	24%	21%	7%
2	8%	18%	22%	23%	21%	8%
3	8%	19%	22%	22%	21%	8%

5.3.2 Calendrier de mise œuvre du Projet pour les STEP

Les installations seront implantées selon le calendrier de mise œuvre du Projet indiqué sur la Figure 5.3-2. La première tâche sera de sélectionner les Consultants Internationaux (voir figure 5.3-1). Ensuite, il faudra sélectionner le contractant en 2016 lot par lot pour un total de 4 lots. Les travaux sur les STEP auront lieu de 2016 à 2019. Pendant que les travaux civils et électriques seront menés, les équipements électriques et mécaniques seront achetés et installés. Les travaux de construction seront terminés et les STEP commenceront leur exploitation en 2020.

5.3.3 Calendrier de mise œuvre du Projet pour les Réseaux et Stations de Pompes

Les installations seront mises en place selon le calendrier de mise œuvre du Projet indiqué sur la Figure 5.3-3. La sélection des contractants locaux aura lieu chaque année de 2014 à 2017 pour un total de trois fois.

Chapitre V. Estimation des coûts

N°	Tâche	Début	Fin	2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021			
				T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
1	Procédure JICA: Echange de notes, Accord de prêt, etc.	2012/01/01	2012/09/30	■																																							
2	Période de prêt	2012/10/01	2021/12/31					■				■				■				■				■				■				■				■							
3	Preparation of shortlist	2012/07/01	2012/09/30	■																																							
4	Appel d'offre pour la sélection du consultant	2012/10/01	2013/03/31					■																																			
4-1	Evaluation et sélection du consultant	2013/04/01	2013/09/30					■																																			
4-2	Approbation du contrat (Japon et Tunisie)	2013/10/01	2013/12/31					■																																			
5	Avant-Projet Détaillé, EIE, Préparation du Dossier d'Appel d'Offre	2014/01/01	2014/12/31									■																															
6	Supervision de la construction	2016/04/01	2019/12/31																	■				■				■				■				■							

Figure 5.3-1: Calendrier de mise œuvre du Projet pour les services de consultant

N°	Tâche	Début	Fin	2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021			
				T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
1	Procédure JICA: Echange de notes, Accord de prêt, etc.	2012/01/01	2012/09/30	■																																							
2	Période de prêt	2012/10/01	2021/12/31					■				■				■				■				■				■				■				■				■			
3	Appel d'offre (ICB) pour sélection de l'entrepreneur lots 1 à 4	2015/01/01	2016/12/31									■				■																											
3-1	Evaluation et sélection de l'entrepreneur par l'ONAS	2015/07/01	2017/06/30									■				■																											
3-2	Approbation du contrat	2016/01/01	2017/09/30									■				■																											
4	Période de construction: Lot 1 (Beja)	2016/10/01	2018/06/30													■				■																							
4-1	Etudes topographiques et géotechniques	2016/04/01	2016/09/30					■																																			
4-2	Travaux de Génie Civil	2016/10/01	2017/09/30									■				■																											
4-3	Equipements mécaniques et électriques	2017/07/01	2018/03/31													■				■																							
5	Période de construction: Lot 2 (Medjez el Bab)	2017/04/01	2018/12/31													■				■																							
5-1	Etudes topographiques et géotechniques	2016/10/01	2017/03/31					■																																			
5-2	Travaux de Génie Civil	2017/04/01	2018/03/31									■				■																											
5-3	Equipements mécaniques et électriques	2018/01/01	2018/09/30													■				■																							
6	Période de construction: Lot 3 (Tabarka, Jendouba)	2017/10/01	2019/06/30																	■				■																			
6-1	Etudes topographiques et géotechniques	2017/04/01	2017/09/30					■																																			
6-2	Travaux de Génie Civil	2017/10/01	2018/09/30									■				■																											
6-3	Equipements mécaniques et électriques	2018/07/01	2019/03/31													■				■																							
7	Période de construction: Lot 4 (Siliana)	2018/04/01	2019/12/31																	■				■																			
7-1	Etudes topographiques et géotechniques	2017/10/01	2018/03/31					■																																			
7-2	Travaux de Génie Civil	2018/04/01	2019/03/31									■				■																											
7-3	Equipements mécaniques et électriques	2019/01/01	2019/09/30																	■				■																			
8	Période de garantie	2018/07/01	2021/12/31																									■				■				■				■			

Figure 5.3-2: Calendrier de mise œuvre du Projet pour les STEP

Chapitre V. Estimation des coûts

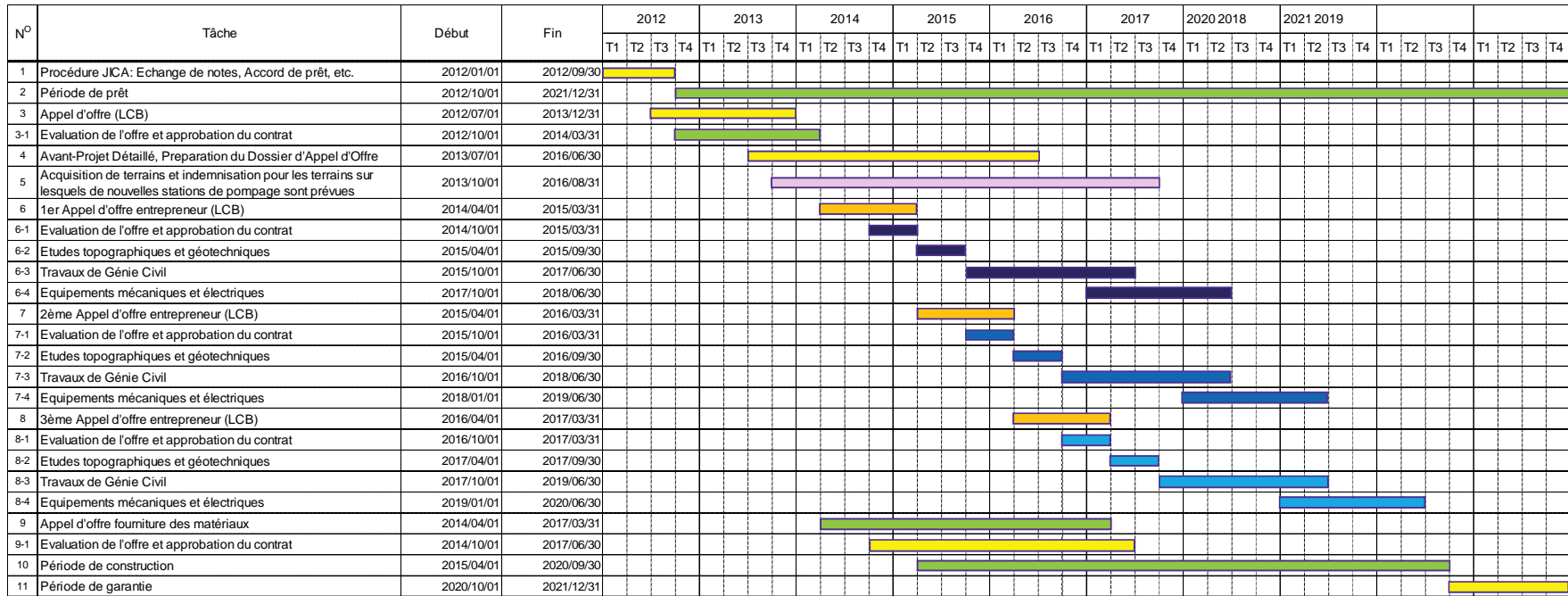


Figure 5.3-3: Calendrier de mise œuvre du Projet pour les Réseaux et Stations de Pompage

5.4 CADRE DE LA MISE EN ŒUVRE

Le Projet sera principalement mis en œuvre sous le contrôle de l’ONAS et des consultants du projet après l’étude de la JICA.

5.4.1 Structure organisationnelle pour la mise en œuvre

Concernant la structure organisationnelle pour la mise en œuvre du Projet, selon les services requis par les divers stades des projets, l’ONAS utilise de manière appropriée les départements responsables dans son siège, dans le département régional et dans la direction régionale de l’ONAS.

5.4.1.1 Structure organisationnelle du siège de l’ONAS

5.4.1.1.1 Organisation du siège de l’ONAS

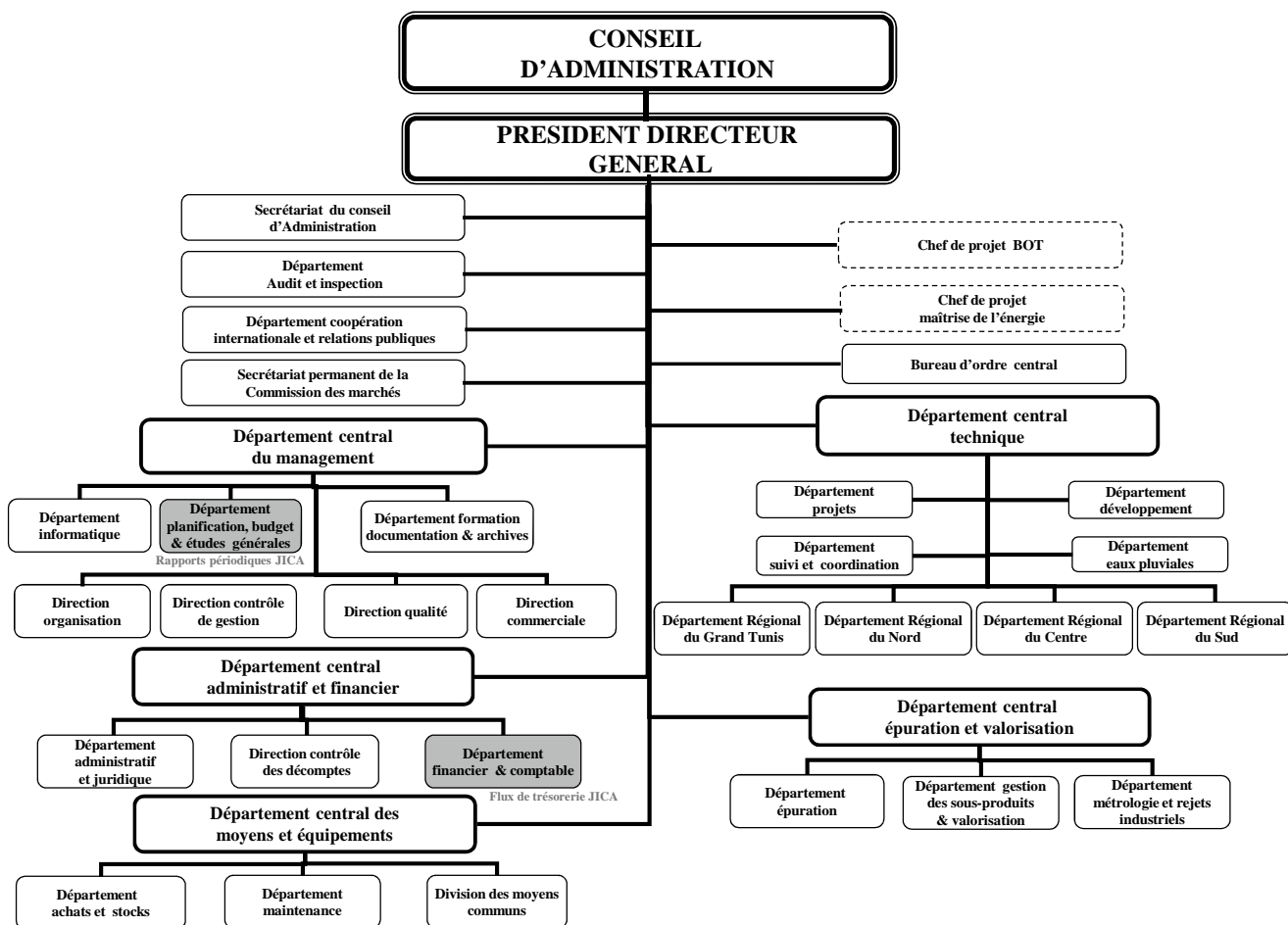


Figure 5.4-1: Diagramme organisationnel du siège de l’ONAS

5.4.1.1.2 Effectifs du siège de l'ONAS

Le tableau 5.4-1 ci-après présente les effectifs du siège de l'ONAS en utilisant les critères de classification professionnelle suivants :

- La classification « Cadre » correspond aux salariés exerçant des fonctions d'autorité, de décision supposant une formation constatée par un diplôme du second cycle de l'enseignement supérieur général ou spécialisé (par exemple directeur ou assistant directeur d'une direction) ;
- La classification « Exécution » correspond aux agents d'exécution, c'est-à-dire aux salariés qui remplissent des fonctions de responsabilité exigeant une spécialisation technique, éditoriale, administrative ou commerciale (par exemple agents de bureau, chef de chantier, ouvriers, mécaniciens) ;
- La classification « Maîtrise » correspond aux agents de maîtrise, c'est-à-dire aux salariés chargés de l'encadrement direct ou indirect des autres salariés (formation, conseils, suivi et contrôle du travail).

Tableau 5.4-1 : Effectifs du siège de l'ONAS

	Cadre	Exécution	Maîtrise	Effectif total
Siège de l'ONAS	251	432	180	863
Direction Générale	14	13	13	40
Secrétariat du Conseil d'Administration	1	2	0	3
Département Audit et Inspection	15	10	3	28
Secrétariat permanent de la Commission des marchés	13	5	7	25
Département Coopération Internationale et Relations Publiques	5	2	1	8
Département Central de Management	22	4	3	29
Département Planification, Budget et Etudes	11	2	2	15
Département informatique	10	4	9	23
Département Formation, Documentation et Archives	8	7	5	20
Département Central Administratif et Financier	5	5	2	12
Département Administratif et Juridique	24	73	31	128
Département Financier et Comptable	25	15	20	60
Département Central des Moyens et Equipements	5	32	11	48
Département Achats et Stocks	11	27	8	46
Département Maintenance	13	90	24	127
Département Central Epuration et Valorisation	1	2	0	3

	Cadre	Exécution	Maîtrise	Effectif total
Département Epuration	20	116	27	163
Département Gestion des Sous-produits et Valorisation	3	1	1	5
Département Métrologie et Rejets Industriels	8	2	4	14
Département Central Technique	3	3	0	6
Département Développement	14	4	2	20
Département des Projets	10	3	6	19
Département Suivi et Coordination	8	7	1	16
Département Eaux Pluviales	2	3	0	5

5.4.1.1.3 Capacité de traitement de marchés par le siège de l'ONAS

Au regard des documents fournis par l'ONAS concernant les marchés passés par certains départements du siège de l'ONAS durant l'année 2010, nous pouvons avoir un aperçu des capacités de traitement de marchés de l'agence.

Le tableau 5.4-2 suivant résume la capacité de traitement de marchés en mettant en parallèle le nombre et le montant des marchés passés par chaque département en 2010.

Tableau 5.4-2 : Traitement des marchés par le siège de l'ONAS en 2010

Département de l'ONAS Central	Traitement annuel marchés (2010)		
	Nombre de marchés passés	montant total (TND)	montant moyen du marché (TND)
Département Achat et Approvisionnement	35	69 263 593	1 978 960
Département Développement	3	477 132	159 044
Département Maintenance	8	2 088 611	261 076
Département Administratif et Juridique	1	1 126 152	1 126 152

5.4.1.2 Structure organisationnelle des Départements Régionaux de l'ONAS

5.4.1.2.1 Organisation des Départements Régionaux de l'ONAS

L'ONAS comprend les 4 Départements Régionaux donnés en Figure 5.4-2.

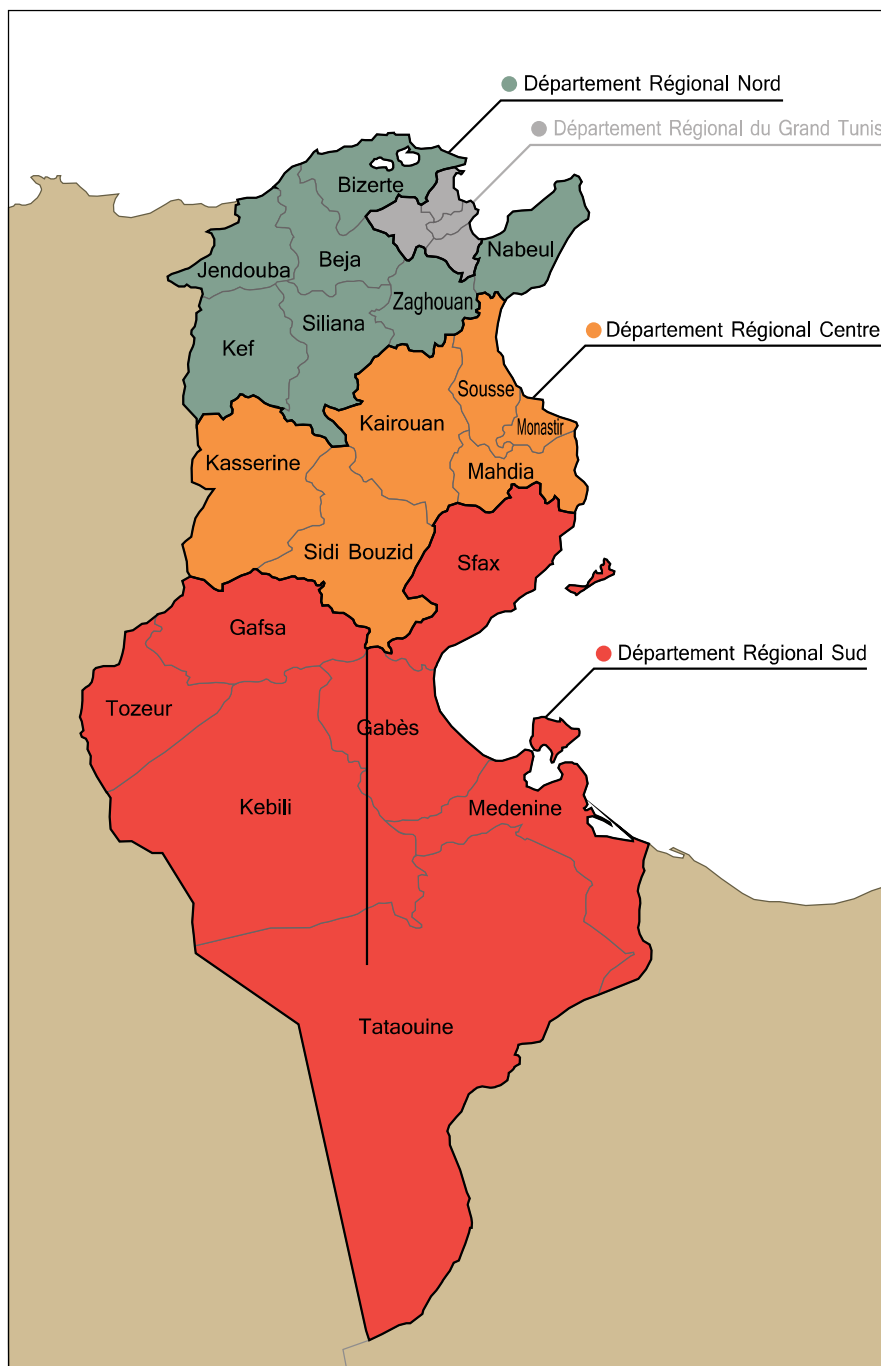


Figure 5.4-2: Zones de juridiction des Départements Régionaux de l'ONAS

Le schéma ci-après montre l'organisation d'un Département Régional de l'ONAS (exemple du Département Régional Nord). Les autres Départements Régionaux sont le Département Régional du Grand Tunis (non concerné par le projet), le Département Régional Centre et le Département Régional Sud, et disposent tous du même schéma organisationnel.

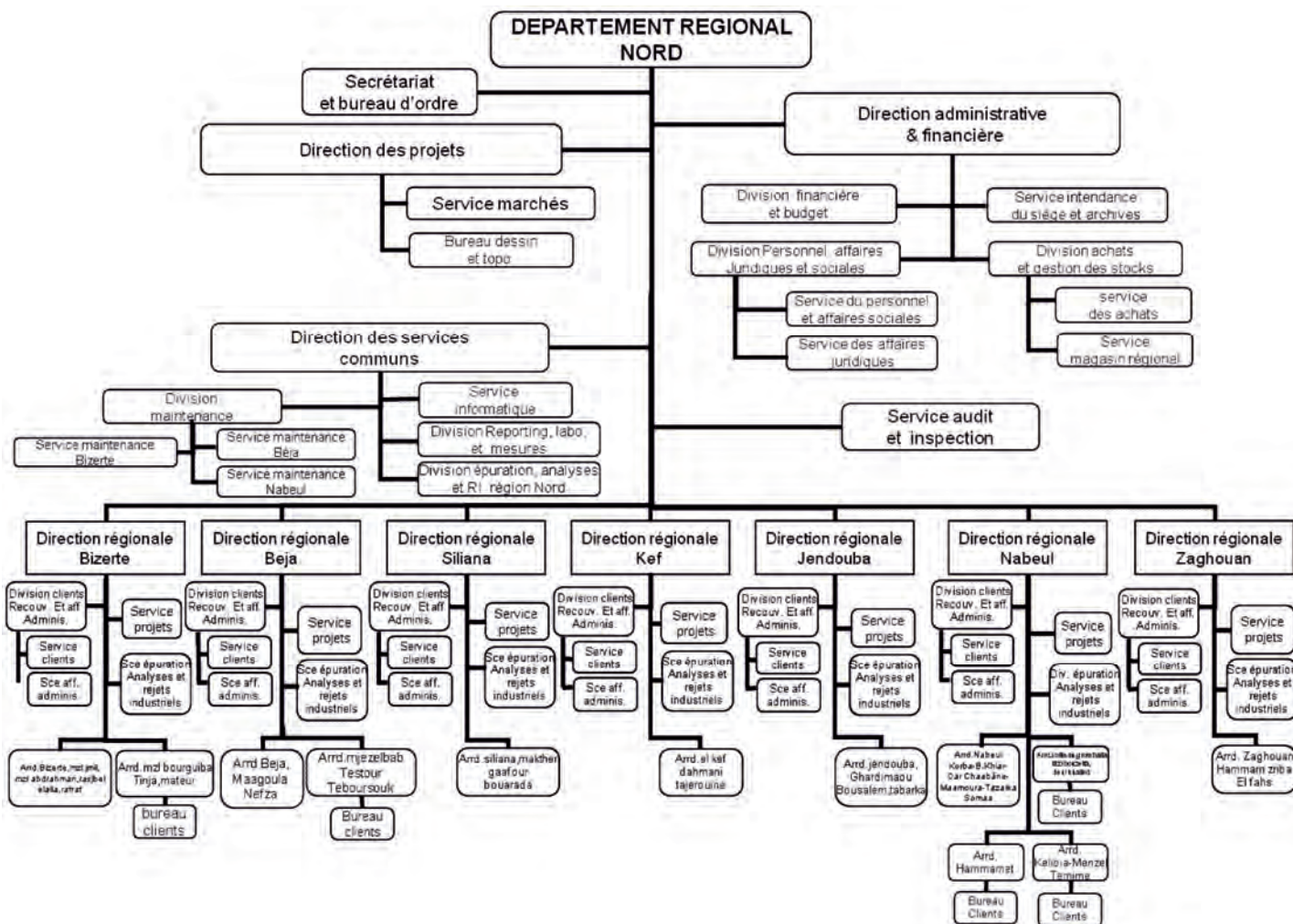


Figure 5.4-3: Diagramme organisationnel d'un Département Régional de l'ONAS

5.4.1.2.2 Effectifs des Département Régionaux de l'ONAS

Le tableau 5.4-3 ci-après présente les effectifs des Département Régionaux de l'ONAS en utilisant les critères de classification professionnelle précisés précédemment (5.4.1.1 b).

Tableau 5.4-3 : Effectifs des Département Régionaux de l'ONAS

Départements régionaux de l'ONAS	Cadre	Exécution	Maîtrise	Effectif total
Département Régional NORD	65	730	192	987
Département régional Nord	2	4	3	9
Direction Administrative et Financière	6	15	6	27
Direction Projets	8	5	13	26
Direction des Services Communs	5	18	9	32
Direction Régionale de Zaghouan	4	40	7	51
Direction Régionale de Nabeul*	7	183	40	230
Direction Régionale de Jendouba	5	106	25	136
Direction Régionale de Kef	4	41	11	56
Direction Régionale de Siliana	1	71	12	84
Direction Régionale de Beja	11	121	35	167
Direction Régionale de Bizerte	12	126	31	169

Département Régional CENTRE	90	627	202	919
Département régional Centre	7	8	3	18
Direction Administrative et Financière	9	19	6	34
Direction Projets	16	15	29	60
Direction des Services Communs	10	33	12	55
Direction Régionale de Sousse*	12	186	45	243
Direction Régionale de Monastir*	17	176	55	248
Direction Régionale de Mahdia*	6	55	13	74
Direction Régionale de Kasserine	4	54	10	68
Direction Régionale de Kairouan*	7	59	19	85
Direction Régionale de Sidi Bouzid	2	22	10	34

Département Régional SUD	55	412	145	612
Département régional Sud	1	3	3	7
Direction Administrative et Financière	5	20	8	33
Direction Projets	10	6	19	35
Direction des Services Communs	8	23	15	46
Direction Régionale de Sfax	7	107	34	148
Direction Régionale de Gabès*	5	51	16	72
Direction Régionale de Médine*	7	64	15	86
Direction Régionale de Tatouine*	2	20	3	25
Direction Régionale de Gafsa*	5	61	13	79
Direction Régionale de Tozeur*	2	47	12	61
Direction Régionale de Kébili	3	10	7	20

(*) Gouvernorats non-concernés par le projet, Source : ONAS

5.4.1.2.3 Capacité de traitement de marchés par les Départements Régionaux de l'ONAS

Le tableau 5.4-4 suivant résume la capacité de traitement de marchés en mettant en parallèle le nombre et le montant des marchés passés par chaque Département Régional en 2010.

Tableau 5.4-4 : Traitement des marchés par les Département Régionaux de l'ONAS en 2010

Départements régionaux de l'ONAS	Traitement annuel marchés (2010)		
	Nombre de marchés passés	montant total (TND)	montant moyen du marché (TND)
Département Régional Nord	34	29 011 073	853 267
Département Régional Centre	41	23 804 316	580 593
Département Régional Sud	36	22 950 227	637 506

5.4.2 Organisation des étapes ultérieures du projet

5.4.2.1 Station d'épuration (STEP)

Concernant la fourniture de consultants pour le projet et d'entrepreneurs pour les éléments liés aux STEP, l'Appel à la concurrence internationale (ICB) est le meilleur moyen de satisfaire les exigences techniques et les services requis pour les Projets.

Sous la responsabilité de l'ONAS, les consultants du projet fourniront leurs services de conseil technique particulièrement pour les éléments liés aux STEP afin de garantir la qualité de la Conception détaillée (DD) / Avant-Projet Détaillé (APD) et de l'exécution, puisque certains équipements de pointe, tels qu'un système de digestion anaérobie, etc., pour lequel l'ONAS n'a pas suffisamment d'expérience, sera installé pour le Projet.

5.4.2.1.1 Préparation des études d'exécution

Le Département de Développement et le Département Projets du Département Central Technique, en concertation avec les Direction Projets des Départements Régionaux concernés, en prenant compte les avis des Services Projet des Directions Régionales concernées, est responsable de l'élaboration des études d'exécution, c'est-à-dire des études d'Avant-projet Détaillé (APD), des Dossiers d'Appel d'Offres (DAO) et des Etudes d'Impact Environnementales (EIE).

Concernant l'EIE, l'Agence nationale pour la protection environnementale (ANPE), sous le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement (MAE), est l'agence responsable du processus EIE.

L'ANPE fournit les TDR pour l'EIE et a autorité pour examiner et approuver les rapports de l'EIE. L'ANPE vérifie également les rapports de surveillance préparés par l'ONAS, en conformité avec les conditions définies dans le Plan de gestion environnementale (PGE) du Projet.

