

**Etude sur l'état des lieux
du Projet d'Assainissement dans 4 villes
en Tunisie (TS-P9)**

Rapport final

Décembre 2012

Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)

NJS Consultants Co., Ltd.

MEE
JR
12-027

Table des matières

Liste des Abréviations

Chapitre 1	Arrière-plan et objectifs de l'étude.....	5
1.1	Arrière-plan de l'Etude	5
1.2	Objectifs de l'Etude	6
1.3	Aperçu du travail.....	6
1.4	Etendue de l'Etude.....	6
1.5	Calendrier de mise en œuvre de l'Etude	7
1.6	Membres de l'Equipe d'Etude	7
Chapitre 2	Généralités sur le secteur d'assainissement en Tunisie	8
2.1	ONAS (Office National de l'Assainissement)	8
2.1.1	Statut juridique de l'ONAS et ses fonctions	8
2.1.2	Organisation de l'ONAS	8
2.2	Réglementation relative au réseau d'assainissement	11
2.2.1	Norme relative aux rejets d'effluents industriels dans le milieu hydrique.....	11
2.2.2	Norme relative à l'utilisation des EUT à des fins agricoles.....	13
2.2.3	Norme relative à la qualité des boues pouvant être valorisées à des fins agricoles	14
Chapitre 3	Aperçu de la ville de Sfax	16
3.1	Conditions géographiques.....	16
3.2	Conditions naturelles	16
3.2.1	Topographie	16
3.2.2	Climat	16
3.3	Situation sociale	17
3.3.1.	Industrie.....	17
3.3.2.	Population	17
3.4	Généralités sur l'aménagement du réseau d'assainissement.....	18
3.4.1.	Réseaux d'assainissement	18
3.4.2.	Stations de traitement des eaux usées.....	18
Chapitre 4	Présentation des résultats de l'Etude de terrain	20
4.1	Présentation de la STEP Sfax Sud	20
4.1.1	Spécifications projetées.....	20
4.1.2	Schéma de traitement	22
4.1.3	Aperçu des installations	23

4.1.4	Situation de traitement	25
4.2	Evaluation du processus de traitement.....	29
4.2.1	Fonctionnement	29
4.2.2	Bilan des matières à l'intérieur du processus.....	31
4.2.3	Mesures pour améliorer le processus de traitement	31
4.3	Diagnostic de l'état des lieux des ouvrages	33
4.3.1	Installations de traitement de réserve	33
4.3.2	Bassins d'aération.....	36
4.3.3	Equipements du bassin de sédimentation finale	43
4.3.4	Installations de traitement de boue.....	45
4.3.5	Autres pompes	50
4.3.6	Equipements électriques.....	50
4.4	Examen de la pertinence des résultats de l'étude de faisabilité	60
4.4.1	Contenu proposé de l'étude faisabilité	60
4.4.2	Pertinence du contenu proposé	63
4.5	Propositions techniques pour l'amélioration des ouvrages et installations.....	64
4.5.1	Propositions techniques pour l'amélioration des processus et des ouvrages.....	64
4.5.2	Classification des mesures à court terme et des mesures à long terme	69
4.5.3	Propositions de méthodes d'exploitation et de gestion de l'ensemble des ouvrages et installations	71
4.5.4	Système de gestion et de maintenance	75
4.5.5	Autres rubriques.....	77
Chapitre 5	Conclusions et recommandations.....	80
5.1	Conclusions.....	80
5.2	Recommandations.....	81

Annexes

Annexe 1	Lites des principales personnes rencontrées
Annexe 2	Procès-verbal
Annexe 3	Liste des documents collectés
Annexe 4	Album photos
Annexe 5	Calculs de bilan matières
Annexe 6	Tableau synoptique pour diagnostic