5.4.2.1.2 Phase de Construction

Le Département de Développement et le Département Projets du Département Central Technique, en concertation avec les Direction Projets des Départements Régionaux concernés, est responsable de l'élaboration du Dossier d'Appel d'Offre (DAO), du lancement de l'appel d'offre et de la préparation des contrats pour la sélection des entrepreneurs pour les travaux.

Le contrôle et l'approbation du projet d'exécution, sont à la charge du Département Projets du Département Central Technique, en concertation avec les Direction Projets des Départements Régionaux concernés. Les mêmes départements sont chargés du contrôle de la construction, même si la gestion de la sécurité sur le site des travaux revient à l'entrepreneur contractant.

Le rapport périodique de l'état du projet à la JICA est élaboré par le Département Planification, Budget et Etudes Générales du Département Central de Management. La comptabilité et la facturation à la JICA, quant à elles, sont effectuées par le Département Financier et Comptable du Département Central Administratif et Financier.

5.4.2.1.3 Exploitation et Maintenance (O&M)

L'exploitation des STEP revient au Service Epuration de la Direction Régionale concernée, à tous les services de la Direction des Services Communs (Maintenance, etc.) du Département Régional concerné, ainsi qu'au Département Central Epuration et Valorisation.

Un responsable nommé dans chaque STEP est en charge des opérations quotidiennes et de la préparation des rapports d'exploitation mensuels et annuels.

Il est également responsable du contrôle et de la surveillance de l'oxydation et des boues dans le réservoir d'aération, de la qualité des eaux d'écoulement, des déchets solides, etc.

Pour surveiller la qualité de l'eau selon les paramètres fournis par les normes Tunisiennes, des échantillons d'eau sont analysés dans le laboratoire établi dans chaque centre de service de maintenance régional.

5.4.2.2 Réseaux et Stations de pompage

Pour les éléments liés aux réseaux et aux stations de pompage, l'ONAS dispose de suffisamment d'expérience pour mettre en œuvre des projets à échelle similaire avec un entrepreneur local, et des consultants de projet ne sont pas a priori nécessaires.

Ainsi, pour les interventions sur les réseaux et les stations de pompage, le choix des entrepreneurs peut être effectué par un Appel d'offres local (LCB) parmi les entrepreneurs de Tunisie.

5.4.2.2.1 Préparation des études d'exécution

Tout d'abord, la direction régionale de l'ONAS mène une étude topographique et prépare les plans et documents d'appel d'offre pour sélectionner les entrepreneurs.

Les Directions des Projets de chaque Département régional en collaboration avec les Services Projet des Directions Régionales concernées, sont responsables de l'élaboration des études d'exécution c'est-à-dire des études d'Avant-projet Détaillé (APD) et des Dossiers d'Appel d'Offres (DAO).

5.4.2.2.2 Construction

La Directions Projets du Département régional concerné, sans intervention du siège de l'ONAS, est en charge de toutes les démarches administratives liées à la construction, à savoir l'élaboration du Dossiers d'Appel d'Offre (DAO), le lancement de l'appel d'offre et la préparation des contrats pour la sélection des entrepreneurs en charge des travaux.

Le contrôle et l'approbation du projet d'exécution sont à la charge de cette même Direction Projets des Départements Régionaux concernés. Celle-ci est aussi chargée du contrôle de la construction, même si la gestion de la sécurité sur le site des travaux revient à l'entrepreneur contractant.

Le rapport périodique de l'état du projet à la JICA est élaboré par le Département Planification, Budget et Etudes Générales du Département Central de Management. La comptabilité et la facturation à la JICA, quant à elles, sont effectuées par le Département Financier et Comptable du Département Central Administratif et Financier.

5.4.2.2.3 Exploitation et Suivi

L'exploitation est réalisée au niveau de l'Arrondissement par les Directions Régionales en collaboration avec tous les services (maintenance etc.) de la Direction des Services Communs du Département Régional concerné.

Le suivi est réalisé au niveau de l'Arrondissement par les Directions Régionales en collaboration avec tous les services (maintenance etc.) de la Direction des Services Communs du Département Régional concerné, avec un contrôle du Département Suivi et Coordination du Département Central Technique de l'ONAS central.

5.4.2.3 Enregistrement MDP

Au sein de l'ONAS, c'est le Département Epuration du Département Central Epuration et Valorisation qui est responsable de tous les travaux administratifs liés à l'enregistrement MDP, incluant la préparation d'un Document de Conception de projet (PDD).

En Tunisie, le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement est assigné en tant que directeur de l'Autorité Nationale Désignée (AND) dont les membres principaux sont les suivants :

- Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement ;
- Ministère des Affaires étrangères ;
- Ministère du Planning et de la Coopération Internationale ;
- Ministère des Finances ;
- Union Tunisienne de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat ;
- Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche ;
- Banque Centrale de Tunisie, etc.

L'AND est responsable du processus d'examen et d'approbation des projets MDP (Mécanisme de Développement Propre), de l'émission des Lettres d'approbation, des rapports annuels des activités MDP en Tunisie et de la définition des critères de détermination de la contribution du projet pour le développement durable du pays.

5.4.3 Vérification de la capacité de mise en œuvre et recommandations pour l'allotissement du marché

Le partage en lots des marchés des services de consultants et des entrepreneurs doit être organisé en conformité avec la structure et la capacité organisationnelle de l'ONAS, tel que :

- Au regard de l'organisation de l'ONAS, dont l'organe d'exécution est décentralisé au niveau régional, les lots devraient être distribués aux trois (3) Département Régionaux ou aux dix (10) Directions Régionales de chaque gouvernorat, et ce, selon chaque type de contrat ;
- Le montant de chaque lot doit être examiné avec attention au regard de la capacité annuelle de traitement de l'ONAS (Tableau 5.4-4) ;
- Dans le cas où un contrat dépasse 17 millions de TND (1 milliard de JPY), une étape de pré-qualification sera appliquée à la procédure de sélection de l'entrepreneur.

Au vu des conditions ci-dessus et afin d'optimiser la période de construction en évitant la procédure de pré-qualification, le montant de chaque lot doit être compris entre 10 et 15 millions de TND et la période fixée à deux (2) ans maximum pour correspondre à la capacité des agences régionales de l'ONAS.

En outre, une coordination entre le siège et les offices régionaux de l'ONAS sera la clef d'une mise en œuvre harmonieuse du projet.

5.4.4 Allotissement du marché

5.4.4.1 Station d'épuration (STEP)

5.4.4.1.1 Préparation des études, supervision du projet d'exécution et des travaux

La préparation des études, à savoir, Avant-projet Détaillé (APD), Dossiers d'Appel d'Offres (DAO) et Etudes d'Impact Environnemental (EIE) pour toutes les STEP est regroupée en un lot unique. La supervision du projet d'exécution et des travaux pour toutes les STEP est regroupée avec ce même lot unique.

Tableau 5.4-5 : Allotissement pour les études et la supervision des travaux des STEP (1 lot)

Désignation du lot	Nombre de lots	Département de l'ONAS responsable
STEP de Béja, Medjez el Bab, Jendouba, Tabarka et Siliana	1 lot	Direction Développement et Direction Projets (DCT) Direction Projets (Département Régional concerné) Service Projet (Direction Régionale concernée)

5.4.4.1.2 Construction:

Les travaux de réhabilitation et d'extension sur les STEP sont divisés en 4 lots.

La logique d'allotissement conduit à un lot pour chaque STEP, sauf pour les STEP de Tabarka et de Jendouba qui, du fait de la proximité géographique (même gouvernorat de Jendouba) et de la correspondance institutionnelle (même Département Régional responsable), sont regroupées en un lot unique. Les STEP de Béja et de Medjez el Bab auraient pu être regroupées selon la même logique, mais au vu de la grande complexité technique des travaux prévus dans la STEP de Béja (prétraitement etc.), celles-ci font l'objet d'un allotissement spécifique.

Tableau 5.4-6 : Allotissement pour les travaux des STEP (4 lots)

Désignation du lot	Nombre de lots	Département de l'ONAS responsable
STEP de Béja	1 lot	Direction Développement et Direction Projet (DCT) Direction Projet (Département Régional Nord)
STEP de Medjez el Bab	1 lot	Direction Développement et Direction Projet (DCT) Direction Projet (Département Régional Nord)
STEP de Tabarka	1 lot	Direction Développement et Direction Projet (DCT) Direction Projet (Département Régional Nord)
STEP de Jendouba		
STEP de Siliana	1 lot	Direction Développement et Direction Projet (DCT) Direction Projet (Département Régional Nord)

5.4.4.2 Réseau et Stations de pompage

5.4.4.2.1 Préparation des études

Les études d'Avant-projet Détaillé (APD) et de Dossiers d'Appel d'Offres (DAO) pour les réseaux et les stations de pompage sont divisées en 10 lots.

La logique d'allotissement conduit à un lot dans chaque Direction Régionale concernée par le projet, puisque c'est l'échelon de l'ONAS compétent pour cette étape du projet.

Pour des raisons de proximité géographique et du nombre peu important d'interventions prévues, nous ne prévoyons qu'un seul lot pour les deux gouvernorats de Kasserine et Sidi Bouzid, et un seul lot pour les deux gouvernorats de Kef et Siliana.

Le tableau 5.4-7 présente l'allotissement pour les études d'exécution des réseaux et stations de pompage.

Tableau 5.4-7 : Allotissement pour les études d'exécution des réseaux et stations de pompage (10 lots)

Gouvernorat	Nb de lots	Longueur du réseau et nombre de stations de pompage						Département de l'ONAS responsable
		Cas 1		Cas 2		Cas 3		
		L (km)	Nb SP	L (km)	Nb SP	L (km)	Nb SP	
BEJA	1 lot	27,6	3	43,7	5	44,8	6	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Beja)
BIZERTE	1 lot	6,7	2	8,7	2	8,7	2	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Bizerte)
JENDOUBA	1 lot	47,9	7	54,2	8	67,7	11	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Jendouba)
KASSERINE / SIDI BOUZID	1 lot	26,2	1	72,1	1	72,1	1	Direction Projet (Département Régional Centre) Service Projet (Direction Régionale Kasserine /Sidi Bouzid)
KEBILI	1 lot	33,2	4	41,5	5	124,2	12	Direction Projet (Département Régional Sud) Service Projet (Direction Régionale Kébili)
KEF / SILIANA	1 lot	28,3	2	44,8	6	44,8	6	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Kef/ Siliana)
SFAX	3 lots	0	0	201,6	0	231,7	1	Direction Projet (Département Régional Sud) Service Projet (Direction Régionale Sfax)
ZAGHOUAN	1 lot	48,2	3	66,7	3	68,3	4	Direction Projet (Département Régional Nord) Service Projet (Direction Régionale Zaghouan)
Total	10 lots	218,3	22	533,4	30	662,4	43	

5.4.4.2.2 Construction

Les travaux de réhabilitation et d'extension des réseaux et stations de pompage sont divisés en 23 lots.

Au vu de l'importance du marché, la logique d'allotissement s'est faite dans une quadruple volonté de facilitation de la mise en œuvre :

- Facilitation du traitement par l'ONAS par la réduction autant que possible du nombre de marchés ;
- Stimulation de la concurrence entre les entreprises tunisiennes par la réduction autant que possible du montant des marchés ;
- Facilitation de la réalisation opérationnelle des travaux par les entrepreneurs, en plafonnant le linéaire de réseau à réhabiliter/étendre des lots à moins de 50km et en séparant les lots réhabilitation et extension ;
- Facilitation et raccourcissement de la procédure par la limitation du coût de construction des lots à moins de 17 millions de TND (1 milliard de JPY) et ainsi non-application de la procédure de pré-qualification prévue par la JICA.

Le tableau 5.4-8 présente l'allotissement pour les travaux des réseaux et stations de pompage.

Tableau 5.4-8 : Allotissement pour les travaux des réseaux et stations de pompage (23 lots)

Gouvernorat	Désignation du lot	Numéro du lot	Longueur totale du réseau (km)	Longueur moyenne du réseau par lot (km)	Nb de Stations de Pompage	Montant total (TND)	Montant moyen par lot (TND)	Département de l'ONAS responsable
BEJA*	Réhabilitation	1-1-1	35,3	35,3	1	8 985 597	8 985 597	Direction Projets (Département Régional Nord)
	Extension	1-2-1	9,6	9,6	5	2 195 363	2 195 363	
	Total	2 lots	44,8		6	11 180 960		
BIZERTE*	Réhabilitation	2-1-1	8,7	8,7	2 (Ex)	2 224 942	2 224 942	Direction Projets (Département Régional Nord)
	Total	1 lot	8,7		2	2 224 942		
JENDOUBA*	Réhabilitation	3-1-1	32,9	32,9	5	9 541 140	9 541 140	Direction Projets (Département Régional Nord)
	Extension	3-2-1	34,8	34,8	6	5 558 028	5 558 028	
	Total	2 lots	67,7		11	15 099 168		
KASSERINE / SIDI BOUZID*	Réhabilitation	4-1-1	48,2	24,1	0	11 619 018	5 809 509	Direction Projets (Département Régional Centre)
		4-1-2		24,1			5 809 509	
	Extension	4-2-1	24,0	24,0	1	3 207 813	3 207 813	
	Total	3 lots	72,1		1	14 826 831		
KEBILI	Réhabilitation	5-1-1	10,3	10,3	2	2 918 944	2 918 944	Direction Projets (Département Régional Sud)
	Extension	5-2-1	113,9	38,0	10	17 971 261	5 990 420	
		5-2-2		38,0			5 990 420	
		5-2-3		38,0			5 990 420	
	Total	4 lots	124,2		12	20 890 205		
KEF / SILIANA*	Réhabilitation	6-1-2	26,7	26,7	3	6 240 559	6 240 559	Direction Projets (Département Régional Nord)
	Extension	6-2-1	18,1	18,1	4	3 678 037	3 678 037	
	Total	2 lots	44,8		6	9 918 596		
SFAX*	Réhabilitation	7-1-1	15,1	15,1	0	4 757 600	4 757 600	Direction Projets (Département Régional Sud)
	Extension	7-2-1		216,6			43,3	
		7-2-2	43,3		6 371 193			
		7-2-3	43,3		6 371 193			
		7-2-4	43,3		6 371 193			
		7-2-5	43,3		6 371 193			
	Total	6 lots	231,7		1	36 613 564		
ZAGHOUAN	Réhabilitation	8-1-1	62,0	31,0	0	15 649 833	7 824 916	Direction Projets (Département Régional Nord)
		8-1-2		31,0			7 824 917	
	Extension	8-2-1	6,3	6,3	4	1 879 609	1 879 609	
	Total	3 lots	68,3		4	17 529 442		
Total	23 lots	662,4		43	128 283 708			

* Dans ces gouvernorats, les interventions listées ci-dessous comprennent à la fois des Réhabilitations (Rh) et des Extensions (Ex), mais puisqu'elles sont regroupées, nous devons envisager une classification unique au groupe : Rh ou Ex.

Le choix de classification Rh ou Ex est basé sur la proportion de ces deux types dans le coût d'investissement : si la majorité du coût d'investissement provient des interventions de Réhabilitation, alors le groupe sera classé Rh, dans le cas contraire, il sera classé Ex.

Codes des groupes d'interventions	Classification adoptée
BIZ-Raf-RS-Rh-1, BIZ-Raf-SP-Ex-1, BIZ-Raf-SP-Ex-2	Rh
BEJ-Maa-RS-Rh-1, BEJ-Maa-SP-Ex-1	Rh
SIL-Bou-RS-Rh-1, SIL-Bou-SP-Ex-1	Rh
JEN-Tab-RS-Ex-1, JEN-Tab-SP-Rh-1	Ex
SFA-Sfv-RS-Ex-5, SFA-Sfv-RS-Rh-6, SFA-Sfv-SP-Ex-1	Ex
SID-Sid-RS-Rh-7, SID-Sid-RS-Ex-5, SID-Sid-RS-Ex-6	Rh

5.4.4.2.3 Fourniture

La fourniture pour les réseaux et les stations de pompage est séparé en 3 marchés divisés chacun en 3 lots, soit 9 lots au total.

La division des marchés fournisseurs correspond à la stratégie habituelle que l'ONAS adopte pour tous les projets, à savoir, un marché pour la fourniture des conduites, un marché pour la fourniture des pièces en fonte (plaque des regards de visite) et un marché pour la fourniture et le montage des équipements pour les stations de pompage.

La logique d'allotissement conduit à un lot par Département Régional car c'est l'échelon responsable des achats et de la fourniture.

Les Tableaux ci-après présentent les détails de l'allotissement des marchés pour la fourniture des conduites (Tableau 5.4-9), des pièces en fonte pour les regards de visite (Tableau 5.4-10) et des équipements pour les stations de pompage (Tableau 5.4-11).

Tableau 5.4-9 : Allotissement du marché de fourniture pour les conduites (3 lots)

Département Régional	Gouvernorat	Type de conduite		Prix moyen d'achat (TND/m)	Longueur (km)	Coût (TND)	Total Coût et Longueur	
Dpt. Rég. Nord 1 lot	Béja	Conduite gravitaire	PVC	250	24	41,5	995 208	
				315	38,2	1,5	57 071	
				400	61,2	0,8	60 404	
		Conduite de refoulement	PEHD	125	10	0,8	8 380	
	160			16	0,1	1 920		
	Bizerte	Conduite gravitaire	PVC	250	24	8,5	202 800	
				160	16	0,1	2 400	
		Conduite de refoulement	PEHD	200	25	0,1	2 500	
	Jendouba	Conduite gravitaire	PVC	250	24	48,8	1 171 200	
				315	38,2	6,8	260 677	
				400	61,2	1,7	101 592	
				500	95,3	1,8	170 396	
		Conduite de refoulement	PEHD	PVC/PEHD	1000	400	2,6	1 036 000
				125	10	5,5	54 980	
				160	16	0,1	2 288	
				250	40	0,4	15 200	
	Kef	Conduite gravitaire	PVC	250	24	17,0	408 240	
				500	95,3	2,0	186 788	
		Conduite de refoulement	PEHD	125	10	2,3	22 600	
				200	25	0,3	6 250	
	Silliana	Conduite gravitaire	PVC	250	24	23,2	556 452	
		Cond. de refoulement	PEHD	125	10	0,0	50	
	Zaghouan	Conduite gravitaire	PVC	250	24	48,0	1 150 560	
315				38,2	15,0	571 090		
400				61,2	2,0	122 400		
Conduite de refoulement		PEHD	630	206,5	0,2	36 138		
			125	10	1,0	9 930		
			200	25	2,1	52 500		
				TOTAL	234,3	-	7 266 643	

Tableau 5.4-9 : Allotissement du marché de fourniture pour les conduites (3 lots) (suite)

Département Régional	Gouvernorat	Type de conduite		Prix moyen d'achat (TND/m)	Longueur (km)	Coût (TND)	Total Coût et Longueur		
Dpt. Rég Centre	Kasserine	Conduite gravitaire	PVC	250	24	37,3	895 104	2 193 735 TND 45,9 km	
				315	38,2	1,1	43 395		
				400	61,2	3,5	217 811		
				630	206,5	1,5	299 425		
			PVC/PEHD	800	400	2,5	738 000		
	1 lot	Sidi Bouzid	Conduite gravitaire	PVC	250	24	21,7	520 061	696 176 TND 26,2 km
					315	38,2	2,4	91 661	
					400	61,2	0,2	15 055	
					500	95,3	0,6	55 989	
			Cond. de refoulement	PEHD	125	10	1,3	13 410	
				TOTAL	72,1	-	2 889 911		

Dpt. Rég Sud	Kébili	Conduite gravitaire	PVC	250	24	89,6	2 149 680	2 866 680 TND 124,2 km	
				315	38,2	6,0	230 919		
				400	61,2	0,4	23 868		
				500	95,3	2,1	196 413		
		Conduite de refoulement	PEHD	125	10	25,4	253 800		
	1 lot	Sfax	Conduite gravitaire	PVC	160	16	0,7	12 000	6 817 855 TND 231,7 km
					250	24	212,2	5 091 768	
					315	38,2	8,2	313 125	
					400	61,2	4,9	297 922	
			500	95,3	2,6	247 780			
PVC/PEHD			800	300	2,8	854 400			
Conduite de refoulement			PEHD	125	10	0,9	9 110		
		200	25	0,1	3 750				
				TOTAL	356,0	-	9 684 535		

Tableau 5.4-10 : Allotissement du marché de fourniture des pièces en fonte / plaques pour regards de visite
(3 lots)

Département régional de l'ONAS	Type de couvercle de regard	Prix unitaire moyen d'achat (TND)	Longueur du réseau associé (km)	Distance moyenne de regard à regard (ml)	Nombre approx. de regards (u)	Montant approx. de l'achat au fournisseur (TND)
Département Régional Nord (1 lot) (gouvernorats de Béja, Bizerte, Jendouba, Kef, Siliana et Zaghouan)	Couvercle en fonte ductile DN800	160	234,3	u /40 ml	5858	937 200
Département Régional Centre (1 lot) (gouvernorats de Kasserine et Sidi Bouzid)	Couvercle en fonte ductile DN800	160	72,1	u /40 ml	1803	288 400
Département Régional Sud (1 lot) (gouvernorats de Kébili et Sfax)	Couvercle en fonte ductile DN800	160	356,0	u /40 ml	8900	1 424 000

Tableau 5.4-11 : Allotissement du marché de fourniture des équipements pour les stations de pompage
(3 lots)

Département régional de l'ONAS	Gouvernorat	Coût des équipements pour les interventions d'extension des SP (TND)	Coût des équipements pour les interventions de réhabilitation des SP (TND)	Montant approximatif de l'achat au fournisseur (TND)
Département Régional Nord 1 lot	Béja	241 500	28 750	270 250
	Bizerte	225 445	421 719	647 164
	Jendouba	345 000	530 369	875 369
	Kef	115 000	149 582	264 582
	Siliana	46 000	-	46 000
	Zaghouan	115 000	-	115 000
			TOTAL	2 218 365
Département Régional Centre 1 lot	Kasserine	-	-	-
	Sidi Bouzid	57 500	-	57 500
			TOTAL	57 500
Département Régional Sud 1 lot	Kébili	608 710	199 307	808 017
	Sfax	597 596	34 500	632 096
			TOTAL	1 440 113

5.4.5 Disposition Institutionnelle pour la mise en œuvre

Concernant la Disposition Institutionnelle pour la mise en œuvre du Projet sous forme de prêt en yens japonais, du point de vue de la structure financière, l'ONAS sera l'emprunteur du prêt en yens japonais pour le Projet et le Ministère des Finances sera le garant de ce prêt.

Flux de trésorerie du Prêt en yens japonais

Concernant le flux de trésorerie du prêt en yens japonais, le Département Financier et Comptable du Département Central Administratif et Financier est responsable du contrôle de tout le processus financier dans l'ONAS, tel que le paiement, la comptabilité, l'audit, etc., et l'on considère ce département pour arranger les procédures administratives du financement entre l'ONAS et la JICA.

L'ONAS sera l'emprunteur du prêt en yens japonais pour le Projet et le Ministère des Finances sera le garant de ce prêt.

Concernant la méthode de déboursement de la JICA pour le Projet, dans le cas de la méthode ci-dessus, le flux de trésorerie du prêt en yens japonais est résumé au tableau suivant :

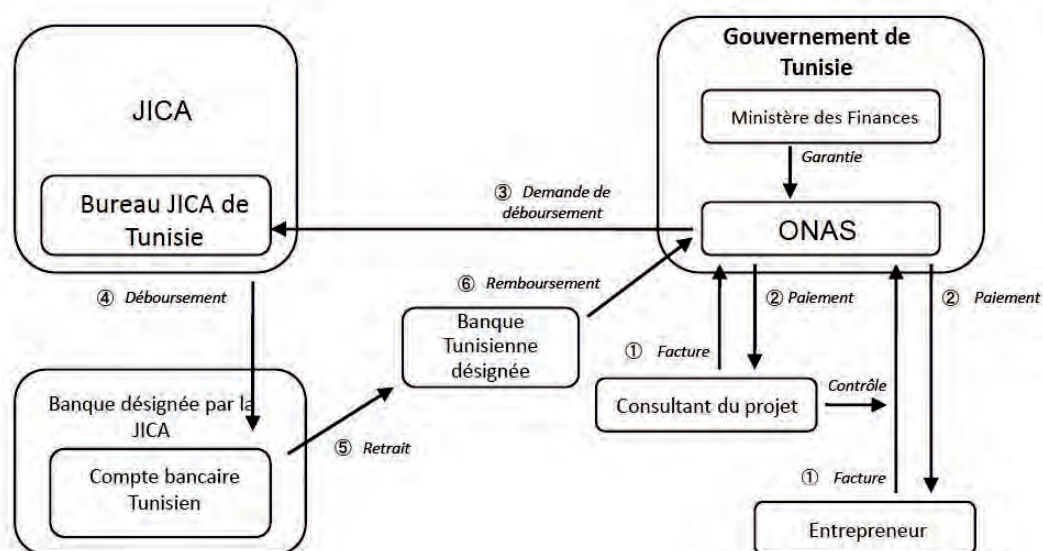


Figure 5.4-4: Flux de trésorerie du prêt en yens japonais (exemple : Méthode de remboursement)

- ① Les consultants du projet et les entrepreneurs soumettent une facture à l'ONAS au moment où la progression satisfait aux conditions prescrites dans le contrat,
- ② L'ONAS vérifie la facture et procède à son paiement aux consultants et entrepreneurs du projet en conformité avec les lois qui s'appliquent en Tunisie,
- ③ L'ONAS soumet à la JICA une demande de décaissement pour le montant que l'ONAS a payé aux consultants et entrepreneurs du projet,
- ④ La JICA confirme la demande de décaissement de la part de l'ONAS et procède au décaissement vers un compte créé dans une banque Japonaise désignée par la JICA, en Yen Japonais, selon le montant payé par l'ONAS,
- ⑤ Une banque Tunisienne désignée par l'ONAS retire le montant de son compte créé dans une banque Japonaise désigné par la JICA quand la JICA décaisse le montant, et
- ⑥ La banque Tunisienne rembourse le montant à l'ONAS sur la base de l'autorisation de l'ONAS.

5.5 RECOMMANDATIONS POUR GARANTIR LA DURABILITE DU PROJET

5.5.1 Court terme

5.5.1.1 Gestion des boues

Dans les 5 STEP du projet, les boues sont stockées sur des lits de séchage et déchargées temporairement dans l'enceinte des STEP sans protection contre la pollution depuis plusieurs années.

Pour assurer la durabilité du projet, il est urgent que l'ONAS trouve des décharges contrôlées. Il s'agit d'un problème majeur qui risque d'entraîner un retard de l'approbation du rapport de l'EIE par l'ANPE.

L'ONAS a déjà abordé ce problème en considérant diverses approches, telles que les projets pilotes pour la réutilisation des boues dans l'agriculture, la créations de la propre décharge de l'ONAS, etc., particulièrement dans les zones du grand Tunis.

Il faut faire le nécessaire pour que l'ONAS soit en mesure de développer des dispositions institutionnelles et légales nécessaires concernant la gestion des boues au niveau national et qu'il les améliore dès que possible au niveau régional.

5.5.2 Moyen terme

5.5.2.1 Exploitation et Maintenance des STEP

Les STEP du Projet doivent être exploitées de manière appropriée en conformité avec les normes Tunisiennes. Les équipements principaux, tels que les pompes d'admission, les racloirs utilisés dans les réservoirs de sédimentation primaires et les épaisseurs, les racloirs utilisés dans les réservoirs de sédimentation secondaires et les épaisseurs ainsi que les dispositifs de déshydratation mécanique, doivent être entretenus périodiquement en vérifiant leurs performances grâce au contrôle de la qualité de l'eau traitée, odeurs, boues, etc.

5.5.2.2 Exploitation et maintenance pour réseaux des eaux usées

Les réseaux d'assainissement sont importants pour la communauté puisqu'ils apportent de meilleures conditions environnementales en retirant les eaux usées des locaux d'habitation et locaux commerciaux. Les eaux usées peuvent être traitées à des niveaux contrôlés et déversées dans les réseaux hydrauliques de ville.

L'opération et la maintenance (O&M) des réseaux d'eaux usées incluent les tâches suivantes :

- **Inspection** : Les chambres d'admission et trous d'homme sont visuellement inspectés. L'inspection détaillée de l'intérieur des trous d'homme et des conduites de raccordement est effectuée ;
- **Nettoyage** : Les réseaux et les regards sont nettoyés avec des nettoyeurs à jet haute pression, des appareils d'aspiration des boues et des réservoirs à eau. Les dépôts des réseaux sont collectés aux emplacements des trous d'hommes et sont aspirés par des appareils d'aspiration des boues, puis jetés,
- **Réparation** : La méthode du compacteur "Packer" est utilisée (injection par broyeur à ciment) et appliquée aux parties endommagées des réseaux. Le nombre de réparations annuelles est estimé par la Mission d'Etude.

5.5.2.3 Autres

Considérant l'exploitation et la maintenance quotidiennes des STEP et des réseaux, un certain volume de matériaux et matériels doit être conservé au niveau de la direction régionale de l'ONAS pour l'exploitation et la maintenance quotidiennes :

- Produits chimiques : les produits chimiques sont nécessaires pour la désinfection, le traitement de coagulation et l'analyse de la qualité de l'eau et de la déshydratation;
- Pièces de rechange : les lubrifiants et pièces de rechange sont nécessaires pour l'entretien quotidien de l'équipement mécanique et électrique;
- Inspection & nettoyage : des dispositifs d'inspection et équipements de nettoyage tels que caméras à CCD, véhicules pour nettoyage au jet, véhicules pour l'aspiration des dépôts, et équipement et matériaux peuvent être nécessaires pour l'entretien quotidien du réseau.

5.5.3 Long terme

5.5.3.1 Durabilité financière

Tel qu'il est décrit au Chapitre I, le déficit financier de l'ONAS a augmenté en moyenne de 18% par an entre 2005 et 2009. D'un autre côté, grâce aux aides de l'état en augmentation de 41 millions de TND en 2005 à 76 millions de TND en 2009, l'ONAS peut rentrer dans ses frais chaque année. Ces aides ont augmenté en moyenne de 16,5% par an sur la même période.

Bien que le coût du service ait augmenté annuellement, les prix ont été gelés depuis 2003 et cela a causé un plus grand déficit.

Les aides de l'état compensent le déficit financier de l'ONAS, mais il n'est cependant pas évident de savoir combien l'état a déboursé pour couvrir le déficit. La durabilité financière de l'ONAS dépend maintenant fortement des aides de l'état non seulement pour les investissements périodiques et les réhabilitations, mais également pour l'exploitation et la maintenance quotidiennes. Si les prix ne sont pas suffisants pour couvrir les coûts de service, des aides de l'état doivent être données, et c'est toujours un risque pour l'ONAS afin de pouvoir assurer les interventions requises, telles que la maintenance, la réhabilitation et le remplacement.

Le GdT doit donc aborder les conséquences du gel des prix pour l'ONAS et prendre des mesures pour assurer la durabilité financière de l'ONAS en modifiant le système des prix.

CHAPITRE VI

EXAMEN ENVIRONNEMENTAL INITIAL (EEI)

CHAPITRE VI: EXAMEN ENVIRONNEMENTAL INITIAL (EEI)

6.1 INTRODUCTION

6.1.1 Objectifs de l'EEI

L'Examen Environnemental Initial (EEI) du Projet d'amélioration de l'environnement des eaux et des eaux usées des villes rurales de la République de Tunisie est effectué conformément aux Directives de la JBIC pour la vérification des aspects environnementaux et sociaux (ci-après dénommées les "Directives JBIC"), en date d'avril 2002 et aux lois et règlements Tunisiens relatifs à l'environnement. L'EEI inclut les résultats des recherches, les recommandations et les conclusions basées sur l'Etude de la JICA. Les objectifs de l'EEI sont :

- 1) d'identifier les éléments ayant un impact négatif sur les conditions environnementales et sociales en raison de la réalisation du projet ;
- 2) de suggérer les mesures d'atténuation pouvant être adoptées, et
- 3) de préparer, sur la base des Directives JBIC, les recommandations pour l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) et pour la consultation publique pour la préparation du programme d'acquisition de terrain, qui doivent être menées par le Gouvernement de la Tunisie (GdT) après l'Etude de la JICA, comprenant les éléments devant être surveillés nécessairement, la méthodologie et le programme de mise en œuvre requis.

6.1.2 Politique environnementale des Directives JBIC

Procédure de sélection

La JICA classe les projets en quatre (4) catégories avant l'examen environnemental. L'examen environnemental ultérieur est ensuite conduit conformément aux procédures requises pour la catégorie choisie. Durant la procédure de sélection, la JICA classe le projet pour ce qui est de son impact potentiel sur l'environnement, en tenant compte de facteurs tels que : 1) le secteur et l'envergure du projet, 2) sa nature, 3) le niveau et les incertitudes de son impact potentiel sur l'environnement et 4) le contexte environnemental et social du site du projet.

Catégorie A :

Les projets susceptibles d'avoir un impact significatif sur l'environnement et les projets ayant un impact complexe ou un impact sans précédent et difficile à évaluer sont classifiés dans la Catégorie A. Les projets dans les secteurs sensibles, avec des particularités critiques, ainsi que les projets situés dans ou à proximité des zones sensibles entrent également dans la Catégorie A.

Des rapports EIE, que les emprunteurs et les administrations concernées sont chargés de préparer, sont requis pour les projets de la Catégorie A. Si des déplacements involontaires de résidents de grande envergure sont inévitables en raison des projets, le Plan d'Acquisition de Terrain (PAT) doit également être présenté à la JICA. Cette dernière procède alors à une revue de l'environnement sur la base des rapports EIE et de l'éventuel PAT.

Catégorie B :

Les projets dont l'impact sur l'environnement est limité, situé dans des sites spécifiques, irréversibles ou réduit par la mise en place de mesures d'atténuation normales, sont classifiés dans la Catégorie B.

Les revues environnementales de la Catégorie B sont identiques à celles de la Catégorie A, et incluent l'évaluation des impacts négatifs et positifs, les mesures à prendre pour les impacts négatifs ainsi que celles pour promouvoir les impacts positifs, mais la présentation d'une EIE n'est pas obligatoire. La JICA procède à une revue environnementale basée sur les lois pertinentes du côté des emprunteurs et, si un rapport EIE a été préparé, la JICA doit s'y référer.

Catégorie C :

Les projets susceptibles d'avoir un impact minime ou nul sont classés dans la Catégorie C. Pour ces projets, une procédure de sélection est requise même si une revue environnementale ne l'est pas.

Catégorie FI :

Les projets composés de plusieurs sous-projets sont classifiés dans la Catégorie FI, ces sous-projets seront sélectionnés après approbation par la JICA du financement (ou de l'évaluation du projet), ne peuvent pas être définis avant cette approbation et ont un impact potentiel sur l'environnement. La JICA surveille la réalisation du projet afin de vérifier si les aspects environnementaux et sociaux sont pris en considération conformément aux Directives JBIC.

En ce qui concerne les composants du Projet, et bien que des acquisitions de terrains soient inévitables pour la construction de nouvelles stations de pompage, une réinstallation forcée de populations n'est pas nécessaire. D'autre part, les habitats naturels, historiques, archéologiques ou biens culturels ne seront pas affectés négativement par le Projet. Enfin, le Projet n'a aucune influence sur les zones protégées. Le Projet peut donc être classifié en Catégorie B en fonction des critères mentionnés ci-dessus.

6.2 GESTION DE L'ENVIRONNEMENT EN TUNISIE

6.2.1 Cadre politique de la gestion de l'environnement (politiques nationales, plans de développement, etc.)

Au niveau national, l'objectif de la gestion de l'environnement de la Tunisie est d'assurer à la population une bonne qualité de vie et un développement socio-économique durable.

6.2.1.1 Agenda 21

Le GdT met en œuvre depuis 1996 un programme d'action au niveau national sur la gestion de l'environnement et le développement durable intitulé "Agenda 21". Cet Agenda fournit des directives fondamentales pour l'élaboration des politiques et sert de référence en vue d'établir les plans de développement socio-économiques du pays.

La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED), qui a eu lieu à Rio de Janeiro en 1992, a défini les principes et les objectifs de l'Agenda 21, et les nations participantes se sont engagées à coopérer et à créer les conditions favorables afin d'assurer un avenir durable conformément à cet agenda. En 1993, sur la base des principes de la Déclaration de Rio, le GdT a mis en place une Commission Nationale pour un développement durable en vue d'assurer les ressources environnementales pour les générations présentes et futures.

Le programme de l'Agenda 21 national en Tunisie fournit une base pour les interventions dans certaines zones prioritaires et définit un certain nombre d'actions en relation avec un

développement durable qui doivent être mises en œuvre par les secteurs public et privé en Tunisie ou en coopération avec une assistance internationale. Ce programme prévoit la prise en considération de l'utilisation des ressources naturelles en relation avec le développement socio-économique, en particulier les développements agricole, industriel, touristique et urbain.

Les actions proposées par le programme ont été mises en œuvre dans le cadre du 9ème Plan National de développement économique et social (1997-2001). Le 10ème Plan National (2002-2006) a également inclus des éléments pour un développement durable, visant à :

- (i) une meilleure cohésion entre les besoins de développement et l'urbanisme,
- (ii) une protection efficace des ressources naturelles et une lutte efficace contre la désertification,
- (iii) une lutte ciblée contre la pollution afin d'améliorer la qualité de la vie, et
- (iv) une meilleure participation dans le domaine de l'environnement au niveau national et régional.

Au niveau régional, des "Programmes d'action Régionaux de l'Environnement pour le développement durable (PRE)" ont été établis. Ces programmes ont été révisés et adoptés par les conseils régionaux de développement. 100 villes se sont d'ores et déjà volontairement engagées dans le processus de l'Agenda 21 local, et toutes les régions du pays (24 gouvernorats) ont finalisé leur programme régional de gestion de l'environnement pour le développement durable. Ces actions et propositions ont été incluses en tant que priorités dans le 11ème Plan (2007-2011).

6.2.1.2 Plan National de Développement Economique et Social

Dans le 11ème Plan National de Développement Economique et Social (2007-2011), la protection des ressources environnementales et l'amélioration de la qualité de vie de la population sont considérées comme les premières priorités.

Le total des investissements (budget de l'Etat, aides non remboursables et prêts) effectués dans le domaine de la protection des ressources environnementales durant le 10ème Plan s'est élevé à environ 1 507,451 millions de TND. Ce montant n'inclut pas les investissements en relation avec les projets de lutte contre les inondations et les projets d'assainissement en dehors de la zone des services de l'ONAS.

En vue d'un développement durable et tenant compte de l'environnement, les principales activités suivantes doivent être mises en œuvre pendant la période du 11ème Plan :

- Etablissement d'une base de données dans les domaines de la protection de l'environnement et du développement durable pour soutenir les prises de décision ;
- Réalisation d'études stratégiques et prévisionnelles sur la protection des ressources naturelles et des écosystèmes dans la perspective d'un développement durable ;
- Protection des sites naturels et des écosystèmes contre les risques de pollution et de destruction, et également préservation de leur équilibre écologique, afin d'assurer la pérennité de leurs fonctions sociales, environnementales et de développement ;
- Renforcement des services de l'environnement, en particulier dans les domaines de l'assainissement et de la gestion des déchets ;

- Apport d'un soin accru à l'environnement urbain et rural pour une meilleure qualité de vie ;
- Réduction de la pollution atmosphérique.

Dans le cadre de la mise en œuvre des actions ci-dessus, les projets inclus dans la liste du 11ème Plan ont un budget alloué estimé à 1 800 millions de TND. Ce montant ne comprend pas le volume des investissements pour l'environnement dans les secteurs de l'industrie, de l'énergie, des petites et moyennes entreprises (PME) et de l'agriculture. Les investissements répartis dans le secteur de l'assainissement représentent un montant de 914 millions de TND.

Secteur de l'assainissement

Afin d'augmenter le pourcentage de branchements au réseau d'assainissement jusqu'à 91,0% dans la zone desservie par l'ONAS, il est nécessaire de :

- Augmenter et faire passer le nombre de personnes desservies par l'assainissement de 5,1 millions d'habitants en 2006 à 5,9 millions d'habitants en 2011 ;
- Construire 28 nouvelles stations d'épuration (STEP) et commencer la construction de 6 nouvelles stations au cours de la première phase (2007-2009), pour parvenir à un total de 123 stations, dont 41 sont exploitées par le secteur privé ;
- Poser 2 800 km de canalisations supplémentaires et construire 160 000 boîtes de branchement jusqu'au réseau des égouts ;
- Augmenter le volume des eaux usées traitées de 47 millions de m³, pour atteindre ainsi un volume total de 264 millions de m³.

Le 12ème Plan National de Développement Economique et Social (2012-2016) a été élaboré en septembre 2011 en révision du 11ème plan.

La politique du 12ème Plan National de Développement Economique et Social a été reprise par le gouvernement provisoire après les événements politiques de janvier 2011. Le total des investissements prévus au cours du 12ème plan se monte à 815 millions de TND et le Projet a été inclus dans le plan.

6.2.1.3 PISEAU II: Projet d'Investissement dans le Secteur de l'Eau II

Le PISEAU II est un programme national du GdT dans le secteur de l'eau, qui inclut des activités pour la conservation et la protection des ressources en eau. Il fait suite à une première phase du PISEAU I (2001-2007) financé par la Banque Mondiale, l'AFD et la KfW. Les composants du PISEAU II relatifs à la conservation et à la protection des ressources en eau incluent :

- La mise en place d'un système de suivi de la qualité des sols et de la pollution des eaux ;
- La mise en place d'activités pilote concernant les équipements de traitement des eaux usées en milieu rural pour améliorer la qualité des eaux usées traitées, etc.

6.2.1.4 PRONAGDES: Programme National de Gestion des Déchets Solides

Depuis 1993, le Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement et des Ressources en eau a établi un Programme National de Gestion des Déchets Solides (PRONAGDES) afin de prendre des mesures contre les dommages provoqués par les déchets et d'améliorer leur gestion. Le PRONAGDES aborde la protection environnementale et le développement durable sur la base des principes suivants :

Objectifs :

- Prévenir et réduire la production des déchets et une gestion inadéquate ;
- Augmenter la valeur des déchets par le recyclage de tous les matériaux réutilisables ;
- Stocker et traiter les eaux usées dans des installations appropriées ;
- Mettre en œuvre des plans de gestion pour chaque type de déchets.

Principaux composants :

- Gestion des déchets ménagers et des productions similaires ;
- Gestion des déchets industriels et des déchets dangereux ;
- Gestion de déchets spécifiques provenant des hôpitaux, des boues de STEP, etc.

6.2.2 Cadre institutionnel de la gestion de l'environnement

La gestion globale de l'environnement en Tunisie est placée sous la responsabilité du Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement (MAE). Les principales parties prenantes impliquées dans les questions environnementales pour la formulation de projets dans le secteur de l'assainissement sont l'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement (ANPE) et l'Agence Nationale pour la Gestion des déchets (ANGed).

6.2.2.1 Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement (MAE)

Sur la base du Décret no. 898-2006 du 27 mars 2006 relatif à l'organisation du Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement, définissant les différents services du ministère et les missions dont il est chargé, le MAE est responsable de promouvoir la législation pour la protection de l'environnement et la préservation de la nature. Il doit également œuvrer pour l'intégration du concept de développement durable dans les politiques et les plans, par des mesures globales ou particulières dans les domaines en relation avec l'environnement et le développement durable. Le MAE doit également prendre la responsabilité de proposer des normes pour la mise au rebut des déchets provenant des activités urbaines, industrielles, touristiques, médicales et agricoles afin d'assurer la pérennité de l'environnement.

Dans le cadre de la réforme politique en Tunisie, le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement devient le MAE en janvier 2011 par fusion avec l'ancien Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche.

6.2.2.2 Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE)

L'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE), placée sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement (MAE) est responsable de la gestion du processus de préparation, de révision et d'approbation des EIE en Tunisie.

Les responsabilités de l'ANPE incluent la mise en vigueur des réglementations en relation avec la protection de l'environnement, y compris celles en relation avec l'EIE, la préparation des termes de référence (TDR) pour la réalisation des EIE ainsi que la révision et l'approbation des rapports EIE. L'ANPE est également la clé de voûte des activités de suivi de l'environnement du PISEAU II et du PRONAGDES.

6.2.2.3 Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANGed)

L'Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANGed) a été établie par le Décret no. 2005-2317 du 22 août 2005. Cette agence est chargée des missions suivantes :

- Participer aux programmes nationaux et mettre en œuvre la politique pour la gestion des déchets ;
- Etablir les mécanismes et les incitations économiques pour atteindre les objectifs fixés par la stratégie nationale pour la gestion des déchets ;
- Etablir la législation et les réglementations sur la gestion des déchets ;
- Elaborer et exécuter les plans et les procédures inclus dans la gestion nationale des déchets, etc.

6.2.3 Cadre légal de la gestion de l'environnement

6.2.3.1 Rappel des principales réglementations

Loi N° 88-91 du 2 août 1988 (amendée par la Loi no. 92-115 du 30 novembre 1992)

L'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) a été créée en fonction de cette loi. Il s'agit de la première loi exigeant une EIE avant l'exécution de toute activité industrielle, agricole ou commerciale présentant un risque de pollution ou de dégradation de l'environnement.

Décret N° 362-91 du 31 mars 1991

Ce décret spécifie le contenu du rapport EIE et le définit en tant qu'outil pour estimer, évaluer et mesurer les effets directs et indirects, à court, moyen et long termes des projets sur l'environnement. Une Annexe I et Annexe II sont jointes à ce décret et présentent la liste des projets et des activités soumises à l'EIE.

Décret N° 1991-2005 du 11 juillet 2005

Ce décret amende le Décret N° 362-91 du 31 mars 1991 et définit les catégories (A/B) des unités soumises à une étude d'impact environnemental et les types d'unités soumises au processus d'identifications des impacts en fonction de la condition de chaque catégorie. Pour les projets de la Catégorie A, le rapport EIE doit être évalué par l'ANPE pendant une période ne dépassant pas

21 jours ouvrables et les projets de la Catégorie B sont évalués pendant une période ne devant pas dépasser trois (3) mois.

Les projets dans les secteurs importants nécessitent une EIE sur la base des Termes de Référence (TDR) fournis par l'ANPE et des Plans de Gestion de l'Environnement (PGE) sont requis, conformément aux TDR établis au préalable. L'EIE doit être élaborée par des experts pour la zone influencée.

Les projets dans les secteurs présentés dans la liste de l'Annexe II ne nécessitent pas d'EIE en raison de la nature de leurs activités et des limites de leur impact.

La réglementation d'étude d'impact environnemental en vigueur en Tunisie ne prévoit ni enquête publique, ni consultation publique obligatoire dans la procédure.

Normes tunisiennes N° 106.02, 1989

Ces normes réglementent la qualité de l'eau pour les eaux de décharge des STEP dans l'environnement qui les reçoit, et fixent les paramètres physico-chimiques ainsi que les valeurs limites auxquels chacun des effluents des STEP doit correspondre, comme indiqué dans le tableau 6.2-1 ci-après.

Ces normes sont en cours d'amendement par le GdT.

Tableau 6.2-1 Normes pour les eaux de décharge des STEP

Paramètres	Valeurs	Unité
DBO	< 30	mg/l
DCO	< 90	mg/l
SS (solides en suspens)	< 30	mg/l
Azote d'ammoniac	< 15	mg/l
Azote total	< 50	mg/l
Nitrites	< 5	mg/l
Nitrates	< 30	mg/l
Phosphore total	3-5	mg/l
Coliformes fécaux	5-20 10 ⁴	ppm/100 ml
Streptocoques fécaux	1 -20 10 ⁴	ppm/100 ml

Source : Norme Tunisienne Homologuée, NT 106.02 (1989)

6.2.3.2 Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) en Tunisie

Le cadre légal administrant l'EIE a été renforcé depuis la création de l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) en 1988, afin de l'adapter aux développements au niveau national et de l'aligner avec les normes internationales en termes de gestion de l'environnement.

Parmi des principales mesures prises à cet égard, le Décret no. 1991-2005 du 11 juillet 2005, en relation avec les études EIE, spécifie le type d'unités pour lesquelles ces études sont requises et celles qui sont régies par les documents des "Termes de Référence".

La procédure détaillée de l'EIE en Tunisie est décrite dans les directives fournies par l'ANPE.

6.2.3.2.1 Objectifs de l'EIE

En règle générale, l'EIE est un outil permettant de soutenir les décisions pour les différentes étapes du projet. Elle permet des activités économiques et sociales en harmonie avec l'environnement, propose les solutions pour atténuer les impacts négatifs et fournit les directives administratives requises pour assurer que le projet ne mettra pas en danger les ressources de l'environnement. L'EIE est un outil de valeur pour la prévention de la pollution et de la dégradation de l'environnement. C'est également un outil de planification permettant de définir les actions à entreprendre ainsi que les paramètres à surveiller, les délais, les coûts et les responsabilités des différentes parties prenantes. L'EIE en Tunisie examine à la fois les aspects environnementaux et socio-économiques afin de minimiser les impacts sur l'environnement.

6.2.3.2.2 Procédure de l'EIE

a) Contenu requis pour le Rapport EIE

Conformément aux stipulations de l'article 6 du Décret no. 1991-2005, le contenu de l'EIE doit refléter l'impact prévisible sur l'environnement et doit inclure au minimum les éléments suivants :

- Description détaillée des installations du projet ;
- Description du site du projet, en particulier des éléments relatifs à l'environnement et aux ressources naturelles affectés par le projet ;
- Analyse de l'impact direct et indirect sur l'environnement et, en particulier, sur les ressources naturelles, les espèces en danger et les zones sensibles, dont les forêts vierges, les paysages naturels et historiques, les zones protégées, les parcs nationaux, etc. ;
- Mesures envisagées par le Maître d'Œuvre du projet ou le pétitionnaire pour éliminer ou atténuer et, si possible, compenser les conséquences des dommages à l'environnement ;
- Plan détaillé de gestion de l'environnement/ Plan de Gestion environnemental (PGE).

b) Evaluation du rapport EIE

Dans le cas où le projet a été classifié dans la Catégorie A de l'Annexe I du Décret no. 1991-2005, l'ANPE doit évaluer le rapport EIE et notifier sa décision au Maître d'Œuvre du projet dans les 21 jours ouvrables à partir de la date de réception du rapport EIE. En cas de projet classifié dans la Catégorie B, l'ANPE doit évaluer le rapport dans les trois mois.

Si le projet de la Catégorie A présente un impact sur une zone sensible du point de vue environnemental, la durée indiquée ci-dessus peut être prolongée de 21 jours à trois mois.

c) Composants du projet nécessitant une EIE

L'article 12 du décret no. 1991-2005 du 11 juillet 2005 stipule qu'une EIE est obligatoire pour trois catégories d'intervention sur les « équipements ou projets industriels, agricoles ou commerciaux » : la création, l'extension de l'existant, la transformation ou le changement de procédé de traitement.

Par ailleurs, l'annexe I du même décret donne la liste des interventions regroupées en deux catégories d'étude d'impact. En ce qui concerne le Projet de la JICA, les interventions prévues dans les STEP correspondent à des « unités de traitement des eaux usées urbaines » et « unités collectives de traitement des eaux usées industrielles » et doivent ainsi être classifiés dans la Catégorie B, ce qui signifie que, comme le stipule l'article 9 du même décret, l'ANPE dispose d'un délai de trois mois pour notifier sa décision d'opposition à la réalisation de l'unité. A l'expiration de ce délai, l'accord est considéré comme tacite.

Ainsi, en croisant ces exigences juridiques et en les reliant aux interventions envisagées dans la présente étude, nous pouvons dégager la liste des EIE à mener obligatoirement.

Tableau 6.2-2: Liste des obligations de l'EIE

Types d'interventions prévues dans le Projet	Etude d'impact sur l'environnement	
	Requis	Non requis
Installation d'un système de désinfection final par radiation UV	✓	
Déshydratation mécanique des boues	✓	
Substitution des aérateurs par un système d'air diffus	✓	
Installation d'un système de recirculation interne de nitrate	✓	
Construction de stations de pompage, de recirculation des boues et d'extraction des boues en excès	✓	

Sur la base des solutions sélectionnées décrites dans le Chapitre 3, chacune des 5 STEP (station d'épuration) du Projet nécessitera une EIE séparée.

L'EIE pour chaque STEP devra inclure une évaluation des impacts sur l'environnement dans la zone desservie par la STEP. Pour les municipalités, seuls les travaux de réhabilitation et d'extension du réseau de conduites ne requièrent pas une EIE. Les travaux sur les réseaux doivent être réalisés en conformité avec les mesures relatives à l'environnement indiquées dans le "Cahier des Charges" fourni par l'ANPE.

d) Approbation et suivi

Le GdT peut approuver l'EIE pour la réalisation des projets listés en :

- Annexe I du Décret N° 1991-2005 : Uniquement après avoir vérifié que l'ANPE n'a pas empêché leur réalisation ;

- Annexe II du Décret no. 1991-2005 : Après la réception du contrat signé et des documents juridiques conformément au modèle approuvé par le Ministère de l'Environnement.

L'approbation est délivrée à chacun des projets sur la base du rapport EIE ou du "Cahier des Charges". Les travaux de construction doivent être réalisés en respectant les termes de l'approbation et les mesures mentionnées dans l'EIE. Si des mesures mentionnées dans l'EIE ou dans le "Cahier des Charges" ne sont pas appliquées, l'approbation peut être retirée par le GdT.

e) Calendrier EIE

Tel que décrit ci-dessus, chaque STEP nécessitera une EIE. S'agissant d'un projet principalement de réhabilitation dans l'enceinte du site existant, aucune nouvelle autorisation pour installation n'est à envisager.

Pour établir un rapport d'EIE pour un projet classé en Catégorie B par l'ANPE (Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement), les procédures nécessaires et leurs périodes correspondantes sont les suivantes :

- 1) L'ONAS consultera les TDR établis par l'ANPE sur la base des composantes du projet : 1-2 mois ;
- 2) L'ONAS préparera un dossier d'appel d'offre (DAO) pour les services de consultation pour l'EIE : 1-2 mois ;
- 3) Evaluation, négociations et contractualisation de l'appel d'offre : 2-3 mois ;
- 4) Etude EIE et préparation du rapport d'EIE : 6 mois ;
- 5) Evaluation et approbation du rapport d'EIE par l'ANPE : sous 3 mois ;
- 6) Si l'ANPE demande des travaux additionnels, la procédure 5) doit être menée jusqu'à son approbation.

Tableau 6.2-3: Calendrier EIE

Elément/Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Détermination des TDR	■	■														
Préparation du DAO			■	■												
Appel d'offre-Passation de contrat					■	■	■									
Etude EIE et Préparation du rapport d'EIE								■	■	■	■	■	■			
Evaluation et approbation du rapport d'EIE														■	■	■

6.2.3.3 Suivi Environnemental

Le suivi environnemental est très important pour la gestion de l'environnement. Il a deux aspects.

Le premier et le plus simple est le suivi de la conformité, qui assure en principe d'une correcte réalisation des mesures d'atténuation. C'est la partie des activités de supervision abordées plus haut, qui est généralement celle sur laquelle se concentrent la plupart des programmes de suivi.

Le second aspect est le suivi des impacts. Son principal objectif est de déterminer si les mesures d'atténuation environnementales s'avèrent efficaces dans la réduction des impacts attendus. Ce suivi permet la modification des mesures d'atténuation si celles prévues à l'origine s'avèrent inefficaces.

6.2.3.3.1 Politique d'atténuation sous les Directives JBIC

Pour les projets des catégories A et B, la JICA contrôlera certains paramètres dus aux impacts environnementaux et sociaux pendant la construction et l'exploitation en vue de confirmer si le Projet peut être exécuté ou non en conformité avec les Directives JBIC. Les informations nécessaires au suivi sont fournies à la JICA de la manière appropriée par les parties concernées, telles que le GdT, l'agence d'exécution, etc...

Si des tierces parties signalent concrètement que les considérations environnementales et sociales ne sont pas pleinement prises en compte, la JICA demandera aux parties concernées de prendre les mesures appropriées ou, si nécessaire, de faire leurs propres investigations. JICA peut également mener ses propres investigations si nécessaire.

L'exécution du suivi environnemental devrait impliquer l'ONAS en tant qu'agence responsable du projet, opérateur des installations et chargé de l'étude EIE, et l'ANPE en tant que régulateur. L'opérateur a besoin de savoir si les services fournis sont conformes aux procédures et réglementations définies par l'institution régulatrice. L'opérateur devra surveiller sa propre production, et d'autre part, le régulateur doit être capable de contrôler si toutes les procédures et les réglementations sont observées. Le régulateur doit également pouvoir suivre de près les développements au niveau local et national, et préparer de nouvelles réglementations si nécessaire.

6.2.3.3.2 Le Plan de Gestion Environnementale (PGE) dans le cadre de la loi Tunisienne

Sur le plan réglementaire, le Plan de Gestion Environnementale doit faire partie de l'EIE. Il est élaboré lors de la phase de planification et d'étude d'ingénierie du projet de manière à :

- Définir les conditions d'application de l'EIE ;
- Planifier la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de suivi des effets du projet pendant et après sa réalisation ;
- Identifier les arrangements institutionnels nécessaires (responsabilité, coordination, formation,...).

Ces différentes composantes doivent être prises en considération dans la conception du projet et intégrées dans le manuel opérationnel de construction et d'exploitation.

Dans le cadre d'une EIE de STEP, le PGE pourrait se décliner de manière à fournir :

- D'une part un programme d'atténuation des impacts, avec des mesures relatives à la phase travaux (gestion des produits chimiques, des déchets, atténuation des nuisances sonores etc.) et à la période d'exploitation (respect des normes de rejet en termes de qualité des eaux épurées, atténuation des mauvaises odeurs, insectes, etc.) ;
- D'autre part, un programme de suivi, notamment de la qualité au niveau de la STEP (boues, eaux usées brutes et traitées) et au niveau des eaux de surface et souterraines.

En ce qui concerne la partie institutionnelle, l'ONAS, en tant que Maître d'Ouvrage, est responsable des mesures envisagées dans le PGE et est tenu de s'engager à les financer, ainsi qu'à en estimer les coûts correspondants (travaux, mise en service, entretien, contrôle du suivi d'efficacité des mesures). L'ANPE a un rôle de régulateur puisqu'elle peut s'opposer à la réalisation du projet ou donner des avis favorables avec ou sans réserves ou conditions.

6.3 ACQUISITION DE TERRAIN EN TUNISIE

Un des éléments à examiner du point de vue des considérations sociales est celui des acquisitions foncières nécessaires pour la construction de nouvelles stations de pompage dans le projet.

Le programme de l'ONAS prévoit d'implanter plus de 50 nouvelles stations de pompage dont les emprises varient de 150 à 400 m².

Sur la base des résultats des missions de mai et juin menées par la Mission d'Etude, quelques stations requièrent une acquisition de terrains (expropriation de propriétés privées).

6.3.1 Cadre institutionnel de l'acquisition de terrain

6.3.1.1 Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières (MDEAF)

Le Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières (MDEAF) est l'administration responsable pour l'expropriation des propriétés au bénéfice de l'Etat et des établissements publics, à leur demande et en collaboration avec les diverses agences concernées.

6.3.1.2 Commission de Reconnaissance et de Conciliation (CRC)

La procédure d'expropriation est coordonnée par une «Commission de Reconnaissance et de Conciliation (CRC)» établie dans chaque gouvernorat depuis la loi du 26 avril 2003. Son rôle fondamental consiste à œuvrer pour la conclusion d'un accord entre les parties concernées par l'expropriation, sur la valeur des immeubles à exproprier (art 10 de la loi n° 2003/26 du 14 Avril 2003). Sa composition, ses attributions et ses modalités de fonctionnement sont fixées par le décret no 2003-1551 du 2 juillet 2003. Ainsi, la CRC est composée de :

- Un magistrat : président ;
- Un représentant du gouverneur : membre ;

- Le directeur régional des domaines de l'Etat et des affaires foncières ou son représentant : membre ;
- Le directeur régional de l'office de la topographie et de la cartographie ou son représentant : membre ;
- Un représentant du ministère ou de l'entreprise bénéficiaire de l'expropriation : membre ;
- L'expert des domaines de l'Etat : membre ;
- Un représentant de la conservation de la propriété foncière : membre ;
- Un représentant de la municipalité ou des municipalités du lieu de situation de l'immeuble exproprié : membre.

Les membres de la commission sont désignés par arrêté du ministre des domaines de l'Etat et des affaires foncières sur proposition des ministres, des gouverneurs, des présidents des municipalités et des chefs des entreprises concernées.

La CRC est en charge de préparer en particulier une évaluation du statut légal et des biens devant être expropriés conformément aux documents élaborés par le propriétaire du projet qui a demandé l'expropriation (comprenant notamment les documents du projet), et un inventaire des biens devant être expropriés, des détenteurs des droits et des autres tenants des droits existants sur les immeubles, ainsi que des contrats entre les parties concernées.

La CRC arbitre également pour parvenir à un accord sur le montant de la valeur de la propriété devant être expropriée, dans le cas où des doutes sont émis par l'une des parties. La valeur du bien est alors évaluée par deux rapports, l'un élaboré par un expert du Gouvernement et l'autre préparé par un spécialiste agréé comme expert judiciaire. La consultation administrative se fait sur la base de la valeur estimée par la CRC et les détenteurs des droits doivent informer la CRC de leur accord ou de leur rejet de cette valeur.

6.3.2 Cadre légal de l'acquisition de terrain

6.3.2.1 Nature foncière du terrain

La procédure à suivre pour l'acquisition de terrain diffère selon la nature foncière de celui-ci. Le régime juridique tunisien de la propriété foncière comprend trois catégories de terrain, telles qu'inscrites dans le tableau 6.3-1.

Dans le cas où le terrain appartient au Domaine Public de l'Etat, deux procédures peuvent être appliquées. D'une part, la procédure de déclassement du Domaine Public de l'Etat. Il s'agit d'une procédure complexe, qui est très peu appliquée dans la pratique, mis à part dans des grands projets touristiques ou de zones industrielles. D'autre part, une procédure d'Occupation Temporaire. Il s'agit d'une procédure simple finalisée par une convention d'occupation entre l'ONAS et le gestionnaire du Domaine Public de l'Etat concerné.

Dans le cas où le terrain appartient au domaine privé de l'Etat, il s'agit d'une simple procédure administrative d'affectation.

Dans le cas d'un terrain privé, deux issues sont possibles : s'il y a consensus entre les parties, un contrat de vente est signé lors d'une procédure dite d'acquisition à l'amiable ; s'il y a refus des propriétaires, un recours à l'expropriation est décidé avec une saisine de la Commission de

Reconnaissance et de Conciliation (CRC) et un éventuel règlement judiciaire de l'acquisition de terrain.

Tableau 6.3-1: Catégories de terrain

Nature foncière du terrain	Exemple	Procédure d'acquisition
Domaine Public de l'Etat	Domaine Public Hydraulique Domaine Public Maritime Domaine Public Routier Domaine Public Ferroviaire Domaine Public Forestier Domaine Public Archéologique	Déclassement ou Occupation temporaire (mise à disposition par le ministère concerné)
Domaine Privé de l'Etat	Terrains gérés par les organismes étatiques, communaux (Parcs, barrages etc.)	Affectation
Propriété Privée	Terrains privés (à vocation résidentielle, agricole, etc.)	Acquisition à l'amiable
		Expropriation

6.3.2.2 Procédure d'affectation du Domaine Privé de l'Etat

Les titres fonciers des biens appartenant au Domaine Privé de l'Etat font l'objet d'une procédure d'affectation (ou de changement de vocation). L'ONAS demande au MDEAF le changement de vocation du ou des terrains concernés sur la base d'un dossier technique.

Avec l'autorisation d'affectation, le terrain du Domaine Privé de l'Etat passe alors dans le Domaine Public de l'Etat, plus précisément dans le Domaine Public Hydraulique, géré par l'ONAS.

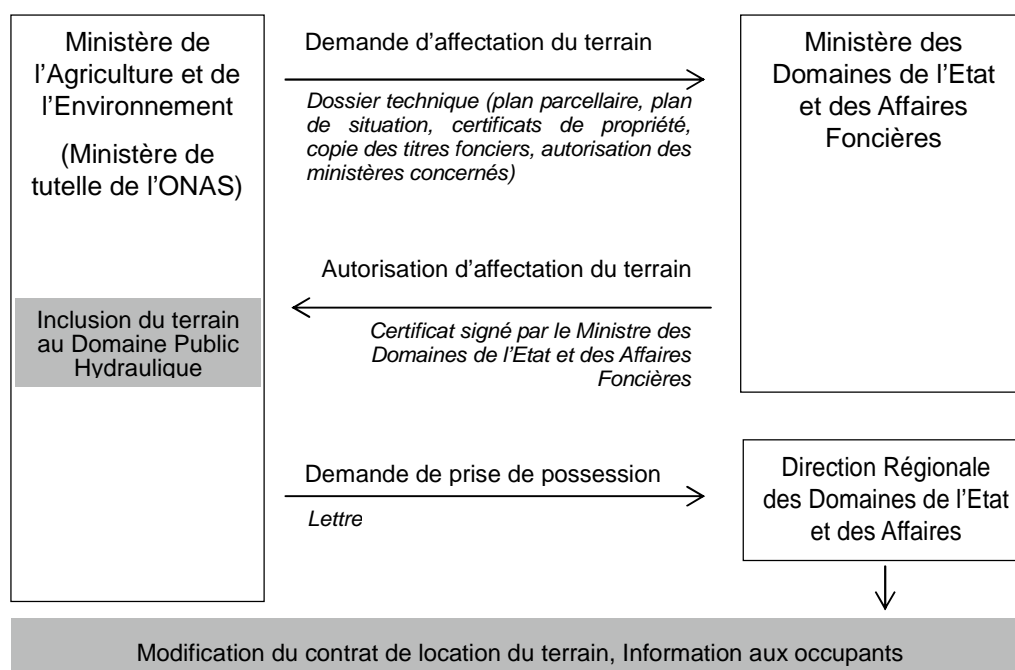


Figure 6.3-1 : Procédure d'affectation du Domaine Privé de l'Etat

6.3.2.3 Procédure d'acquisition d'un terrain privé

Le droit de propriété est un droit fondamental garanti par la constitution de la République Tunisienne de 1959 en son article 14 (« Le droit de propriété est garanti. Il est exercé dans les limites prévues par la loi. »), mais aussi par la législation (Code des Droits Réels et Code des Obligations et des Contrats).

Dans le cas de l'acquisition d'un terrain privé pour intégration au patrimoine de l'ONAS, il est tout d'abord opéré une première consultation des propriétaires afin de tenter d'acquérir le terrain à l'amiable, c'est-à-dire à la suite d'un consentement mutuel des parties sur la valeur du terrain à acquérir. S'il y a refus des propriétaires, l'acquisition de terrain se fera selon une procédure d'expropriation.

6.3.2.3.1 Acquisition à l'amiable

L'acquisition d'un terrain privé s'effectue selon une procédure purement administrative établie par le MDEAF et commune à tous les Etablissements Publics tunisiens. Tout d'abord, l'ONAS entre en contact avec les populations concernées par l'intermédiaire de la collectivité locale qui les informe. Une visite sur place et des négociations sur la valeur foncière constituent les premières étapes de consultation publique des propriétaires des terrains pressentis.

A ce stade du projet, la position projetée de l'infrastructure n'est défini que vaguement (dans un rayon d'environ 100m) ce qui permet d'envisager son implantation sur différents terrains et donc d'obtenir une certaine flexibilité dans les négociations avec les propriétaires.

Au vu de son expérience, l'ONAS affirme qu'environ 90% des acquisitions de terrain privé s'effectuent par la signature d'un contrat de vente à l'amiable.

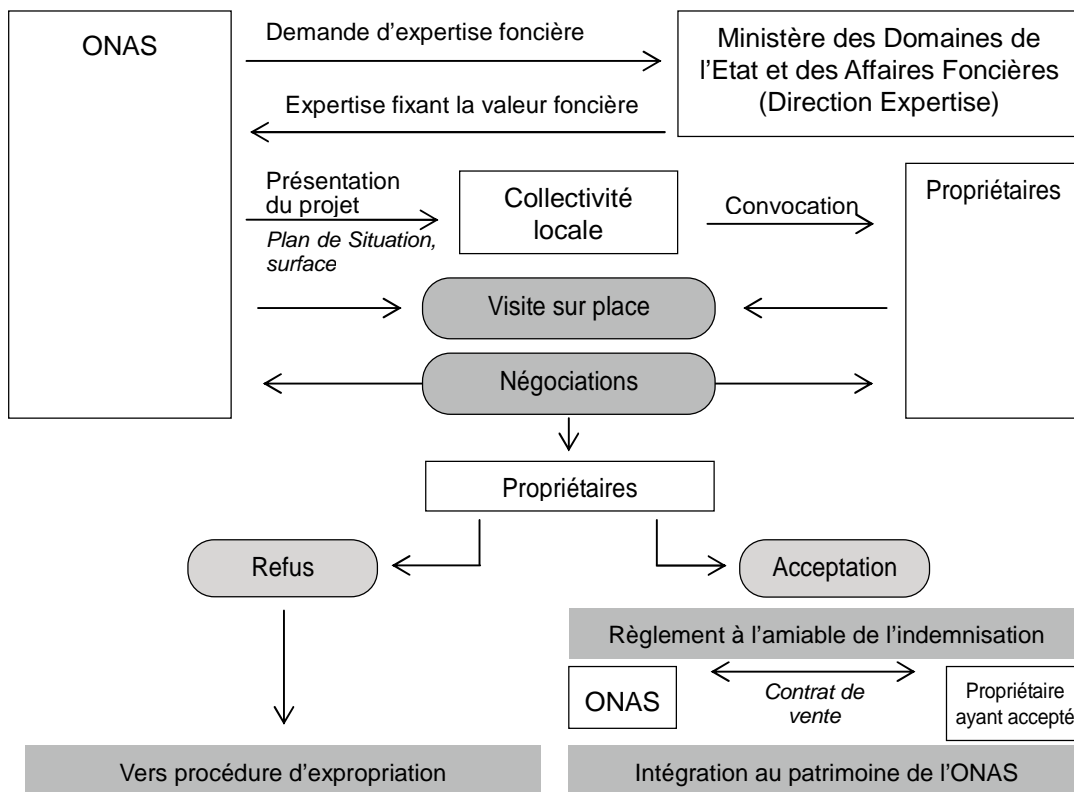


Figure 6.3-2 : Procédure d'acquisition à l'amiable

6.3.2.3.2 Expropriation

Dans le cas où les premières négociations avec les propriétaires échouent, suite notamment au non consentement de la valeur proposée pour le terrain à acquérir, la procédure d'acquisition à l'amiable est abandonnée et évolue vers une procédure d'expropriation.

Conformément à l'article 20 du Code des Droits Réels, selon lequel «Nul ne peut être contraint de céder sa propriété sauf dans les cas prévus par la loi et moyennant une juste indemnité», l'expropriation n'est envisagée qu'en ultime recours et compensée financièrement de manière appropriée.

La procédure d'expropriation est fixée par la Loi N° 2003-26 du 14 avril 2003, amendant la Loi précédente N° 76-85 du 11 août 1976 et révisant la législation des expropriations pour des objectifs publics.

La procédure d'expropriation est engagée avec le dépôt de dossier au Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires foncières (MDEAF), qui est l'organisme responsable de l'acquisition et l'expropriation des biens immobiliers au profit de l'Etat et des établissements publics à caractère administratif, sur leur demande et en collaboration avec les agences concernées.

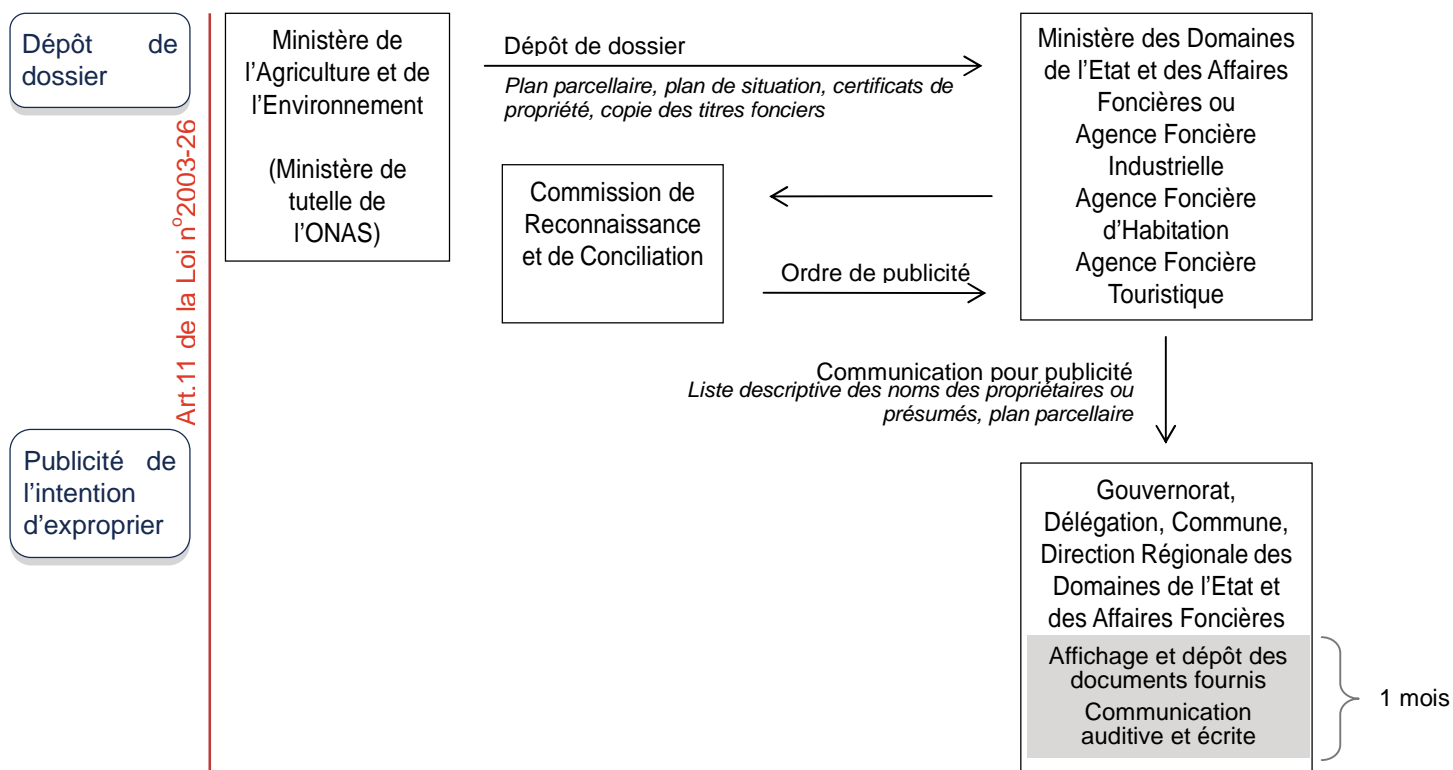


Figure 6.3-3: Procédure d'expropriation (1/3)

A la suite du dépôt de dossier au MDEAF, la Commission de Reconnaissance et de Conciliation est saisie. Celle-ci, selon l'article 11 de la Loi N° 2003-26 du 14 avril 2003, ordonne à la partie administrative concernée de procéder à la publicité de l'intention d'exproprier. La publicité se fait par l'affichage et le dépôt d'une liste descriptive comportant les noms des propriétaires ou présumés tels et le plan parcellaire des terrains à exproprier. Cette liste est affichée aux sièges du gouvernorat, de la délégation, de la commune et de la direction régionale des domaines de l'Etat et des affaires foncières du lieu de situation du terrain à exproprier pour une durée d'un mois.

De plus, le même contenu est publié par voie de presse, sous la forme d'une parution dans les journaux locaux, et par voie de communication auditive, sous la forme d'information diffusée par les radios locales.

La publicité renseigne sur l'objet de l'expropriation, l'utilité publique de celle-ci, les numéros d'immatriculation des surfaces et les noms des propriétaires du ou des titres fonciers à exproprier. Par ailleurs, la publicité annonce la possibilité pour tous les ayant-droits de s'opposer à l'expropriation par la constitution d'une objection motivée (voir exemple figure 6.3-4).

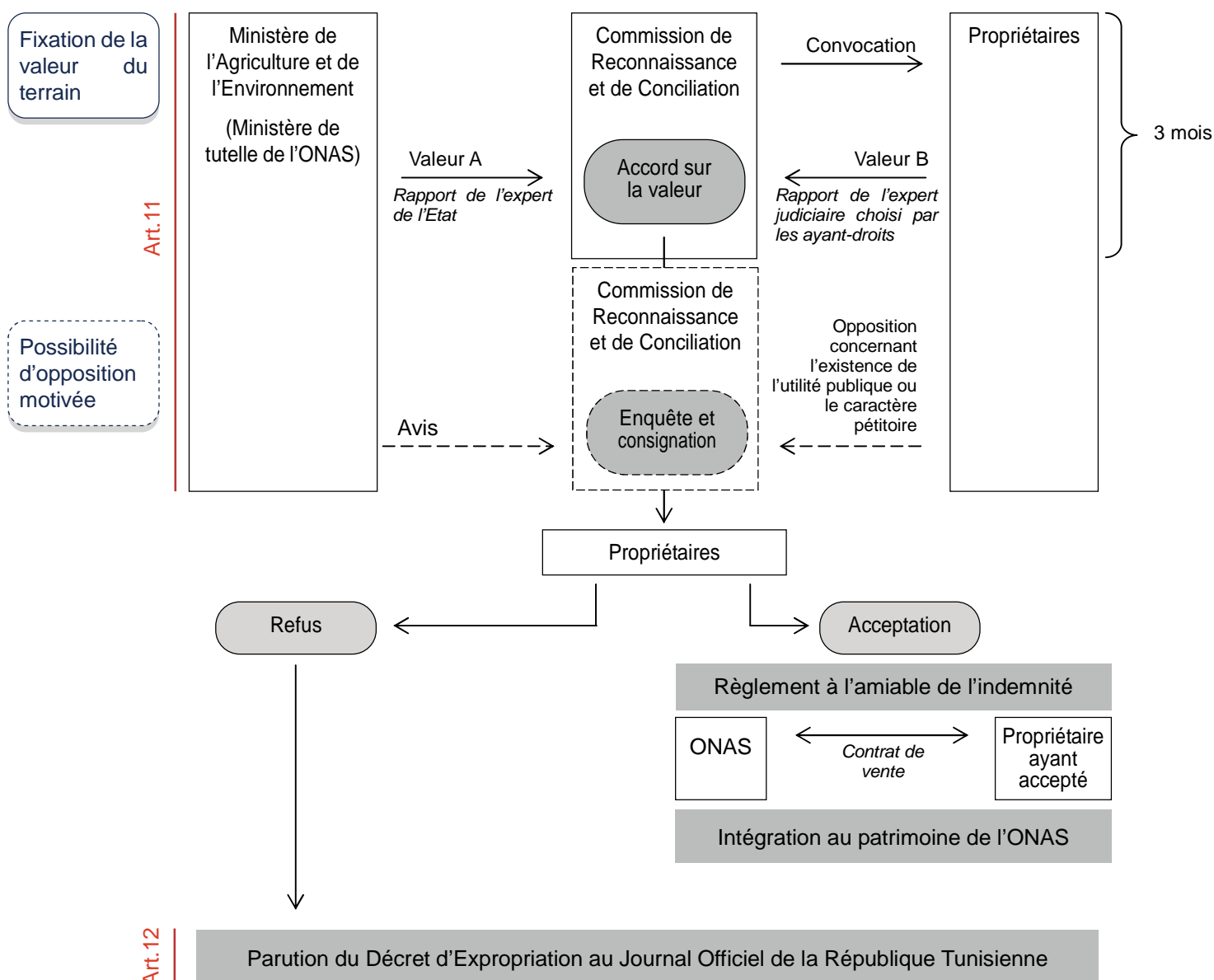


Figure 6.3-5: Procédure d'expropriation (2/3)

Le Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières publie, suite au rapport de la Commission de Reconnaissance et de Conciliation, un décret d'expropriation pour les cas litigieux, notamment lorsque les propriétaires ont refusé la proposition de prix. Le refus vient le

plus souvent d'une valeur du terrain jugée insuffisante par le propriétaire. Le propriétaire peut s'opposer à la décision du MDEAF en déposant un recours auprès du tribunal d'instance.

Le tribunal est tenu de prononcer un jugement sur l'indemnité d'expropriation requise dans un délai de 3 mois après la première audience. En cas de nouveau recours du propriétaire, c'est la cour d'appel qui a un délai de 3 mois après la première audience pour statuer. Enfin, la cour de cassation doit donner son jugement dans un délai de 3 mois après la date de saisine.

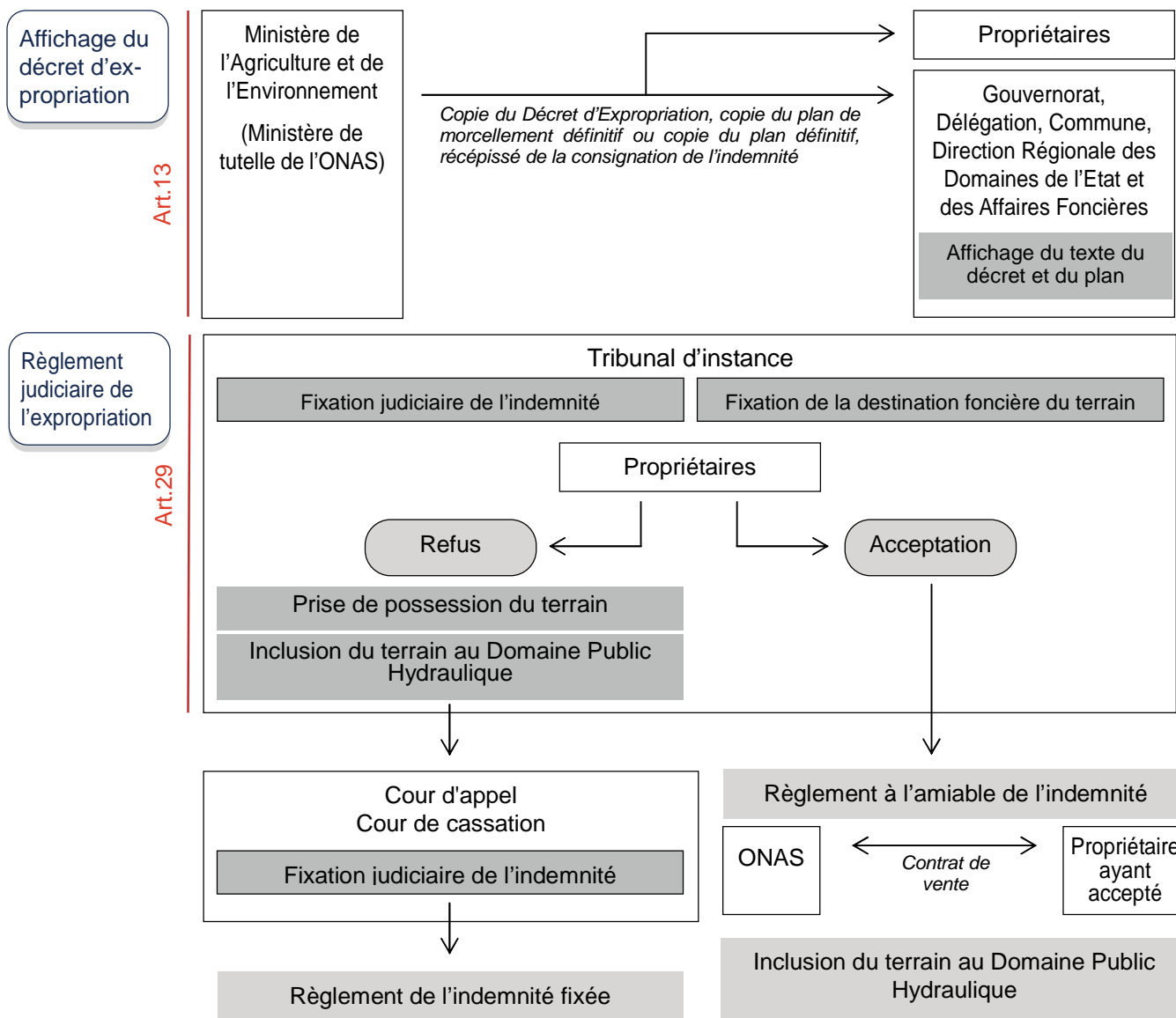


Figure 6.3-6: Cadre juridique de la procédure d'expropriation (3/3)

6.3.2.4 Estimation de la valeur des biens fonciers et indemnisation

La valeur des biens des propriétaires ou occupants dans l'emprise de l'infrastructure projetée est estimée au travers de l'expertise préliminaire de l'expert du Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières

Sur demande de l'ONAS, la direction expertise du Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières élabore l'expertise foncière, c'est-à-dire la fixation de la valeur des biens en tenant compte des prix du marché, à cette date, pour des terrains comparables situés dans la même zone, de la valeur productive des terrains agricoles, et autres aspects capables d'influer sur la valeur des biens. L'estimation de l'indemnité de compensation prend en compte la perte des moyens de subsistance causée par l'emprise foncière du projet.

Dans le cadre de la procédure d'expropriation coordonnée par la CRC, et selon l'article 11 de la loi n° 2003/26 du 14 Avril 2003, le montant de l'indemnité est réévalué et fixé au vu de deux rapports, l'un établi par l'expert des domaines de l'Etat, l'autre par un expert inscrit sur la liste des experts judiciaires que les ayants droits ou certains d'entre eux peuvent choisir.

Dans le cas de travaux publics, la procédure nécessite presque 18 mois à partir de la première consultation publique jusqu'à la fin de la compensation.

Dans la perspective d'estimation des coûts de l'acquisition de terrain, il est très difficile de tirer des valeurs moyennes de compensation financière. En effet, la valeur des biens fonciers change considérablement selon leurs situations géographiques mais aussi et surtout selon l'issue de la procédure par lesquelles ils ont été acquis. La valeur de l'indemnisation d'un même titre foncier peut passer du simple au décuple selon qu'elle a été fixée lors d'une procédure d'acquisition à l'amiable ou lors d'une décision du tribunal en procédure d'expropriation. Nous pouvons citer l'exemple d'un titre foncier estimé à 1800 TND lors de l'expertise préliminaire de l'expert du Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières, puis réévalué à 18 200 TND lors du jugement de l'expropriation au tribunal. C'est pourquoi l'estimation du coût de l'acquisition de terrain n'est pas réalisable objectivement.

6.3.2.5 Opposition à l'Expropriation

L'article 11 de la loi N° 2003/26 du 14 Avril 2003 stipule que toute personne ayant droit de propriété est autorisée à formuler une objection en saisissant la Commission de Reconnaissance et de Conciliation. L'opposition doit être motivée et doit concerner soit l'existence de l'utilité publique, soit le caractère pétitoire (revendication de la propriété immobilière).

En cas d'opposition, la CRC doit effectuer les investigations nécessaires. Elle convoque au moins 8 jours à l'avance les propriétaires concernés à une enquête lors de laquelle ceux-ci expriment leurs observations et revendications, qui sont consignées dans le procès-verbal établi par la commission. Celle-ci examine les oppositions après avis de la partie expropriante (c'est-à-dire l'ONAS).

6.4 VALIDITE DE LA PROCEDURE TUNISIENNE

Considérant les composants du projet et leurs caractéristiques, et comme aucun impact grave sur l'environnement ni réinstallation forcée à large échelle ne sont prévus, le Projet doit être classé en catégorie B au vu des Directives JBIC pour la sélection environnementale de la JICA.

Dans ce contexte, la validité de la procédure Tunisienne pour l'EIE et pour l'acquisition de terrains, et les mesures à prendre en compte pour le Projet sont résumées dans le tableau suivant, établi en comparaison des articles pertinents fournis dans les Directives. Les Politiques

Opérationnelles de la Banque Mondiale (OP)¹ doivent également être mentionnées en tant que norme mondiale, afin de justifier les procédures nécessaires devant être appliquées.

Tableau 6.4-1: Validité de la Procédure Tunisienne

Exigences de base des Directives de la JBIC et/ou de l'OP	Procédure Tunisienne	Références de la Loi Tunisienne	Analyses et Commentaires
A. Evaluation des Impacts Environnementaux (EIE)			
<p>A-1. Cadre légal :</p> <p>Le processus de l'EIE est mentionné et assuré dans certaines lois ou décrets.</p>	<p>Les projets d'un secteur important doivent exiger une EIE.</p>	<p>Décret N° 362-91 du 31 mars 1991</p> <p>Décret N° 1991-2005 du 11 juillet 2005</p>	<p>Un cadre légal approprié a été établi.</p> <p>Des boîtes à outils conviviales et des directives résumant la procédure sont également fournis sur le site Web.</p>
<p>A-2. Cadre Institutionnel :</p> <p>Un organisme responsable de l'EIE a été créé.</p>	<p>L'Agence Nationale de la Protection de l'Environnement (ANPE) a été créée comme organisme responsable de l'EIE.</p>	<p>Loi N° 88-91 du 2 août 1988</p> <p>Loi N° 92-115 du 30 novembre 1992</p>	<p>Un cadre institutionnel approprié a été établi.</p> <p>L'ONAS a un département « Département Central Technique » responsable des problèmes environnementaux, incluant la gestion de l'EIE.</p> <p>Un fonctionnaire responsable des projets dans le secteur des installations sanitaires est également nommé au sein de l'ANPE.</p>
<p>A-3. Domaine de l'EIE:</p> <p>L'EIE prend en compte l'environnement naturel (air, eau et terre); la santé et la sécurité humaines; les aspects sociaux (réinstallation forcée, groupes indigènes et ressources culturelles physiques); et les aspects environnementaux globaux et transfrontaliers.</p> <p>L'EIE considère les aspects naturels et sociaux d'une manière intégrée.</p>	<p>L'Agence Nationale de la Protection de l'Environnement (ANPE) assure les TDR pour l'EIE.</p>	<p>Loi N° 88-91 du 2 août 1988</p> <p>Loi N° 92-115 du 30 novembre 1992</p>	<p>Les TDR fournis par l'ANPE prennent soin d'abord des aspects environnementaux, puis des aspects socio-économiques.</p>

¹ Politiques Opérationnelles de la Banque Mondiale (OPs): OP 4.01 : Evaluation environnementale (1999), OP 4.12 : Réinstallation forcée (2001)

Exigences de base des Directives de la JBIC et/ou de l'OP	Procédure Tunisienne	Références de la Loi Tunisienne	Analyses et Commentaires
<p>A-4. Consultation publique :</p> <p>Au cours du processus de l'EIE, certaines consultations publiques sont menées en incluant des groupes affectés par le projet et des organisations non-gouvernementales (ONG), au sujet des aspects environnementaux du projet et prendront leurs points de vue en compte.</p> <p>Ces consultations doivent être prévues aussi rapidement que possible.</p>	<p>Non requis pendant le processus EIE.</p>	<p>—</p>	<p>Dans le cas des projets de la Banque Mondiale, l'ONAS a mené une consultation publique selon un article mentionné dans OP4.01.</p> <p>Pour éviter tout problème entre les parties prenantes, ces consultations doivent également être appliquées aux projets de coopération financière remboursable de l'APD japonaise.</p>
<p>A-5. Divulgateion :</p> <p>Tous les rapports individuels pour le projet sont mis à disposition des groupes affectés par le projet et des ONG locales.</p>	<p>Non requis pendant le processus EIE.</p>	<p>—</p>	<p>Dans le cas de projets de Catégorie B, la divulgation des rapports de l'EIE n'est pas obligatoire du côté Tunisien selon les Directives de la JBIC.</p> <p>D'un autre côté, dans le cas de projets de la Banque Mondiale, si un projet est classé en Catégorie A ou B, la divulgation des rapports de l'EIE est requise obligatoirement selon un article mentionné dans OP4.01.</p>
<p>A-6. Suivi :</p> <p>Au cours de la mise en œuvre du projet, les rapports sur la conformité avec les mesures, sur la base des conclusions et des résultats de l'EIE sont préparés.</p>	<p>La préparation des Plans de Gestion Environnementale (PGE) est requise.</p> <p>La méthode et la fréquence du suivi est déterminée dans le plan.</p>	<p>Décret N° 362-91 du 31 mars 1991</p> <p>Décret N° 1991-2005 du 11 juillet 2005</p>	<p>L'ONAS a un département « Département Central Epuration » responsable des problèmes environnementaux, incluant la gestion de l'EIE.</p>

Exigences de base des Directives de la JBIC et/ou de l'OP	Procédure Tunisienne	Références de la Loi Tunisienne	Analyses et Commentaires
B. Acquisition de terrains			
<p>B-1. Cadre légal :</p> <p>Le processus d'acquisition de terrains est mentionné et assuré dans certaines lois ou décrets.</p>	<p>L'acquisition de terrains est assurée par une procédure administrative.</p> <p>La procédure d'expropriation est assurée par une loi.</p>	<p>Loi N° 2003-26 du 14 avril 2003, amendant la Loi précédente N° 76-85 du 11 août 1976</p>	<p>Un cadre légal approprié est établi.</p> <p>Dès que le décret d'expropriation est publié, l'expropriant a le droit de prendre possession du terrain, mais en fait, la procédure pénale peut retarder la mise en œuvre du projet.</p>
<p>B-2. Cadre Institutionnel :</p> <p>Un organisme responsable de l'acquisition de terrains a été créé.</p>	<p>Le Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières (MDEAF) est l'organisme responsable de l'Acquisition de terrains.</p> <p>Une Commission de Reconnaissance et de Conciliation (CRC) est créée dans chaque gouvernorat pour gérer le processus complet d'acquisition de terrains.</p>	<p>Loi N° 2003-26 du 14 avril 2003, amendant la Loi précédente N° 76-85 du 11 août 1976</p> <p>Décret N° 2003-1551 du 2 juillet 2003</p>	<p>Un cadre institutionnel approprié est établi.</p> <p>La création de la CRC apporte des opportunités aux personnes affectées par le projet de défendre leurs intérêts en nommant un expert pour l'estimation des compensations.</p>
<p>B-3. Participation publique :</p> <p>Les personnes affectées par le projet doivent être consultées avec sincérité et doivent avoir des opportunités de participer à la planification et à la mise en œuvre de l'acquisition de terrains.</p>	<p>Au cours de la procédure d'Acquisition de terrain, les personnes affectées par le projet sont invitées à un premier stade de consultation.</p> <p>Au cours du processus d'Expropriation, les personnes affectées par le projet sont invitées à participer aux sessions du CRC.</p>	<p>Loi N° 2003-26 du 14 avril 2003, amendant la Loi précédente N° 76-85 du 11 août 1976</p>	<p>Bien que cela ressemble plus à de la négociation, la première consultation de contact est assez ouverte à tout problème puisqu'elle prend place en amont du choix d'un terrain servant à implanter l'infrastructure.</p> <p>Au cours des sessions CRC, les personnes affectées par le projet peuvent préparer une objection raisonnée pour exprimer leurs demandes.</p>
<p>B-4. Considérations des groupes vulnérables :</p> <p>Une considération appropriée doit être apportée aux groupes sociaux vulnérables.</p>	<p>Non requis dans le processus d'acquisition de terrains.</p>	<p>—</p>	<p>—</p>

Exigences de base des Directives de la JBIC et/ou de l'OP	Procédure Tunisienne	Références de la Loi Tunisienne	Analyses et Commentaires
<p>B-5. Coûts de remplacement et restauration des moyens de subsistance :</p> <p>Les personnes affectées reçoivent une compensation rapide et effective du coût de remplacement complet pour les pertes des biens attribuables directement au projet.</p> <p>Les personnes affectées doivent être aidées dans leurs efforts pour améliorer leurs moyens de subsistance et standards de vie ou au moins pour restaurer leur niveau d'avant-projet.</p>	<p>La perte des moyens de subsistance est estimée dans l'expertise et incluse dans la compensation avec indemnités.</p>	<p>Loi N° 2003-26 du 14 avril 2003, amendant la Loi précédente N° 76-85 du 11 août 1976</p> <p>Article 5 de la Loi N° 95-21 du 13 février 1995</p>	<p>Le montant de la compensation est examiné et déterminé sur la base de deux rapports, l'un préparé par l'expert nommé par l'état, l'autre par un expert de la liste des experts légaux que les personnes affectées ou certaines d'entre elles peuvent choisir.</p> <p>La perte des moyens de subsistance est compensée par une indemnité financière uniquement, tandis qu'une assistance de suivi conséquente (fournissant des contributions agricoles, développant des chaînes de valeur) peut être conseillée.</p> <p>Un terrain public agricole peut être alloué par le propriétaire en échange de son terrain d'origine pour faciliter la réinstallation.</p>
<p>B-6. Programme d'acquisition de terrains (LAP):</p> <p>Un programme d'acquisition de terrains ou un cadre de politique d'acquisition de terrains est préparé (si plus de 200 personnes sont déplacées).</p>	<p>Non requis dans le processus d'Acquisition de terrains.</p>	<p>—</p>	<p>Dans le cas de projet de la JICA, le LAP n'est requis que pour les projets classés en Catégorie A.</p>
<p>B-7. Plan de réinstallation simplifié :</p> <p>Quand des impacts sur la population entière déplacée sont mineurs ou que moins de 200 personnes sont déplacées, un Plan de réinstallation simplifié peut être convenu.</p>	<p>Non requis dans le processus d'Acquisition de terrains.</p>	<p>—</p>	<p>Requis dans le cas des projets de la Banque Mondiale tel qu'établi dans l'OP 4.12.</p> <p>Les Directives de la JBIC n'ont pas d'articles concernant le Plan de réinstallation simplifiée.</p>
<p>B-8. Suivi :</p> <p>L'emprunteur est responsable du suivi approprié et de l'évaluation des activités présentées dans l'outil de réinstallation.</p>	<p>Non requis dans le processus d'Acquisition de terrains.</p>	<p>—</p>	<p>Requis dans le cas des projets de la Banque Mondiale tel qu'établi dans l'OP 4.12.</p>

6.4.1 Validité de la procédure d'EIE en Tunisie

Un cadre légal et institutionnel approprié est établi en Tunisie pour la procédure de l'EIE.

Avant toute conclusion, il doit être reconfirmé que le Projet est classé dans la Catégorie B, conformément aux critères définis dans les Directives JBIC, du fait que le Projet n'aura pas d'impacts significatifs sur l'environnement. Pour les projets de catégorie B, le rapport d'EIE n'est pas un élément obligatoire requis par la JICA via son examen environnemental, mais la JICA pourra se référer au rapport EIE si une procédure EIE a été engagée. En ce qui concerne le Projet, il suffit qu'une EIE séparée soit conduite pour chaque STEP conformément aux conditions déterminées dans la procédure tunisienne.

Pour éviter les problèmes entre voisins, les Directives JBIC recommandent toutefois que les projets soient adéquatement coordonnés afin qu'ils soient acceptés socialement par la population du pays et de la localité où le projet est prévu.

Ainsi, en fournissant des informations sur le projet au public dès sa phase de conception, certains processus de coordination et/ou participation au sein du public sont officiellement assurés durant le processus de l'EIE.

6.4.2 Validité de la procédure d'acquisition de terrain en Tunisie

Bien que la consultation du public ne soit pas requise dans les Directives JBIC, sauf pour les projets de Catégorie A, conformément à la procédure tunisienne d'acquisition de terrain, l'agence d'exécution commencera à négocier avec les autorités locales et les résidents de la zone cible du projet pendant l'étude topographique réalisée avant la conception détaillée (APD). Depuis le début des négociations concernant l'acquisition de terrain, la procédure tunisienne inclut un mécanisme donnant aux résidents l'opportunité de participer, et aussi d'avoir leurs opinions reflétées sur le choix du site du projet à l'étape de la conception. On peut dire que les procédures appropriées ont ainsi été assurées conformément aux Directives JBIC. Concernant l'indemnisation, la procédure tunisienne a un mécanisme adéquat pour vérifier la validité du prix d'indemnisation, en comparant les prix proposés par l'expropriant avec les prix de l'avocat engagé par le propriétaire terrien. En supposant que le Projet soit classé dans la catégorie B, on peut dire que la procédure d'acquisition de terrain en Tunisie a un bon mécanisme, conforme aux exigences des Directives JBIC.

D'autre part, là où une nouvelle station de pompage est prévue, plusieurs sites alternatifs devraient être proposés aux parties prenantes sur la base des informations détaillées obtenues à partir de l'étude topographique réalisée après l'étude de la JICA pour éviter toute expropriation et atténuer les impacts en relation avec l'acquisition de terrain.

6.5 ZONES PROTEGEES

Le Parc National de l'Ichkeul, situé dans le Nord de la Tunisie à 50 km de Tunis et dans le gouvernorat de Bizerte, est classé comme réserve de biosphère par la Convention de Ramsar et a été inscrit au patrimoine mondial naturel de l'UNESCO en 1980.

Ce parc doit son originalité aux particularités du système du lagon, avec son lac alimenté par six rivières d'eau douce en hiver, et l'eau de mer qui y pénètre en été par le lit de la rivière Tinja. Ces doubles conditions saisonnières alternées donnent naissance à une végétation aquatique particulière et permettent d'accueillir des milliers d'oiseaux aquatiques migrateurs.

Toutefois, le Parc a été inscrit sur la liste du patrimoine mondial en péril en 1996. En juin 1998, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) a noté que la hausse de la salinité du lac pouvait faire perdre toute chance de satisfaire les normes du Patrimoine Mondial du site et s'est dit inquiet par la lenteur et le manque d'efficacité du programme de réhabilitation.

L'urgence de la situation a été atténuée par les intenses précipitations durant les hivers entre les années 2003 et 2005, et le site a été retiré de la liste du patrimoine en péril en 2006.



Figure 6.5-1 : Localisation du Parc National de l'Ichkeul (Google)

Si on considère la conservation de la biodiversité, le parc fournit en particulier un habitat pour le passage et l'hivernage d'oiseaux aquatiques originaires de la région paléarctique nord et un habitat de reproduction pour beaucoup d'espèces de la zone paléarctique sud listées dans le tableau suivant. Certaines d'entre elles sont globalement en danger ou restreintes à ce biome.

Tableau 6.5-1: Listes des oiseaux aquatiques

Nom scientifique	Saison	Population	Catégorie IUCN
Barbary Partridge <i>Alectoris barbara</i>	Résident	—	Préoccupation mineure
Greylag Goose <i>Anser anser</i>	Hiver	300-25.000 individus	Préoccupation mineure
Eurasian Wigeon <i>Anas penelope</i>	Hiver	10.000-50.000 individus	Préoccupation mineure
Northern Shoveler <i>Anas clypeata</i>	Reproduction	—	Préoccupation mineure
Northern Shoveler <i>Anas clypeata</i>	Hiver	5.000-10.000 individus	Préoccupation mineure
Marbled Teal <i>Marmaronetta angustirostris</i>	Reproduction	50-200 couples reproducteurs	Vulnérable
Common Pochard <i>Aythya ferina</i>	Hiver	10.000-90.000 individus	Préoccupation mineure
Ferruginous Duck <i>Aythya nyroca</i>	Hiver	20-90 individus	Quasi menacé
White-headed Duck <i>Oxyura leucocephala</i>	Hiver	12-600 individus	En danger
Greater Flamingo <i>Phoenicopterus roseus</i>	Hiver	500-4.500 individus	Préoccupation mineure
Eleonora's Falcon <i>Falco eleonora</i>	Reproduction	—	Préoccupation mineure
Common Coot <i>Fulica atra</i>	Hiver	2.000-45.000 individus	Préoccupation mineure
Black-tailed Godwit <i>Limosa limosa</i>	Passage	3.000-6.000 individus	Quasi menacé
Collared Pratincole <i>Glaucophaea pratincola</i>	Reproduction	200-600 couples reproducteurs	Préoccupation mineure
Sardinian Warbler <i>Sylvia melanocephala</i>	Résident	—	Préoccupation mineure
Spotless Starling <i>Sturnus unicolor</i>	Résident	—	Préoccupation mineure
Moussier's Redstart <i>Phoenicurus moussieri</i>	Résident	—	Préoccupation mineure
Black Wheatear <i>Oenanthe leucura</i>	Résident	—	Préoccupation mineure
Black-eared Wheatear <i>Oenanthe hispanica</i>	Reproduction	—	Préoccupation mineure

Source: Birdlife International

Pour protéger cette zone sensible contre les conflits entre environnement et développement, le Programme pour le développement économique et social (PDES) établi au niveau régional identifie les principales directions de développement dans la région de Bizerte à l'horizon 2015, en satisfaisant à la fois au développement socio-économique et à la conservation de l'environnement naturel dans le parc. Les orientations du PDES sont prises en compte pour le développement rural des bassins versants en amont et pour les eaux usées des villes.

Concernant les composants du Projet à installer près de la zone du parc, la réhabilitation et l'extension des réseaux et des stations de pompage sont planifiées dans la commune de Menzel Bourguiba située entre le lac Bizerte et le lac Ichkeul. Comme le projet a pour but d'améliorer les conditions de collecte des eaux usées, il devrait apporter des impacts positifs sur l'environnement.

6.6 DESCRIPTION DU PROJECT

Sur la base de l'étude préliminaire préparée par l'ONAS, le projet inclus initialement deux composants, la réhabilitation et l'extension de 5 Stations de Traitement des eaux usées (STEP) dans 3 gouvernorats, ainsi que la réhabilitation et l'extension des réseaux d'assainissement et des stations de pompage dans 10 gouvernorats. Les sous-projets dans chaque gouvernorat sont résumés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 6.6-1: Résumé du Projet : Réseau et Stations de Pompage (Etude préliminaire de l'ONAS)

Gouvernorat	Réseau (2029)		Station de pompage (2029)	
	Réhabilitation (Km)	Extension (Km)	Réhabilitation (N°)	Extension (Neuf) (N°)
Béja	38,4	8	1	5
Bizerte	77,5	17,5	8	7
Jendouba	30,1	37,6	5	6
Kasserine	30,4	51,1	0	4
Kébili	10,4	148,9	2	15
Kef	21,4	5,8	4	2
Sfax	75,4	459,9	3	5
Sidi Bouzid	16	10,2	0	1
Siliana	20	3,2	0	1
Zaghouan	61,5	6,9	0	4
Total	380,9	749,1	23	50

Tableau 6.6-2: Résumé du Projet : STEP

	Spécifications (2029)						Solution proposée	
	Equivalents population totale (hab.)	Débit moyen quotidien (m3/jour)	Charge de polluant DBO ₅ (kg/jour)	Volume de boues activées demandé (m3)	Volume d'eau traitée rejetée (m3/jour)	Volume boues (t/jour)	Modification du Processus et/ou Processus additionnel	Extension des travaux de génie civil
Medjez el Bab	39 592	5 429	2 376	6 546	5 323	18	✓	
Béja	143 586	12 994	8 615	19 880	12 862	61	✓	
Tabarka	44 509	8 510	2 671	7 762	8 391	19	✓	✓
Jendouba	104 988	11 703	4 200	11 928	11 590	33	✓	
Siliana	37 650	4 084	1 694	7 800	4 044	13	✓	

6.7 DESCRIPTION GENERALE DE LA SITUATION ENVIRONNEMENTALE

6.7.1 Réseaux et stations de pompage

Les impacts environnementaux et sociaux des projets de construction de réseaux d'assainissement sont généralement très limités, du fait que les conduites principales à réhabiliter sont enfouies dans l'emprise de routes existantes et que la construction de nouvelles conduites pour l'extension du réseau est également prévue dans l'emprise de la voirie.

Comme la construction des réseaux d'assainissement est envisagée dans l'emprise de la voirie, aucune réinstallation forcée n'est à prévoir pour ce Projet.

En ce qui concerne l'influence du Projet sur le voisinage pendant la phase de construction, les nuisances temporaires suivantes devront

être estimées :

- Bruits et vibrations dus aux travaux de terrassement ;
- Poussières des travaux de terrassement et du transport des matériaux de construction ;
- Déviation du trafic ;
- Risques pour la sécurité des sites de construction et du trafic ;
- Déviation pour l'accès aux logements, etc.

Les acquisitions de terrains requises pour la construction des nouvelles stations de pompage sont d'autre part à prendre en compte en tant que considération sociale du Projet.

Plus de 50 nouvelles stations de pompage, avec une emprise unitaire variant de 150 à 400 m², sont prévues par l'ONAS.

La Mission d'Etude a pu constater par ailleurs que certaines stations exigent l'acquisition de terrains privés.

Lorsqu'une station de pompage est projetée dans une zone résidentielle, elle doit être dotée d'équipements spécifiques afin de rester conforme au niveau limite de bruit autorisé pendant sa phase de fonctionnement.

Les émissions d'odeurs devront également être contrôlées par le choix d'équipements avec des caractéristiques garantissant une absence de nuisance pour le voisinage.



Photo: Conduite principale, Bizerte



Photo: Station de pompage, Bizerte

6.7.2 Stations d'épuration (STEP)

La description de la situation générale et des considérations environnementales pour les 5 stations d'épuration comprises dans le Projet est la suivante :

STEP : Medjez el Bab



Situation actuelle

Dépôt de boues dans le périmètre de la STEP



Distance au centre-ville : 1 km

Environnement récepteur des eaux usées traitées : Oued Medjerda

Rejet des boues et des déchets solides : Les boues sont stockées sur des lits de séchage. Ce dépôt temporaire dans le périmètre de la STEP est sans aucune protection depuis 2007.

Description générale de la situation environnementale : La STEP est située dans une zone agricole, à 1 km du centre-ville, et l'influence directe sur le voisinage telle que le bruit et les odeurs n'est donc pas à prendre en compte. La STEP ayant une surface suffisante pour une éventuelle extension, une acquisition de terrain n'est donc pas nécessaire. Par contre, le stockage des boues sur le dépôt temporaire entraîne une pollution des eaux souterraines et il est urgent que l'ONAS trouve une décharge contrôlée.

STEP : Béja



Situation actuelle

Eaux usées rejetées après traitement



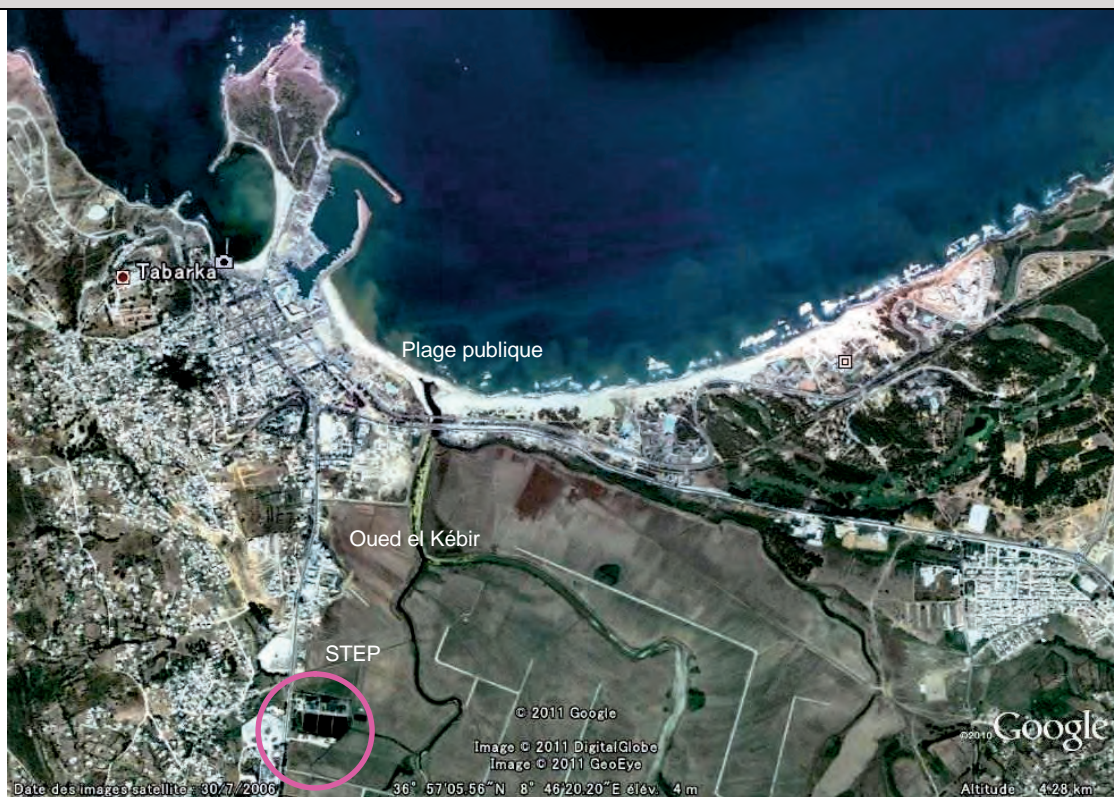
Distance au centre-ville : 2 km

Environnement récepteur des eaux usées traitées : Oued Béja

Rejet des boues et des déchets solides : Les boues sont stockées sur des lits de séchage. Ce dépôt temporaire dans le périmètre de la STEP est sans aucune protection.

Description générale de la situation environnementale : La STEP est située à 2 km du centre-ville. La STEP ayant une surface suffisante pour une éventuelle extension, une acquisition de terrain n'est donc pas nécessaire. Par contre, le stockage des boues sur le dépôt temporaire risque d'entraîner une pollution des eaux souterraines. L'eau traitée est colorée du fait des eaux usées provenant de la levurerie; elle est déchargée dans l'Oued Béja qui se rejette dans la retenue de Sidi Salem, une des ressources en eau potable pour la région.

STEP : Tabarka



Situation actuelle

Décharge de déchets solides (à 7 km de la STEP)



Distance au centre-ville : 1 km

Environnement récepteur des eaux usées traitées : Oued el Kébir

Rejet des boues et des déchets solides : Les boues sont stockées sur des lits de séchage dans le périmètre de la STEP depuis janvier 2011. Il existe une décharge dans la municipalité, à 7 km de la STEP, mais elle est établie sans mesures de protection.

Description générale de la situation environnementale : Depuis quelques années, la zone résidentielle a tendance à s'étendre aux alentours de la STEP, et des mesures contre les odeurs devraient être prises. Le stockage des boues sur la décharge temporaire risque d'entraîner une pollution des eaux souterraines et il est urgent que l'ONAS trouve une décharge contrôlée. La STEP ayant une surface suffisante pour une éventuelle extension, une acquisition de terrain n'est donc pas nécessaire. Les rejets s'effectuant dans une zone de plages publiques, la qualité des eaux usées traitées doit être soigneusement surveillée.

STEP : Jendouba



Situation actuelle

Dépôt de boues dans le périmètre de la STEP



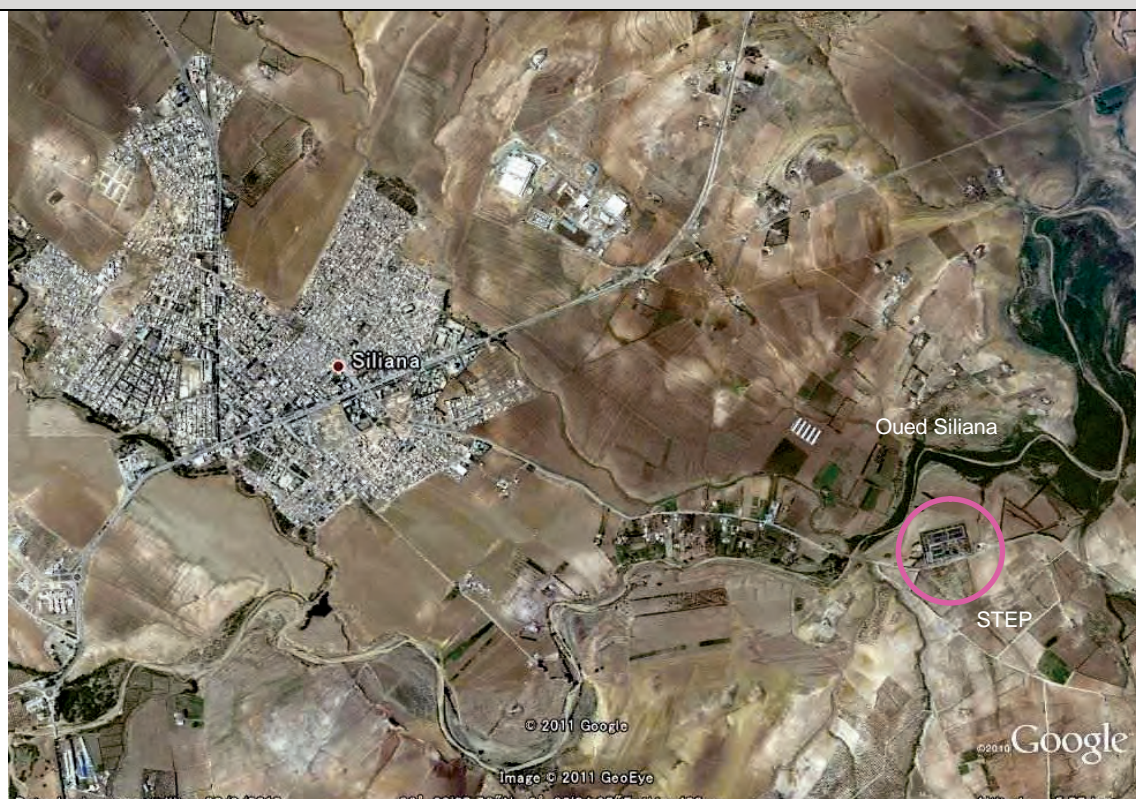
Distance au centre-ville : 2 km

Environnement récepteur des eaux usées traitées : Oued Medjerda

Rejet des boues et des déchets solides : Les boues sont stockées sur des lits de séchage. Ce dépôt temporaire dans le périmètre de la STEP est sans aucune protection depuis 2005.

Description générale de la situation environnementale : La STEP est située dans une zone agricole, à 2 km du centre-ville, et l'influence directe sur le voisinage telle que le bruit et les odeurs n'est donc pas à prendre en compte. La STEP ayant une surface suffisante pour une éventuelle extension, une acquisition de terrain n'est donc pas nécessaire. Par contre, le stockage des boues sur le dépôt temporaire entraîne une pollution des eaux souterraines et il est urgent que l'ONAS trouve une décharge contrôlée.

STEP : Siliana



Situation actuelle

Dépôt de boues dans le périmètre de la STEP



Distance au centre-ville : 4 km

Environnement récepteur des eaux usées traitées : Oued el Kébir

Rejet des boues et des déchets solides : Les boues sont stockées sur des lits de séchage et le dépôt temporaire dans le périmètre de la STEP est sans aucune protection.

Description générale de la situation environnementale : La STEP est située dans une zone agricole, à 4 km du centre-ville, et l'influence directe sur le voisinage, par exemple odeur et bruit, n'est donc pas à prendre en compte. La surface pour l'extension est réservée, si nécessaire. Par contre, le stockage des boues sur le dépôt temporaire entraîne une pollution des eaux souterraines et il est urgent que l'ONAS trouve une décharge contrôlée.

6.8 IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

6.8.1 Impacts Positifs

Le tableau 6.8-1 présente les impacts positifs attendus du Projet ainsi que les mesures à prendre pour augmenter ces impacts positifs.

Tableau 6.8-1: Impacts Positifs


Impact positif	Mesures à prendre pour augmenter les impacts positifs
Amélioration des conditions de vie	<p>Pour garantir les impacts positifs ainsi que la durabilité générale du projet, il est recommandé de mener des campagnes de sensibilisation du public portant sur les points suivants :</p> <p>Phase de conception et de Construction :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Connaissance du système d'assainissement, ➤ Connaissance de la santé publique, ➤ Prévention de la pollution des nappes phréatiques, ➤ Prévention des maladies liées à l'eau, etc. <p>Phase opérationnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Branchement particulier, ➤ Volonté de payer des frais pour les eaux usées, ➤ Prévention du raccordement illégal au réseau d'assainissement, ➤ Prévention du déversement inapproprié dans le système d'eaux usées, ➤ Standard de qualité de l'eau pour l'eau qui entre dans la STEP, ➤ Amélioration du prétraitement des eaux usées industrielles, etc.
Amélioration de l'environnement aquatique	
Amélioration de l'accessibilité aux services sanitaires modernes	
Amélioration de la collecte de la redevance d'assainissement	
Réduction de la facture médicale des ménages avec la raréfaction des maladies liées à l'eau	


6.8.2 Listes de contrôle environnemental de la JBIC

Les impacts considérés comme négatifs sont récapitulés dans les listes de contrôle environnemental de la JBIC du tableau suivant.


JBIC Liste de contrôle environnemental: Assainissement

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Confirmation des considérations environnementales
1. Permis et autorisations, explications	(1) EIE et attestations environnementales	<ul style="list-style-type: none"> ① Les rapports d'EIE ont-ils été achevés ? ② Les rapports d'EIE ont-ils été approuvés par les autorités du pays partenaire ? ③ Les rapports d'EIE ont-ils été approuvés sans condition ? Si leur approbation était conditionnelle, les conditions requises sont-elles remplies ? ④ Outre ces approbations, les autres permis environnementaux requis ont-ils été obtenus auprès des autorités compétentes du pays partenaire ? 	<ul style="list-style-type: none"> ① Le GdT réalisera une EIE après l'Etude de la JICA sur la base de la procédure mentionnée dans le « Décret N°1991-2005 de juillet 2005 ». ② Le rapport de l'EIE n'a pas encore été établi. ③ Le contenu du rapport sera examiné et approuvé par l'ANPE. ④ Non requis.
	(2) Explications au public	<ul style="list-style-type: none"> ① La nature du projet et les impacts potentiels sont-ils suffisamment expliqués aux parties prenantes locales sur la base de procédures appropriées, y compris la communication d'informations ? La compréhension des parties prenantes locales est-elle obtenue ? ② Les commentaires émanant de la population locale ont-ils été pris en compte dans la planification du projet ? 	<ul style="list-style-type: none"> ① Du point de vue des impacts environnementaux du Projet, la consultation publique n'est pas obligatoire dans la procédure EIE mentionnée dans le « Décret N° 1991-2005 de juillet 2005 ». ② Du point de vue des impacts sociaux, la consultation publique est obligatoire selon la Loi Tunisienne sur l'expropriation « N° 2003-26 du 14 avril 2003 ». <p>Toute personne affectée par le projet peut exprimer son opposition en cas d'objection au projet.</p> <p>Sur la base du processus de l'EIE en Tunisie, des consultations publiques ne sont pas nécessaires pendant l'EIE. Cependant, pour éviter tout problème entre les parties prenantes, de telles consultations devraient également être menées au cours de l'EIE comme pour les projets de la Banque mondiale.</p>
2. Mesures d'atténuation	(1) Qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> ① Les polluants, notamment les DBO, les DCO, les SS, le pH et les autres polluants contenus dans les effluents provenant des eaux traitées respectent-ils les normes d'effluents du pays ? 	<ul style="list-style-type: none"> ① La qualité des eaux usées traitées doit être contrôlée en conformité avec les valeurs limites données dans la norme Tunisienne « NT 106.02 (1989) ». Les caractéristiques des équipements des STEP doivent être déterminées pour respecter cette norme.
	(2) Gestion des déchets	<ul style="list-style-type: none"> ① Les déchets, notamment les boues produites lors du fonctionnement des installations, sont-ils correctement 	<ul style="list-style-type: none"> ① Des boues sont stockées sur des lits de séchage et/ou dans des sites de décharge temporaire dans chaque

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Confirmation des considérations environnementales
	déchets	traités et éliminés conformément aux réglementations du pays ?	STEP, et ce, sans protection depuis plusieurs années. Le niveau admissible de métaux lourds dans les boues est réglementé par la norme Tunisienne « NT 106.20 (2002) ».
	(3) Pollution des sols	① Si l'on soupçonne la présence de métaux lourds, notamment dans les boues d'épuration, des mesures appropriées sont-elles prises pour éviter la pollution des sols et des eaux souterraines, notamment par des infiltrations d'eaux en provenance de ces déchets ?	<p>① Le stockage de boues sur des sites de décharge temporaire dans chaque STEP sans aucune protection est une cause de contamination des sols et des eaux souterraines. L'ONAS doit trouver en urgence une décharge contrôlée pour ses boues.</p>  <p>Photo : STEP Medjez el Bab</p>
	(4) Bruits et vibrations	① Les bruits et les vibrations produits notamment par les installations de traitement des boues et de pompage sont-ils conformes aux normes du pays ?	<p>① Les STEP sont situées à une distance moyenne de 1 à 4 km des zones résidentielles et aucun impact significatif des bruits ou vibrations n'est identifié.</p> <p>Par ailleurs, si une station de pompage est projetée dans une zone résidentielle, elle doit être dotée d'équipements spécifiques la rendant conforme à la valeur limite de 50dB.</p>

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Confirmation des considérations environnementales
			 <p>Photo : station de pompage dans la commune de Testour</p>
	(5) Odeurs insalubres	① Des mesures préventives sont-elles prises pour contrôler les odeurs insalubres, notamment des installations de traitement des boues ?	① Les odeurs doivent être contrôlées pour assurer une qualité conforme à la valeur limite de 0,2 mg/m ³ de H ₂ S dans l'air comme indiqué dans la norme Tunisienne « NT 106.04 (1994) ». Les caractéristiques des équipements des STEP et des stations de pompage doivent être déterminées pour répondre à cette norme.
3. Environnement naturel	(1) Zones protégées	① Le site du projet et les endroits où les eaux traitées sont rejetées sont-ils situés dans des zones protégées par les lois du pays ou par des conventions internationales ? Le projet peut-il affecter ces zones protégées ?	① Le Projet n'est pas exécuté dans des zones protégées.
	(2) Ecosystème	<p>① Le site du projet et les endroits où les eaux traitées sont rejetées, comprennent-ils des forêts primaires, des forêts tropicales naturelles, des habitats écologiques de valeur (récifs coralliens, marécages à palétuviers, wadden, etc.) ?</p> <p>② Le site du projet comprend-il des habitats de valeur protégés par les lois du pays ou par des conventions internationales ?</p> <p>③ Si des impacts importants sur l'écosystème sont attendus, des mesures appropriées sont-elles prises pour réduire ces impacts ?</p>	<p>① Le Projet n'est pas exécuté dans des sites comportant des écosystèmes importants.</p> <p>② Le Projet n'est pas exécuté dans des zones protégées.</p> <p>③ Aucun impact significatif sur l'écosystème de valeur.</p> <p>④ Aucun impact significatif.</p>

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Confirmation des considérations environnementales
		④ Le projet peut-il avoir un impact sur l'environnement de la zone hydrographique, notamment les rivières ? Des mesures sont-elles prises pour atténuer cet impact, notamment sur les organismes aquatiques ?	
4. Environnement social	(1) Réinstallation	<p>① La mise en œuvre du projet implique-t-elle une réinstallation forcée ? Si oui, des efforts sont-ils entrepris pour atténuer les impacts de la réinstallation ?</p> <p>② Des explications appropriées sur la réinstallation et l'indemnisation sont-elles fournies aux personnes déplacées avant la réinstallation ?</p> <p>③ La réinstallation fait-elle l'objet d'une étude, et un plan de réinstallation, comprenant une indemnisation juste et le rétablissement de la base économique des personnes déplacées, est-il établi ?</p> <p>④ Le plan de réinstallation accorde-t-il une attention particulière aux groupes ou aux personnes vulnérables, comprenant les femmes, les enfants, les personnes âgées, les personnes vivant dans la pauvreté, les minorités ethniques et les populations autochtones ?</p> <p>⑤ L'accord des personnes déplacées est-il obtenu avant la réinstallation ?</p> <p>⑥ Existe-t-il un cadre organisationnel pour bien mettre en œuvre la réinstallation ? Les capacités de mise en œuvre et les moyens financiers sont-ils assurés ?</p> <p>⑦ Un suivi des impacts de la réinstallation est-il prévu ?</p>	<p>① Aucune réinstallation forcée n'est attendue dans le projet pour l'extension des STEP ou pour les réseaux.</p> <p>② La Loi Tunisienne « N° 2003-26 du 14 avril 2003 » fait mention de la procédure d'expropriation. La consultation publique en vue d'évaluer la valeur des biens privés est obligatoire selon cette loi.</p> <p>③ La Loi Tunisienne « N° 2003-26 du 14 avril 2003 » fait mention de la procédure d'expropriation. Une étude d'inventaire est menée au cours du processus pour évaluer la valeur des biens privés devant recevoir une compensation. D'autre part, la valeur de la compensation doit être déterminée sur la base de la valeur des biens privés devant être expropriés et elle inclut le coût de récupération des moyens de subsistance antérieurs.</p> <p>④ La Loi Tunisienne « N° 2003-26 du 14 avril 2003 » indique que la procédure est commune à tous, incluant tous groupes ou personnes.</p> <p>⑤ Aucune réinstallation forcée n'est attendue dans le Projet.</p> <p>⑥ L'ONAS a une section spécialisée pour les problèmes légaux, la « Direction Juridique » responsable de l'expropriation.</p> <p>⑦ La Loi Tunisienne « N° 2003-26 du 14 avril 2003 » n'inclut pas d'article concernant le processus de suivi après compensation.</p>
	(2) Conditions de vie et de subsistance	<p>① Le projet peut-il avoir un impact négatif sur la vie des populations locales ? Si nécessaire, des mesures sont-elles envisagées pour atténuer cet impact ?</p> <p>② Existe-t-il une possibilité que le total des eaux utilisées</p>	<p>① Non identifié</p> <p>② Non identifié</p>

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Confirmation des considérations environnementales
		(eaux de surface, souterraines) par le projet affecte négativement l'utilisation des eaux existantes et des aires hydriques ?	
	(3) Patrimoine culturel	① Le projet peut-il endommager des sites du patrimoine archéologique, historique, culturel ou religieux ? Des mesures sont-elles envisagées pour protéger ces sites en conformité avec les lois du pays ?	① Pas d'influence sur les sites du patrimoine archéologique, historique, culturel ou religieux.
	(4) Paysage	① Le projet peut-il avoir un impact négatif sur le paysage nécessitant une prise en compte particulière ? Les mesures nécessaires sont-elles prises ?	① Pas d'influence sur le paysage de valeur.
	(5) Minorités ethniques et populations autochtones	① Le projet respecte-t-il les droits des minorités ethniques et des populations autochtones sur les terrains et les ressources ? ② Des moyens de réduire les impacts sur la culture et le mode de vie des minorités ethniques et des populations autochtones sont-ils envisagés ?	① Non identifié ② Non identifié
5. Autres	(1) Impacts pendant la mise en œuvre du projet	① Des mesures appropriées sont-elles envisagées pour réduire les impacts pendant les travaux (bruits, vibrations, turbidité de l'eau, poussières, gaz d'échappement, déchets, etc.) ? ② Les travaux peuvent-ils avoir un impact négatif sur l'environnement naturel (écosystème) ? Des mesures appropriées sont-elles envisagées pour réduire cet impact ? ③ Les travaux peuvent-ils avoir un impact négatif sur l'environnement social ? Des mesures appropriées sont-elles envisagées pour réduire ces impacts ? ④ Si nécessaire, est-ce qu'une éducation à la santé et à la sécurité (sécurité du trafic, santé publique) est fournie pour le personnel du projet, y compris les travailleurs ?	① Les désagréments temporaires pendant la construction doivent être atténués par les mesures suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Informer régulièrement la population à propos des procédures de construction. • Appliquer les mesures de protection établies dans les documents contractuels du marché de construction.  Photo : Bizerte Medina <ul style="list-style-type: none"> • Garantir aux personnes affectées par le projet l'accès à leur domicile et la circulation sur les routes. La pollution de l'environnement par les installations temporaires doit être atténuée par les mesures suivantes :

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Confirmation des considérations environnementales
			<ul style="list-style-type: none"> • Le dépôt inapproprié des matériaux d'excavation et des déchets de construction doit être évité par l'identification de sites de dépôt avant la construction et les déchets doivent être protégés de l'érosion par le vent et l'eau en les recouvrant. <p>La dégradation des zones d'excavation doit être atténuée par les mesures suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faire approuver les zones d'excavation par la population locale et les autorités, • Envisager des travaux de remise en état, de nivellement du terrain, de replantage de la végétation, • Eviter l'érosion provenant du trafic intense sur les routes temporaires empierrées, • Identifier les routes d'accès avant le début de la construction. <p>② Non identifié</p> <p>③ Non identifié</p> <p>④ Les exigences du plan de gestion de la sécurité sont incluses dans le document de contrat et elles sont obligatoires pour l'Entrepreneur.</p>
	(2) Suivi	<p>① Le promoteur du projet élabore-t-il et met-il en œuvre un programme de suivi pour les points à contrôler précités susceptibles d'avoir un impact ?</p> <p>② De quelle façon les différents points, méthodes et fréquences de suivi que comporte ce plan sont-ils retenus ?</p> <p>③ Le promoteur du projet établit-il un cadre de suivi approprié (notamment organisation, personnel, équipement, budget approprié pour assurer ce cadre) ?</p> <p>④ La production des rapports de suivi du promoteur du projet aux autorités administratives, notamment la</p>	<p>① En conformité avec le « Décret N° 1991-2005 du 11 juillet 2005 », le suivi doit être effectué sous la responsabilité du propriétaire du projet (ONAS) selon les conditions d'approbation de l'EIE et selon un Programme de gestion environnementale (PGE).</p> <p>② Le Programme de gestion environnementale (PGE) doit être déterminé par l'EIE menée par l'ONAS après l'Etude de la JICA.</p> <p>③ L'ONAS a un département « Département Central Technique » responsable des problèmes environnementaux, y compris la gestion des EIE.</p>

Catégorie	Points à contrôler	Principaux points à vérifier	Confirmation des considérations environnementales
		méthode et la fréquence, est-elle réglementée ?	④ Les Rapports de suivi devront être soumis périodiquement à l'Autorité responsable de l'approbation de l'EIE (ANPE). La fréquence de soumission doit être déterminée dans le PGE sur la base des caractéristiques des éléments à surveiller.
6. Notes	Note sur l'utilisation de la liste de contrôle environnemental	① Si nécessaire, il faudra également vérifier l'impact sur les problèmes environnementaux dépassant les frontières nationales ou les problèmes mondiaux (notamment pour les projets susceptibles de contenir des éléments en rapport avec les problèmes de gestion transfrontalière des déchets, les pluies acides, la destruction de la couche d'ozone ou le réchauffement climatique)	① Non nécessaire

- 1) En ce qui concerne le terme "normes du pays" mentionné dans le tableau ci-dessus, dans le cas où les normes environnementales dans le pays du projet diffèrent notablement des normes internationales, il faudra prendre, si nécessaire, les mesures appropriées.
- 2) La liste de contrôle environnemental indique les aspects environnementaux généraux à contrôler. Il peut s'avérer nécessaire d'ajouter ou d'éliminer un aspect en tenant compte des caractéristiques du projet et de la situation particulière du pays et du site du projet.

6.8.3 Analyse des impacts négatifs

Les composants du Projet ne sont pas définitivement identifiés avant que l'évaluation de la JICA et la Conception détaillée (D/D) ne soit établie. Dans ce contexte, les impacts négatifs du projet peuvent être estimés de manière générale, conformément à la "Liste de contrôle environnementale" des Directives JBIC ainsi qu'aux lois tunisiennes pertinentes relatives à l'EIE.

6.8.3.1 Phase de construction

6.8.3.1.1 Acquisition de terrain :

L'acquisition de terrain implique l'achat de titres fonciers pour la construction de nouvelles stations de pompage. Elle peut par conséquent avoir une influence sur l'environnement et l'économie locale, en particulier lors de l'achat de champs ou de terrains agricoles dans des zones résidentielles. Le potentiel touristique et le développement du tourisme peuvent également être affectés par l'acquisition de terrain.

Bien que la plupart des acquisitions de terrains pour les nouvelles stations de pompage soient faites pour des terrains publics ou par des règlements à l'amiable avec les propriétaires fonciers, il peut y avoir des cas où les terrains devront être acquis via expropriation.

6.8.3.1.2 Réinstallation forcée :

Une réinstallation forcée n'est pas prévue dans le Projet, ni pour l'extension des réseaux, y compris construction des stations de pompage, ni pour l'extension des STEP.

6.8.3.1.3 Fourniture et dépôt de la terre en surplus :

Ceci concerne l'approvisionnement en matériaux de construction (par ex. gravier) ou le dépôt des terres en surplus provenant des sites de construction, en particulier lors des travaux d'enfouissement de conduites. Un approvisionnement inadapté de matériaux de manière illégale peut avoir un impact significatif sur l'environnement et sur la vie des personnes. De même, par la pollution additionnelle apportée, un dépôt inadapté de terre en surplus en provenance des sites de construction peut avoir un effet similaire.

6.8.3.1.4 Déplacements de terre et travaux de bétonnage :

Cette activité comprend les excavations pour les tranchées et fondations, ainsi que les travaux de bétonnage pour les stations de pompage. L'impact environnemental majeur est lié à la contamination possible des eaux souterraines locales par les déplacements de terre et autres activités de construction, comme le coulage du béton ou un dépôt non-contrôlé des matériaux.

6.8.3.1.5 Poussières, bruits et vibrations :

Ces impacts sont estimés en prenant en compte tous les travaux de construction, par exemple excavation de routes, travaux de terrassement, transport des matériaux de construction et effets

des équipements et machines. L'impact environnemental temporaire est estimé en incluant les poussières, bruits et vibrations dans le voisinage.

6.8.3.1.6 Transport des matériaux :

Ceci inclut le transport de tous les matériaux de construction, tels que béton, conduites et autres matériaux, ainsi que le transport des équipements et machines. L'impact environnemental temporaire est estimé au travers de la pollution par le bruit et la poussière.

6.8.3.2 Phase opérationnelle

6.8.3.2.1 Problèmes communs résultant de l'extension du réseau d'assainissement :

- Le risque d'accident du travail peut augmenter si le personnel travaillant pour l'infrastructure d'assainissement n'est pas suffisamment formé pour manipuler des produits chimiques et des déchets dangereux.
- L'amélioration de l'accessibilité au système d'assainissement dans certaines zones attire souvent les personnes d'autres zones moins pourvues en services. Cela peut entraîner des constructions imprévues et un surpeuplement, causant de nombreux problèmes sociaux. La surcharge des systèmes d'assainissement peut également conduire à une pollution et à une érosion des sols.
- L'amélioration des services d'assainissement peut entraîner, dans les zones concernées, un accroissement de la valeur foncière des terrains et des logements, ainsi qu'une augmentation du tarif d'assainissement. Les effets de ces augmentations peuvent restreindre l'accès aux services améliorés des couches les plus pauvres de la population.

6.8.3.2.2 Réseaux et stations de pompage :

Les impacts à estimer résultants des opérations quotidiennes de réparation et de maintenance pendant la phase opérationnelles sont les suivants:

- Poussière, déchets solides et liquides :

Une maintenance périodique, telle que nettoyage des conduites, réparation de pièces de pompes, dragage de la boue des forages de captage, etc., est nécessaire pour maintenir les installations en bon état. Les poussières et les déchets solides résultant de ces opérations peuvent être des facteurs d'impact négatif s'ils ne sont pas contrôlés et traités correctement.

- Bruit et odeur :

Les bruits et odeurs des stations de pompage surviendront en tant que phénomènes normaux pendant les opérations et peuvent affecter le voisinage s'ils ne sont pas correctement localisés et confinés par une structure spécifique.

6.8.3.2.3 STEP :

Les impacts à estimer résultants des opérations quotidiennes de réparation et de maintenance pendant la phase opérationnelle sont les suivants:

- Eaux usées traitées :

La qualité des eaux usées traitées par la STEP doit être contrôlée avec soin, en conformité avec les normes tunisiennes.

En particulier, certaines STEP rejettent leurs eaux traitées dans une rivière qui s'écoule plus loin dans une zone d'eau publique, utilisée comme ressource en eau potable (Béja) ou plage publique pour les touristes (Tabarka).

Si la station n'est pas correctement conçue ou gérée, l'eau usée traitée peut ne pas satisfaire aux normes et devenir une cause de pollution de l'eau publique.

- Boues :

Comme indiqué auparavant, depuis plusieurs années, les boues des STEP sont stockées sur des lits de séchage et/ou dans des sites de décharge temporaire dans le périmètre de la STEP, sans aucune protection contre la contamination des eaux souterraines.

Si cette situation n'est pas améliorée, elle peut provoquer une sérieuse contamination des eaux souterraines, ainsi que créer des problèmes de nuisance pour le voisinage, tels que odeurs nauséabondes.

- Problèmes pour le voisinage :

Les odeurs émanant des STEP surviendront en tant que phénomène normal des opérations et peuvent affecter le voisinage si les eaux usées ne sont pas traitées correctement.

6.9 MESURES ALTERNATIVES ET D'ATTENUATION

6.9.1 Alternatives

6.9.1.1 Phase de conception

6.9.1.1.1 Stations de pompage (Enquête Préliminaire pour l'acquisition de terrain)

L'ONAS a mené une Enquête Préliminaire sur la construction de nouvelles stations de pompage (ci-après mentionné comme « Enquête Préliminaire »), afin d'examiner une possibilité d'alternatives, d'évaluer la réceptivité du public à l'implantation du projet et d'encourager la compréhension mutuelle du projet avec les voisins dans les communes cibles.

i) Objectifs de l'Enquête Préliminaire :

Dans le cadre du projet, les nouvelles stations de pompage planifiées peuvent nécessiter des acquisitions de terrain privé, et ainsi, entraîner des contentieux. Par ailleurs, ces infrastructures pourraient créer des désagréments aux populations locales (odeurs nauséabondes).

Les objectifs de l'Enquête Préliminaire sont les suivants :

- Examiner la possibilité d'une alternative pour éviter l'acquisition de terrain de biens privés ;
- Réduire les impacts socio-économiques de l'acquisition de terrain ;
- Evaluer et réduire les impacts environnementaux dus à la construction des nouvelles stations de pompage.

ii) Méthodologie

Chaque Direction Régionale convoque les représentants des différentes communes concernées par la construction de nouvelles stations de pompage dans sa circonscription et établit l'Enquête Préliminaire dans les zones des stations de pompage projetées.

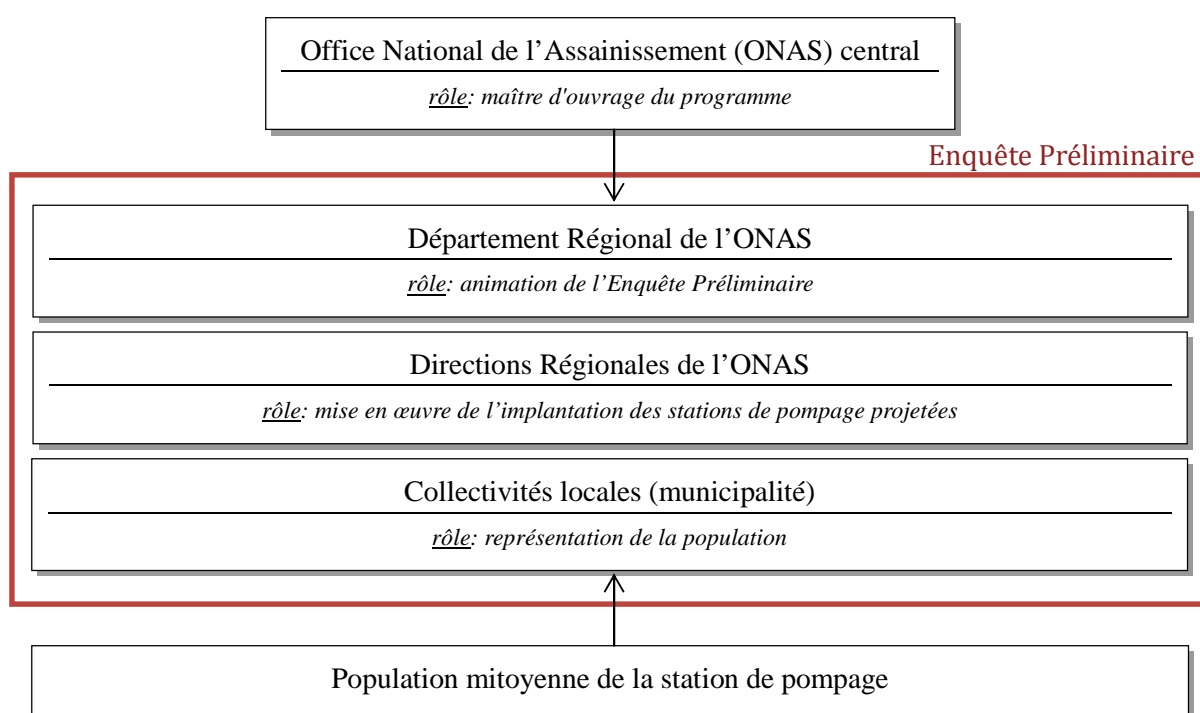


Figure 6.9-1: Participants pour l'Enquête Préliminaire

Afin de faciliter les échanges entre les parties concernées et d'arriver à un consensus sur les stations de pompage projetées, les quatre documents suivants sont mis à disposition lors des sessions de l'Enquête Préliminaire :

- Cadre juridique régissant l'acquisition de terrain dans le domaine de l'assainissement ;
- Fiche analytique de la station de pompage (voir Figure 6.9-2) ;
- Plan de situation de la station de pompage ;
- Liste de présence aux sessions de l'Enquête Préliminaire.

iii) Résultats de l'enquête préliminaire

Sur la base de la méthodologie expliquée ci-dessus, l'ONAS a mené des enquêtes préliminaires entre octobre 2011 et janvier 2012. Les résultats de ces enquêtes sont résumés dans le Tableau 6.9-1. Il faut noter que la liste des opérations étudiées correspond aux données de l'étude de faisabilité de l'ONAS remise à la Mission d'Etudes.

Au vu des listes de présence fournies par l'ONAS, certaines réunions ont été suivies par des représentants locaux, tels que les « omdas » ou les secrétaires généraux des communes concernées. Cependant, il semble que plusieurs cas n'ont été étudiés que par les départements régionaux de l'ONAS, ce qui est contraire à l'objectif de l'Enquête Préliminaire, qui est de promouvoir la compréhension mutuelle du projet avec les populations locales des communes concernées. Les informations sur le projet doivent être divulguées aux citoyens et populations directement touchées par le projet et les remarques recueillies doivent être incluses avant les prises de décisions pour l'Avant-Projet Détaillée (APD).

Fiche analytique de station de pompage

ENQUETE PRELIMINAIRE DU (DATE) A (HEURE) A (ENDROIT)

A LA CONSTRUCTION DE NOUVELLE STATION DE POMPAGE

1. Renseignements sur la station de pompage

GOVERNORAT			
COMMUNE			
CODE			
TYPE (TAILLE) ⁽¹⁾	<input type="checkbox"/> Type A (XXm ²)	<input type="checkbox"/> Type B (XXm ²)	<input type="checkbox"/> Type C (XXm ²)

2. Avancement dans la procédure d'acquisition de terrain

<input type="checkbox"/> 1. Aucune procédure entamée	<input type="checkbox"/> 2. En cours de négociation avec les propriétaires	<input type="checkbox"/> 3. Parution du décret d'expropriation	<input type="checkbox"/> 4. Obtenus par l'ONAS
<input type="checkbox"/> 5. Autre :			

3. Situation de la station de pompage

NATURE FONCIERE DU TERRAIN	<input type="checkbox"/> Domaine Public de l' État <input type="checkbox"/> Domaine Privé de l' État <input type="checkbox"/> Domaine Privé		
	<input type="checkbox"/> Autre :		
ENVIRONNEMENT PROCHE	<input type="checkbox"/> Urbain dense <input type="checkbox"/> Urbain peu dense <input type="checkbox"/> Non-urbanisé <input type="checkbox"/> Agricole <input type="checkbox"/> Forestier		
	<input type="checkbox"/> Autre :		

4. Avis

<input type="checkbox"/> 1. Possibilité d'implantation dans le Domaine Public	<input type="checkbox"/> 2. Implantation possible uniquement sur Propriété Privée	<input type="checkbox"/> 3. A réviser, problème existant
<i>(inscrire position sur le plan)</i>		

5. Origine du problème (en cas de 3. A réviser, problème existant)

<input type="checkbox"/> Problème foncier	:	
<input type="checkbox"/> Problème technique	:	
<input type="checkbox"/> Problème environnemental	:	
<input type="checkbox"/> Problème social	:	

5. Remarques

⁽¹⁾ A définir lors de la remise du Rapport Final Provisoire

Figure 6.9-2: Fiche analytique de station de pompage pour l'Enquête Préliminaire

Tableau 6.9-1 : Statut de l'acquisition de terrains pour de nouvelles stations de pompage

Gouvernorat	Commune	Code	Surface (m ²)	Nature Foncière du Terrain			Remarques
				Domaine Public de l'Etat	Domaine Privé de l'Etat	Domaine Privé	
Béja	Maagoula	BEJ-Maa-SP-Ex-1	100	○			L'emplacement de la SP doit être examiné lors de l'APD afin de permettre un écoulement gravitaire.
	Nefza	BEJ-Nef-SP-Ex-1	100	N/A	N/A	N/A	
		BEJ-Nef-SP-Ex-2	100			○	Le terrain appartient à plusieurs héritiers.
	Teboursouk	BEJ-Teb-SP-Ex-3	100	N/A	N/A	N/A	
	Testour	BEJ-Tes-SP-Ex-1	100			○	Le terrain appartient à plusieurs héritiers.
Bizerte	Bizerte	BIZ-Biz-SP-Ex-1	100			○	En cours de négociation avec le propriétaire. Le site est donné prioritaire en raison d'un problème de pollution.
	Menzel Bourguiba	BIZ-Men-SP-Ex-1	400		○		Le terrain fait partie d'une propriété militaire. Le Ministère de la Défense doit être consulté.
	Raf Raf	BIZ-Raf-SP-Ex-1	400	○			En cours de négociation avec le propriétaire. La SP doit être construite dans le Domaine Public Maritime.
		BIZ-Raf-SP-Ex-2	400	○			En cours de négociation avec le propriétaire. La SP doit être construite dans le Domaine Public Maritime.
	Tinja	BIZ-Tin-SP-Ex-1	400	○			Domaine Public Maritime. Le site est donné prioritaire en raison d'un problème de pollution.
		BIZ-Tin-SP-Ex-2	400	○			Le site est donné prioritaire en raison d'un problème de pollution.

Gouvernorat	Commune	Code	Surface (m ²)	Nature Foncière du Terrain			Remarques
				Domaine Public de l'Etat	Domaine Privé de l'Etat	Domaine Privé	
Jendouba	Boussalem	JEN-Bss-SP-Ex-1	100			○	
	Fernana	JEN-Fer-SP-Ex-1	100			○	
	Ghardimaou	JEN-Gha-SP-Ex-1	100			○	
	Jendouba	JEN-Jen-SP-Ex-1	100			○	
	Tabarka	JEN-Tab-SP-Ex-1	100	○			Il est possible d'implanter la SP dans le Domaine Public de l'Etat.
		JEN-Tab-SP-Ex-2	100	○			Il est possible d'implanter la SP dans le Domaine Public de l'Etat.
Kasserine	Feriana	KAS-Fei-SP-Ex-1	100			○	
		KAS-Fei-SP-Ex-2	100			○	La localisation devra être revue lors de l'APD.
	Tela	KAS-Tel-SP-Ex-1	100	○			Domaine Public Hydraulique. Les mesures contre les inondations doivent être vérifiées.
		KAS-Tel-SP-Ex-2	100	○			Domaine Public Forestier.

Gouvernorat	Commune	Code	Surface (m ²)	Nature Foncière du Terrain			Remarques
				Domaine Public de l'Etat	Domaine Privé de l'Etat	Domaine Privé	
Kébili	Kébili	KEB-Keb-SP-Ex-1	100			○	
	Kébili Nord	KEB-Ken-SP-Ex-1	100			○	
		KEB-Ken-SP-Ex-2	400			○	
		KEB-Ken-SP-Ex-3	100			○	
		KEB-Ken-SP-Ex-4	100		○		Il est possible d'implanter la SP dans le Domaine Public de l'Etat.
	Kébili Sud	KEB-Kes-SP-Ex-1	100			○	
		KEB-Kes-SP-Ex-2	100			○	
	Souk Lahad	KEB-Sou-SP-Ex-1	100			○	
		KEB-Sou-SP-Ex-2	400			○	
		KEB-Sou-SP-Ex-3	100			○	
		KEB-Sou-SP-Ex-4	100			○	
		KEB-Sou-SP-Ex-5	100			○	
	Jemna	KEB-Jem-SP-Ex-1	400		○		
	Douz	KEB-Dou-SP-Ex-1	100			○	
	Douz Sud	KEB-Dos-SP-Ex-1	100		○		Le terrain appartient au privé.

Gouvernorat	Commune	Code	Surface (m ²)	Nature Foncière du Terrain			Remarques
				Domaine Public de l'Etat	Domaine Privé de l'Etat	Domaine Privé	
Kef	Kef	KEF-Kef-SP-Ex-1	100		○		Le terrain appartient au Conseil régional du gouvernorat de Kef.
	Tajerouine	KEF-Taj-SP-Ex-1	100			○	En cours de négociation avec le propriétaire. Celui-ci a déjà confirmé son accord de vendre son terrain à l'ONAS.
Sfax	Sfax Sud	SFA-Sfs-SP-Ex-1	100			○	
	Sfax Ville	SFA-Sfv-SP-Ex-1	100		○		Domaine Public Maritime Les odeurs doivent être traitées.
	Agareb	SFA-Aga-SP-Ex1	100			○	Les odeurs doivent être traitées.
	Mahres	SFA-Mah-SP-Ex-1	100			○	Les odeurs doivent être traitées.
	Tyna	SFA-Tyn-SP-Ex-1	100			○	Les odeurs doivent être traitées.
Sidi Bouzid	Sidi Bouzid	SID-Sid-SP-Ex-1	100			○	En cours de négociation avec le propriétaire.
Siliana	Bou Arada	SIL-Bou-SP-Ex-1	100			○	Le terrain appartient à plusieurs héritiers qui sont difficiles à identifier.
Zaghouan	Zaghouan	ZAG-Zag-SP-Ex-1	400			○	
		ZAG-Zag-SP-Ex-2	100		○		
		ZAG-Zag-SP-Ex-3	100			○	
	Hamмам Zriba	ZAG-Ham-SP-Ex-1	400	○			
Surfaces totales requises (m²)				2 500	1 300	4 100	

6.9.1.1.2 STEP (3 Solutions pour chaque STEP)

Au cours de l'étude de la JICA, 3 solutions sont examinées pour chaque STEP comme alternatives d'un point de vue de l'aspect technique, des aspects sur les considérations environnementales et des aspects sur les considérations sociales. Les solutions proposées sont résumées en Annexe III.1 et le coût est détaillé au Chapitre 5.

Pour la détermination des solutions ci-dessus, les points suivants ont été considérés.

i) Acquisition de terrain :

Au lieu de trouver un espace d'extension dans les zones extérieures, chaque solution pour la réhabilitation et l'extension des STEP est proposée dans la zone de l'usine existante en modifiant le processus de traitement existant comme une alternative, de manière à éviter toute acquisition de terrain.

ii) Gestion des boues

Outre ce qui est mentionné ci-dessus, le processus de déshydratation sera proposé comme une alternative pour réduire le volume des boues provenant des STEP et éviter une extension des lits de séchage existants.

iii) Odeurs

Du point de vue considérations environnementales et sociales, les odeurs sont un des problèmes les plus importants à évaluer pour éviter tout problème de voisinage.

Le remplacement de la STEP existante et la création d'une nouvelle loin de la zone résidentielle est bien sûr une des solutions, mais trouver un nouveau site pour l'usine et entreprendre une acquisition de terrain prend beaucoup de temps, et ainsi ce type de solution n'est pas recommandable et non faisable si on considère la situation actuelle.

Comme alternative qui sera réalisée dans le cadre du site de l'usine existante, un système de traitement des odeurs avec biofiltre doit être proposé pour toutes les solutions afin de résoudre le problème des odeurs.

A l'origine, les bâtiments pour le traitement préliminaire, l'épaississeur, le bassin de stockage des boues et la déshydratation sont recouverts et les odeurs resteront à l'intérieur de ceux-ci. Les odeurs du traitement préliminaire, de l'épaississeur, du bassin de stockage des boues et de la déshydratation seront traitées en installant ce système.

6.9.2 Mesures d'atténuation

6.9.2.1 Phase de conception (Mesures à prendre à court terme)

6.9.2.1.1 Réseaux et stations de pompage (Bruit et odeur)

Deux types de station de pompage ont été pris en compte pour cette étude, selon la capacité requise et les conditions spécifiques de son emplacement.

Du fait de la sensibilité de l'environnement urbain et de l'emplacement prévu pour la plupart des stations de pompage, il est nécessaire d'adopter des solutions qui permettent un fonctionnement hautement fiable et qui pourraient pallier à tous impacts négatifs.

Les mesures contre le bruit et l'odeur ont donc également été prise en considération.

i) Pour les capacités jusqu'à 10 L/s

Deux options différentes ont été étudiées selon l'espace disponible pour mettre en place la station de pompage :

SP1A : Stations de pompage avec vannes dans le forage

SP1B : Stations de pompage avec vannes dans une chambre des vannes près du forage

ii) Pour les capacités entre 10 L/s et 150 L/s

Des stations de pompage en béton avec deux niveaux d'équipement ont été considérées :

SP2A : Panier filtrant vertical

SP2B : Filtre mécanique vertical, traitement des odeurs et générateur d'électricité de secours

iii) Pour des capacités supérieures à 150 L/s

Des stations de pompage en béton avec deux niveaux d'équipement ont été considérées :

SP3A : Panier filtrant dans le canal

SP3B : Filtre mécanique dans le canal, traitement des odeurs et générateur d'électricité de secours

6.9.2.1.2 STEP

i) Eaux de décharge :

La qualité de l'eau des eaux de décharge doit être contrôlée pour garantir la durabilité environnementale. Les spécifications de chaque STEP ont été déterminées en conformité avec la norme de qualité de l'eau établie dans la norme Tunisienne « NT 106.02 (1989) ».

ii) Gestion de boues :

Le processus de déshydratation sera proposé pour toutes les solutions de manière à réduire le volume des boues provenant de la STEP. Les boues devront être contrôlées pour garantir la qualité en conformité avec la valeur limite pour le paramètre des métaux lourds indiqué dans la norme Tunisienne « NT 106.20 (2002) ».

iii) Odeur :

Le bruit et l'odeur provenant de la STEP se produiront également au cours du fonctionnement normal.

Bien que les 5 STEP du Projet soient situées loin du centre-ville, aucun impact grave n'est actuellement observé sur le voisinage et en ce qui concerne l'expansion future de la zone résidentielle, des mesures d'atténuation pour contrôler les odeurs seront proposées.

Tel que décrit ci-dessus, un système de traitement des odeurs avec biofiltre sera proposé pour toutes les solutions de manière à pallier aux impacts négatifs dus aux odeurs.

iv) Réduction de l'émission des gaz à effet de serre (GES) :

Pour chaque STEP, une solution avec système de biométhanisation mésophile et valorisation énergétique du biogaz sera également examinée.

Les premières boues et excès de boues biologiques seront stabilisés dans un digesteur fonctionnant sous conditions mésophiles. Le biogaz produit au cours de la digestion sera récupéré et utilisé dans un système de cogénération, et l'énergie électrique produite sera réutilisée pour faire fonctionner la STEP.

Ce système réduira les émissions des GES, réduction des émissions de GES associée à ce système étant principalement due à la substitution de l'énergie électrique provenant du réseau public.

Les spécifications pour les stations de pompage et STEP ont été examinées en considérant les mesures d'atténuation identifiées ci-dessus tout au long de l'EIE et l'estimation des coûts du Chapitre 5 comprend tous les équipements nécessaires requis.

6.9.2.1.3 De l'Etude de la JICA à l'Avant-Projet Détaillé (APD)

a) Acquisition de terrain :

Lord de cette phase, la communauté locale doit être impliquée dans la procédure d'acquisition de terrain.

L'ONAS commence à contacter les autorités locales pour confirmer la possibilité de l'acquisition de terrain pour les nouvelles stations de pompage, conformément à la procédure pour l'acquisition de terrain fournie par le MDEAF. Il s'agit d'une première étape de consultation publique avec les propriétaires fonciers, incluant des visites de sites et des négociations sur la valeur des terrains. A ce stade, le site d'implantation de la station de pompage projetée n'est défini que très vaguement (dans un rayon d'environ 100 m), ce qui permet de considérer des titres fonciers différents, et ainsi d'avoir ainsi une certaine flexibilité dans les négociations avec les propriétaires.

L'emplacement choisi pour la construction d'une nouvelle station de pompage est décidé sur la base des résultats de l'étude topographique réalisée par l'ONAS entre l'étude de la JICA et l'Avant-Projet Détaillé (APD).

En vue de promouvoir la compréhension mutuelle du Projet avec la population et afin d'éviter tout problème de voisinage, les informations concernant le projet sont communiquées au public. Ainsi, sont inclus dans le processus de prise de décisions de l'APD non seulement les propriétaires fonciers directement affectés par l'acquisition de terrain, mais aussi les personnes affectées par le projet aux environs des stations.

La détermination de la valeur des terrains est la procédure la plus importante à cette étape et c'est pourquoi les informations utiles aux propriétaires doivent être communiquées autant que possible.

b) Gestion des boues

Depuis quelques années, aucune STEP n'a trouvé de site de décharge définitif et les boues sont stockées provisoirement à l'intérieur du périmètre de la STEP, sans aucune protection contre la contamination de la nappe phréatique. Ainsi, la gestion des boues des STEP est le problème le plus important à résoudre pour garantir la durabilité du Projet.

Il est urgent que l'ONAS ouvre ou trouve des décharges contrôlées. Dans le cas contraire, il pourrait y avoir un risque sérieux que cette question soit un frein non seulement à l'approbation du rapport EIE par l'ANPE, mais aussi à l'évaluation du Projet par le gouvernement du Japon.

6.9.2.1.4 Avant-Projet Détaillé (APD)

L'implantation de nouvelles stations de pompage se fait de préférence dans le domaine public. Si l'acquisition d'un terrain privé est inévitable, les terrains concernés devront être à une distance adéquate des zones résidentielles afin que les nuisances produites par la station, telles que bruits et odeurs, ne soient pas trop importantes. Les terrains utilisés pour l'agriculture devront aussi être évités, de manière à réduire autant que possible les impacts sur la vie des autochtones et sur l'économie locale.

Dans la meilleure configuration, les conduites principales devront être enterrées dans l'emprise de la voirie afin d'éviter la nécessité d'acquisition de terrains privés. Dans les cas où le tracé des conduites ne peut pas accompagner celui des routes, les mesures de sélection des terrains devront être fixées.

6.9.2.1.5 Evaluation des impacts sur l'environnement (EIE)

Comme indiqué plus haut, une EIE séparée est requise pour chacune des 5 STEP du Projet après l'étude de la JICA.

a) Consultation publique durant l'EIE :

Dans le "Décret n° 1991-2005 de juillet 2005", procédure légale définissant l'EIE, il n'y a aucun article concernant une quelconque consultation publique obligatoire durant l'EIE.

Considérant le principe sous-jacent des Directives JBIC: "Les projets doivent être coordonnés adéquatement de sorte qu'ils soient acceptés d'une manière socialement appropriée pour le pays et la localité dans laquelle le projet est prévu", il est hautement recommandé que l'ONAS inclue une consultation publique dans les Termes de Références (TdR) des documents d'appel d'offre pour l'engagement du consultant EIE, comme pour le cas des projets de la Banque Mondiale². En fournissant des informations sur le Projet pendant la phase de conception et en assurant un processus de participation publique, les opinions du public pourront être considérées lors de la conception finale. Ce type de consultation publique pourrait être placé non seulement en tant que processus pour identifier certaines alternatives ou mesures d'atténuation, mais aussi en tant qu'opportunité pour encourager la compréhension mutuelle et éviter les problèmes de voisinage.

b) Contenu nécessaire du Rapport EIE :

L'EIE est nécessaire pour l'approbation du Projet par le GdT. Le tableau suivant donne un exemple du contenu du Rapport EIE, sur la base des Directives JBIC, des Termes de Références (TdR) pour l'EIE fournis par l'ANPE et des mesures opérationnelles fournies par la Banque Mondiale.

² Politiques Opérationnelles de la Banque Mondiale (OPs): OP 4.01 - Evaluation environnementale (1999)

Tableau 6.9-2 : Contenu du Rapport EIE

— Echantillon —
Sommaire
Texte principal
1. Objectifs du projet
2. Description générale du projet et Installations existantes
3. Détermination de la zone affectée par le projet
3.1. Zone affectée par le projet
3.2. Echelle de population directement et/ou indirectement affectée par le projet
4. Etude préliminaire de la caractérisation environnementale dans la zone affectée par le projet
4.1. Aspects physiques (Géologie, Hydrologie, Climatologie, etc.)
4.2. Aspects socio-économiques (Industrie, Tourisme, Agriculture, Santé Publique, etc.)
4.3. Aspects écologiques (Biodiversité, etc.)
4.4. Aspects culturels (Héritage naturel et culturel, paysages de valeur, etc.)
5. Description détaillée des composants du projet
5.1. Critères de conception (Emplacement, Disposition, Dimension, Capacité, Qualité de l'eau, etc.)
5.2. Spécifications des installations
5.3. Déchets liquides et solides (Boues, eaux d'écoulement, matières toxiques, etc.)
6. Evaluation des impacts environnementaux
6.1. Phase de conception
6.2. Phase de construction
6.3. Phase d'opération
6.4. Impact sur l'environnement (Eau, Air (Odeur), Bruit, Boues, Déchets solides, etc.)
6.5. Impact sur la socio-économie
6.6. Impact sur la Biodiversité, l'Héritage, etc.
7. Mesures d'atténuation et Variantes
8. Plan de Gestion Environnemental (PGE)
Appendices
(i) Liste des consultants de l'EIE
(ii) Liste des Tableaux
(iii) Compte-rendu des réunions inter-agences et des consultations
(iv) Bibliographie
(v) Liste des rapports associés (le cas échéant)

6.9.2.2 Phase de construction (Mesures à prendre à moyen terme)

Il est recommandé pour cette phase que des mesures d'atténuation soient incluses dans les documents d'appel d'offres pour l'engagement des contractants, dans les documents contractuels ainsi que dans bordereau quantitatif pour les travaux de construction, et ce, pour les raisons suivantes:

- i) Les mesures d'atténuation doivent être appliquées en tant qu'élément de la gestion de la construction ;
- ii) Les coûts d'application des mesures d'atténuation sont répercutés sur les prix indiqués par les contractants ;
- iii) La majeure partie des mesures d'atténuation est exécutée sous la responsabilité des contractants.

Au vu des risques potentiels décrits précédemment, les mesures suivantes sont proposées pour atténuer les impacts négatifs :

6.9.2.2.1 Travaux de construction et de remise en état :

Dans le meilleur des cas, les travaux de construction sont exécutés sur le tracé des routes existantes et resteront compris dans l'emprise de la voirie.

Dans le cas où des bâtiments sont affectés par l'installation des canalisations, il est important de s'assurer que les informations nécessaires sont fournies en temps voulu aux habitants et que ceux-ci sont impliqués. Dans le cas où des canalisations passent au travers ou près de zones fragiles du point de vue environnemental, il est important que le contractant soit contractuellement obligé de prendre toutes les mesures appropriées pour éviter un impact majeur sur l'environnement local et pour remettre l'environnement en conformité avec son état initial.

6.9.2.2.2 Approvisionnement et dépôt de matériaux de construction :

Le Contractant est responsable de l'approvisionnement en matériaux provenant de fournisseurs enregistrés. Tout transport non contrôlé est strictement interdit. Les sites de dépôt doivent également être des emplacements légaux de dépôt, enregistrés auprès de l'autorité compétente. Le transport et les emplacements de dépôt sont gérés de manière à réduire l'impact sur l'environnement local, et le Contractant est responsable de garantir que toutes les mesures d'atténuation sont bien prises.

6.9.2.2.3 Terrassement et bétonnage :

Le Contractant devra éviter la contamination des eaux souterraines locales lors du coulage du béton et lors du lavage des coffrages ou autres équipements avec des détergents, en mettant en place, si nécessaire, une couche de protection et en traitant l'eau de lavage dans des bassins prévus à cet effet avant le rejet de l'eau dans l'environnement naturel.

6.9.2.2.4 Poussière, Bruit et Vibrations :

Dans tous les cas, l'entrepreneur doit prendre les mesures pour éviter les poussières, vibrations et bruits grâce à une surveillance périodique.

Pour éviter les impacts négatifs, l'entrepreneur doit prendre en compte les mesures suivantes :

a) Poussière

Le problème dû à la poussière peut se produire au cours des travaux de terrassement et de transport de matériaux. Pour pallier à ce type d'impacts, les mesures suivantes doivent être prises pendant la construction:

- Couvrir la plate-forme des camions de transport de bâches s'ils contiennent du sable et de la terre ;
- Nettoyer les pneus des camions de transport à la sortie du site de construction pour éviter la diffusion de poussière depuis le site de construction vers les routes publiques ;
- Laver régulièrement la route en face du site de construction pendant la construction et la balayer après le travail quotidien, etc.

b) Bruit et Vibration

Si le site de construction est situé près des zones résidentielles, les travaux de construction doivent être interdits pendant la nuit. Les travaux de construction pendant les jours de congé doivent également être évités.

Pour exécuter la construction avec une compréhension mutuelle du voisinage, le calendrier de construction et les heures de travail (jours de la semaine/weekend, matin/soir, etc.) doivent être notifié au voisinage auparavant.

Le niveau de bruit et de vibration pendant la construction doit être contrôlé par une inspection périodique afin d'éviter les problèmes avec les voisins.

Un cahier des clauses techniques générales (marché de conception-réalisation de stations d'épuration en Tunisie), qui donne le niveau de bruit admissible lors de la construction de stations d'épuration), a été établi en Tunisie et les travaux doivent être conçus et construits en conformité avec les limites d'émergence admissible E dB(A)³ suivantes:

³ L'émergence est une modification temporelle du niveau ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. L'émergence est définie réglementairement comme la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (pendant la construction) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par la construction, mais mesuré sur la période des travaux) ; dans le cas des travaux faisant l'objet d'une modification autorisée, le bruit résiduel exclut le bruit généré par la construction.

Tableau 6.9-3: Emergence admissible en zone résidentielle

Valeurs limites de bruit (Arrêté du maire de Tunis)				Emergence admissible E dB(A) (Cahier des clauses techniques générales)	
Type de Zone	Seuils (dB)			Diurne 7h-22h	Nocturne 22h-7h
	Jour	Intermédiaire 6h-7h, 20h-22h	Nuit		
Zone résidentielle suburbaine avec faible circulation du trafic	50	45	40	5	3
Zone résidentielle urbaine	55	50	45		
Zone résidentielle avec commerces ou voies de trafic, etc.	60	55	50		

En ce qui concerne les normes pour le contrôle des vibrations lors de la construction, aucune norme n'a été établie en Tunisie. Par conséquent, les valeurs suivantes seront recommandées en prenant exemple sur une norme Japonaise.

Tableau 6.9-4 : Valeurs limites de vibration en dB pendant la construction à Tokyo

Type de travail	Niveau standard
Vibration	
Battage	< 70 dB
Excavation de tranchées	< 70 dB
Dallage	<70 dB

Source : Gouvernement métropolitain de Tokyo

6.9.2.2.5 Transport des matériaux:

Le transport des matériaux est contrôlé par des vérifications fréquentes des camions de transport et en programmant les trajets de transport de manière à éviter les endroits peuplés, les écoles, les universités, etc. De plus, tous les recrutements de conducteurs de camions et d'engins devront être accompagnés, si nécessaire, par une formation spéciale de manière à éviter les accidents et autres problèmes liés à la sécurité routière.

6.9.2.2.6 Plan de gestion de la sécurité :

Pour protéger les ouvriers de la construction face à tout accident pendant la construction et pour établir un système de gestion de la sécurité concret afin d'éviter les accidents pendant la construction, l'entrepreneur doit préparer un plan de gestion de la sécurité et cela sera une pièce du document contractuel entre l'ONAS et l'entrepreneur.

Le contenu suivant est requis dans le plan de gestion de la sécurité :

- Etablir une structure, les rôles et services organisationnels pour la gestion de la sécurité ;
- Identifier un responsable de la sécurité en charge de la gestion de la sécurité ;

- Identifier la méthodologie pour l'inspection de sécurité périodique au cours de la construction ;
- Identifier le matériel afin de rapporter les résultats de l'inspection de sécurité périodique ;
- Programme de formation de la gestion de la sécurité pour les ouvriers de la construction ;
- Procédures concrètes pour la communication avec le client en cas d'accident ;
- Manuel d'urgence en cas d'accident incluant le système de communication détaillé ;
- Conditions d'assurance, etc.

6.9.2.3 Phase opérationnelle (Mesures à prendre à long terme)

Pour cette phase, les mesures d'atténuation sont assurées par :

- i) Prise en compte dans la Conception détaillée (D/D) ;
- ii) Campagnes de sensibilisation auprès de la population et du personnel ;
- iii) Formation et développement des capacités des institutions responsables⁴.

Au vu des risques potentiels décrits précédemment, les mesures suivantes sont proposées pour atténuer les impacts négatifs :

6.9.2.3.1 Résultats attendus lors de l'extension du réseau d'assainissement :

- La formation appropriée du personnel pour les stations d'épuration est requise pour la manipulation correcte des matériaux toxiques afin d'éviter tout accident et de garantir le fonctionnement normal des installations.
- Les modalités de distribution de l'eau doivent être justes et socialement équitables de manière à éviter des différences entre zones et des processus de développement incorrect.
- La tarification de l'assainissement doit être décidée via un processus de consultation correct, de sorte que les opinions des représentants de la population, y compris les couches les plus modestes, soient considérées.

6.9.2.3.2 Réseaux et stations de pompage :

a) Poussière, déchets solides et liquides

Les poussières et les déchets solides résultants de la maintenance et des opérations quotidiennes, telles que nettoyage des conduites, réparation de pièces de pompe, dragage des boues des forages de captage d'eau, etc., doivent être correctement collectés, transportés et déposés sur un site de décharge contrôlé.

Le suivi périodique est requis pour satisfaire aux conditions indiquées dans le Plan de Gestion Environnemental (PGE) de l'EIE approuvé par l'ANPE.

⁴ Il est recommandé que les détails des campagnes de sensibilisation, des programmes de formation, et des programmes de développement des capacités soient identifiés après l'étude de la JICA, dans le cadre de son assistance technique, par exemple par des experts de la JICA ou des volontaires japonais à l'étranger.

b) Bruit et odeur

Le bruit et l'odeur des stations de pompage, qui apparaîtront pendant le fonctionnement normal, peuvent affecter le voisinage s'ils ne sont pas correctement contrôlés. Ainsi, un suivi périodique est-il requis de la part de l'ONAS pour satisfaire aux normes tunisiennes.

Si une station de pompage est située près d'une zone résidentielle, le bruit et l'odeur doivent être soigneusement contrôlés pour éviter des nuisances envers le voisinage. Cela peut être réalisé en couvrant les installations par un bâtiment pour enfermer hermétiquement l'odeur.

L'odeur doit être contrôlée pour assurer une qualité similaire à la valeur limite de 0,2 mg/m³ de H₂S dans l'air, conformément à la norme tunisienne "NT 106.04 (1994)", et les caractéristiques des équipements des stations de pompage doivent être choisis en conséquence.

Dans une zone résidentielle, le bruit doit être limité à 50 dB, conformément à la Décret N° 84-1556 du 29 décembre 1984.

6.9.2.3.3 STEP :

a) Eaux usées traitées

La qualité des eaux usées traitées doit être contrôlée pour assurer la qualité standard définie par la norme tunisienne "NT 106.02 (1989)", et un suivi périodique est requis pour maintenir cette qualité.

b) Gestion des boues

Les boues doivent être contrôlées pour assurer qu'elles respectent les valeurs limites en métaux lourds indiquée dans la norme tunisienne "NT 106.02 (2002)".

Conformément à la norme tunisienne «NT 106.20 (2002)», les boues doivent être déshydratées à moins de 30% avant leur dépôt sur un site de décharge public.

Tableau 6.9-5 : Valeur limite pour les métaux lourds dans les boues

Paramètre	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Valeur limite Mg/kg MS	20,0	500,0	1 000,0	10,0	200,0	800,0	2 000,0
Coliforme fécal < 2 10 ⁶ CF NPP/g MS							

Source: Norme Tunisienne, NT 106.20 (2002)

c) Poussière, déchets solides et liquides :

Les poussières et les déchets solides et liquides dus à la maintenance et aux opérations quotidiennes, telles que nettoyage des conduites, réparation de pièces de pompe, dragage des boues des forages de captage d'eau, etc. doivent être correctement collectés, transportés et déposés sur un site de décharge contrôlé.

Le suivi périodique est requis pour satisfaire les conditions indiquées dans le Plan de Gestion Environnemental (PGE) de l'EIE approuvé par l'ANPE.

d) Bruit et odeur :

Des bruits et des odeurs apparaîtront pendant le fonctionnement normal de la STEP. Cependant, comme les 5 STEP du Projet sont éloignées du centre-ville, aucun impact sérieux sur les voisinages n'est observé pour l'instant.

Par contre, en ce qui concerne une STEP, comme la zone résidentielle a tendance à s'étendre aux alentours de la STEP, une coordination avec les plans de développement urbain est nécessaire afin d'éviter de futurs problèmes potentiels.

6.10 RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE

Comme conclusion à cet Examen Environnemental Initial, (EEI), les éléments suivants doivent être recommandés pour la mise en œuvre du projet.

6.10.1 Dispositions Institutionnelles

6.10.1.1 Gestion des boues

Il est urgent que l'ONAS trouve une décharge contrôlée et il semble y avoir un risque sérieux que ce problème n'entrave l'approbation du rapport de l'EIE par l'ANPE.

Jusqu'à 1998, les boues provenant des STEP de l'ONAS étaient réutilisées à des fins agricoles. Cependant, depuis 1998 et pendant plus de 10 ans, ce type de réutilisation est interdit en attendant l'établissement d'une norme en Tunisie.

Considérant cette situation, l'ONAS a abordé le problème en menant diverses actions telles que :

- Etude afin d'établir un plan de gestion des boues provenant des STEP dans la zone du grand Tunis en 2006-2007, incluant l'amélioration des installations de lits de séchage dans les STEP, l'introduction d'un séchoir mécanique pour réduire le volume et la création de décharges propres à l'ONAS, ces types d'actions ne couvrant que le grand Tunis et certaines villes ;
- Projets pilotes pour la réutilisation des boues afin d'examiner les conditions de réutilisation pour l'agriculture en 2007-2008 et 2008-2009 ;
- Depuis 2009, étude en collaboration avec l'ANGed, en cours d'exécution, afin d'identifier la norme de dépôt des boues de l'ONAS dans les décharges contrôlées par l'ANGed ;
- Assistance technique apportée par le GTZ pour l'établissement d'un programme de gestion des boues de 2008 à 2012, en incluant la création d'un système de traçabilité de la gestion de boues, le renforcement de la capacité à préparer des lignes directrices pour la gestion des boues, le renforcement du cadre institutionnel, etc. ;
- Recherche d'une nouvelle façon de réutilisation dans les cimenteries à partir de la fin 2012.

En intégrant les résultats de ces actions, l'ONAS doit établir le cadre institutionnel suivant et l'améliorer pour chaque STEP :

Court terme

- Renforcement de la capacité de l'ONAS pour la gestion des boues en affectant du personnel et un budget pour mener les études nécessaires afin de trouver une décharge finale et d'identifier les normes d'hygiène ;
- Installation d'équipements pour réduire les boues (déshydratation mécanique, etc.) ;
- Création d'une norme Tunisienne pour la réutilisation des boues à des fins agricoles ;
- Trouver une décharge finale avec une protection appropriée contre la contamination (ex. membrane, etc.) pour chaque STEP du Projet (en collaboration avec l'ANGed) ;

Moyen terme

- Réutilisation des boues et des cendres après brûlage à des fins multiples (ciment, brique etc.).

6.10.1.2 Consultation et Surveillance de l'aspect considérations sociales

Bien que la loi Tunisienne concernant l'EIE ne fournisse aucune condition pour les consultations publiques, en considérant un principe sous-jacent des directives JBIC « Les projets doivent être coordonnés de manière appropriée afin qu'ils soient acceptés d'une manière qui est socialement appropriée au pays et à la localité dans laquelle est planifié le projet », il est fortement recommandé que l'ONAS mène des consultations publiques au cours de la phase de conception pour toutes les STEP. Certaines consultations publiques doivent être incluses dans une tâche de l'étude EIE.

Pour le cas des réseaux, l'acquisition de terrain pour les nouvelles stations de pompage est le problème le plus sensible d'un point de vue de l'aspect considérations sociales. Un département « Département central administratif et juridique » est l'organisme responsable de la procédure d'acquisition de terrain au niveau central de l'ONAS et le « Service des affaires juridiques » contrôle la procédure d'acquisition de terrain au niveau du département régional de l'ONAS. La progression de l'acquisition de terrain doit être surveillée et reportée à la JICA de manière périodique et un système de mise en œuvre solide, tel que la nomination d'une personne responsable, etc. doit être établi sur la base des bonnes relations entre les niveaux central et régional de l'ONAS.

6.10.2 Programme de mise en œuvre

Sur la base des recommandations ci-dessus pour l'établissement d'un système de gestion des boues, le planigramme suivant peut être proposé en tenant compte de la date appropriée pour la mise en service des STEP du Projet :

Tableau 6.10-1 : Planigramme pour l'établissement d'un système de gestion des boues

Elément /Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Période de prêt (prêt APD Japonais)										
Période de construction (STEP)										
Commencement du Service (STEP)										
Renforcement de la capacité de l'ONAS et conduite de l'étude nécessaire										
Création d'une norme Tunisienne pour la réutilisation des boues										
Trouver une décharge finale pour les boues										
Réutilisation des boues à diverses fins										

Le calendrier de mise en œuvre du projet lié aux procédures de considérations environnementales et sociales est détaillé dans le tableau suivant :

Table 6.10-2: Planigramme des procédures pour les considérations environnementales ou sociales

Elément /Année		2013				2014				2015				2016			
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
EIE (STEP)	Etude EIE																
	Approbation par ANPE																
Acquisition de terrain (Station de pompage)	Etude topographique																
	Compensation																

6.10.3 Budget

Le coût pour les acquisitions de terrain, incluant achat de terrain et compensation, doit être supporté par le côté Tunisien comme partie non-éligible du prêt de l'APD japonaise.

Table 6.10-3: Budget à allouer par le GdT (Cas 3)

Partie Non Eligible	Elément	Prix unitaire (TND/m ²)	N° de nouvelles stations de pompage	Quantité (m ²)	Montant estimé (Million TND)
Coût d'acquisition de terrain	- Achat de terrain - Compensation	100	33	5 100	0,51

6.10.4 Assistance technique à proposer

En vue de maximaliser l'effet du Projet et d'assurer sa durabilité environnementale, un soutien technique est considéré comme primordial.

Une approche d'ensemble, incluant l'administration (en tant que décideur), les personnels de l'ONAS (en tant qu'opérateur) et le public (en tant qu'utilisateur), est également nécessaire quand un soutien technique est fourni.

Au niveau du décideur, la JICA pourra fournir une assistance technique par ses experts au niveau administratif, tel que MAE, ANPE, ANGED, ONAS, etc. La gestion des boues est la question la plus urgente pour l'ONAS et une assistance spécifique dans ce domaine pourrait être proposée avant la phase opératoire du Projet.

Au niveau de l'opérateur, la JICA fournit des programmes de formations, par exemple en invitant au Japon des personnels en relation avec certains projets du pays bénéficiaire :

- Opération et maintenance des installations des eaux usées ;
- Suivi environnemental de l'eau ;
- Technique de traitement des eaux usées domestiques, etc.

Pour développer ses capacités de suivi environnemental, l'ONAS a créé son propre laboratoire dans les centres de maintenance de chaque gouvernorat. Le suivi et l'analyse de la qualité de l'eau, à l'entrée et à la sortie des STEP y sont effectués.

Il est recommandé de former le personnel des laboratoires de l'ONAS au suivi environnemental. Au vu de la nécessité de suivi des paramètres indiqués dans le Plan de Gestion Environnemental (PGE) depuis la phase de la construction jusqu'à la phase opérationnelle, une formation devra être donnée aux personnels dès la phase de conception.

Une assistance technique aux laboratoires de l'ONAS par des experts de la JICA est aussi recommandée. Même si certains équipements sont requis par l'ONAS pour développer les capacités de suivi des laboratoires, les capacités et compétences techniques des personnels à s'occuper de ces équipements, par exemple opération, maintenance, calibrage, etc., devra être confirmée.



Au niveau de l'utilisateur, une campagne de sensibilisation des citoyens sera proposée.

La Mission d'Etude en Tunisie a parfois observé que certaines conduites d'eaux usées étaient bouchées par des déchets solides.

Pour renforcer la durabilité du Projet, la fourniture de programmes de santé publique et d'éducation environnementale pour les enfants, les étudiants, les groupes de femmes par les JOCV (Volontaires japonais à l'étranger) de la JICA et/ou par des ONG locales peut être une bonne option pour une sensibilisation des utilisateurs de base.

Tableau 6.10-4: Assistance technique à proposer

Type d'assistance	Groupe cible	Programme d'assistance pertinent fourni par la JICA	Période
Assistance technique pour la gestion environnementale	Une section responsable de la gestion environnementale (MAE, ANPE, ANGED, ONAS, etc.)	Experts JICA	Phase de conception – Phase opérationnelle
Assistance technique pour la gestion des boues	Une section responsable de la gestion environnementale (MAE, ANPE, ANGED, ONAS, etc.)	Experts JICA	Avant phase opérationnelle
Programme de formation pour le suivi environnemental	Personnel de laboratoire ONAS	Programme de formation JICA	Phase de conception
Assistance technique pour le développement de capacité des laboratoires de l'ONAS	Personnel de laboratoire ONAS	Experts JICA	Phase de conception – Phase opérationnelle
Campagne de sensibilisation (Programmes d'éducation sur la santé publique et l'environnement)	Citoyens	Volontaires étrangers JICA	Phase de conception – Phase opérationnelle

6.10.5 Mesures à prendre pour le suivi

La surveillance de l'impact environnemental provoqué par le Projet doit être entreprise dans le cadre d'une activité du Plan de Gestion Environnemental (PGE) par le côté Tunisien. Le PGE et les éléments à surveiller seront établis par l'étude d'EIE après l'étude de la JICA.

Il est important que la surveillance soit entreprise non seulement dans les zones concernées, mais également les zones non-concernées de manière à établir des références pour les divers paramètres.

Sur la base de l'examen du formulaire de surveillance établies par l'ANPE, du formulaire de suivi préparé par l'ONAS⁵ et d'un rapport EIE pour un projet précédent par l'ONAS, le PGE pendant la phase de construction et d'exploitation doit inclure les éléments suivants :

⁵ Voir l'Annexe VI.

Formulaire de surveillance Tunisienne : le formulaire est également disponible depuis le site Web de l'ANPE suivant. <http://www.anpe.nat.tn/images/stories/racourcis/EIE/fiches%20annexes%20EIE.pdf>

a) Considérations environnementales:

Un système pour surveiller les paramètres biologiques, physicochimiques pertinents dans les eaux de décharge, eaux souterraines, environnement récepteur tel que rivière, mer et lac doit être établi pour éviter les impacts négatifs sur l'environnement dans chaque phase.

À l'heure actuelle, un panneau, affiché à l'intérieur des STEP, indique les valeurs limites pour chaque paramètre selon les dernières normes tunisiennes, et ce, en tant que référence pour la surveillance durant la phase d'exploitation.

L'ONAS opère la surveillance et rapporte chaque valeur chaque mois en utilisant le formulaire de suivi⁵ et chaque année en conformité avec les dernières normes.

Outre ce qui est mentionné ci-dessus, les impacts négatifs pendant la construction doivent également être contrôlés par la surveillance des paramètres identifiés tout au long de l'EEI.

b) Considérations sociales:

Bien que le formulaire de surveillance Tunisienne n'aborde pas les problèmes de considérations sociales, il doit être inclus dans le PGE selon les Directives JBIC.

La surveillance des aspects sociaux au cours de l'exploitation des installations d'eau doit être entreprise à partir des points de vue suivants:

- i) Qualité des services des eaux usées ;
- ii) Frais pour les eaux usées et abordabilité pour les pauvres ;
- iii) Santé publique (nombre de maladies liées à l'eau, diarrhées, etc.).

Un cadre de travail recommandé pour le PGE, incluant les paramètres à surveiller, la méthode et la fréquence et l'organisme responsable au cours de chaque phase, est détaillé dans le tableau suivant.

Table 6.10-5: Cadre pour le Plan suivi (Recommandation)

a) **Considérations Environnementales**

Phase	Eléments à surveiller	Méthode / Fréquence	Organisme responsable
Phase de conception	Statut de la conception détaillée en conformité avec les conditions de l'approbation de l'EIE et soumission périodique du Rapport de suivi.	Rapport de suivi (Périodiquement)	ONAS Consultant S/V
	Statut de la conception détaillée (D/D) en conformité avec les spécifications requises.	Supervision de la conception détaillée, réunion périodique	ONAS Consultant S/V Consultant D/D
	Statut de l'application des mesures pour éviter les bruits et les odeurs provenant des installations du projet.	Supervision de la conception détaillée, réunion périodique	ONAS Consultant S/V Consultant D/D
Phase de construction	Méthode de construction en conformité avec les conditions de l'approbation de l'EIE et soumission périodique du Rapport de suivi.	Rapport de suivi	ONAS Consultant S/V
	Statut des approvisionnements et des dépôts de matériaux de construction en conformité avec les lois applicables.	Supervision de la construction, réunion périodique	Entrepreneur Consultant S/V
	Statut d'application des mesures pour éviter les poussières, dépôts de terre non contrôlés et traitements des eaux usées.	Supervision de la construction, réunion périodique	Entrepreneur Consultant S/V
	Statut d'application des mesures pour éviter les bruits provenant des sites de construction	Supervision de la conception détaillée, réunion périodique	Entrepreneur Consultant S/V
	Statut d'application des mesures pour éviter les poussières et les bruits et éviter les accidents au cours du transport de matériels (routes de transport, calendrier des opérations, etc.)	Supervision de la construction, réunion périodique	Entrepreneur Consultant S/V
Phase opérationnelle	Conformité avec les conditions de l'approbation de l'EIE et soumission périodique du Rapport de suivi.	Rapport de suivi (Périodiquement)	ONAS Auditeur désigné par l'ANPE
	Qualité des eaux usées traitées en conformité avec les normes nationales « NT 106.02 (1989) »	Rapport mensuel / tous les mois	ONAS, Laboratoire externe
	Qualité des eaux souterraines et de l'environnement récepteur	Rapport mensuel / tous les mois	Laboratoire externe
	Bruits provenant des installations du projet (55 dB la journée, 45 dB la nuit)	Rapport de suivi (Périodiquement)	ONAS
	Odeurs provenant des installations du projet en conformité avec les normes nationales « NT 106.04 (1994) »	Rapport de suivi (Périodiquement)	ONAS
	Gestion appropriée des boues en conformité avec les normes nationales Métaux lourds : « NT 106.20 (2002) » Déshydratation du lit de séchage : <30%	Rapport de suivi (Périodiquement)	ONAS
	Gestion des matières toxiques et des déchets solides et liquides	Rapport mensuel/tous les mois	ONAS Municipalité

b) Considérations Sociales

Phase	Éléments à surveiller	Méthode / Fréquence	Organisme responsable
Phase de conception	Conformité avec les conditions de l'approbation de l'EIE et soumission périodique du Rapport de suivi.	Rapport de suivi (Périodiquement)	ONAS Consultant S/V
	Situation de la consultation publique	En temps convenable	ONAS
	Statut de la conception détaillée dans l'emprise de la voirie (particulièrement l'alignement des conduites)	Supervision de la conception détaillée, réunion périodique	ONAS Consultant D/D
	Statut d'application des mesures pour éviter les réinstallations forcées et les acquisitions de terrain lors de la Conception détaillée (particulièrement par les nouvelles stations de pompage)	Supervision de la conception détaillée, réunion périodique	ONAS Consultant D/D
Phase de construction	Conformité avec les conditions de l'approbation de l'EIE et soumission périodique du Rapport de suivi.	Rapport de suivi (Périodiquement)	ONAS Consultant S/V Auditeur désigné par l'ANPE
	Statut des travaux de construction dans l'emprise de la voirie	Supervision de la conception détaillée, réunion périodique	Entrepreneur Consultant S/V
	Statut des réinstallations forcées et acquisitions de terrain (incluant la progression du processus de compensation)	Tous les 6 mois	ONAS
	Inspection du marché de l'immobilier	En temps convenable	Municipalité
Phase opérationnelle	Conformité avec les conditions de l'approbation de l'EIE et soumission périodique du Rapport de suivi.	Rapport de suivi (Périodiquement)	ONAS Auditeur désigné par l'ANPE
	Nombre de résidents qui se raccordent au système d'assainissement étendu	Rapport annuel / tous les ans	ONAS
	Heures de services des installations sanitaires / jour	Rapport mensuel / tous les mois	ONAS
	Nombre de patients dus aux maladies liées à l'eau	Rapport annuel / tous les ans	Ministère de la santé
	Frais pour raccordement aux eaux usées (abordable pour les pauvres)	Au moment où le prix est revu	ONAS Ministère des finances
	Augmentation des prix des terrains autour des sites du projet	Données annuelles / tous les ans	Municipalité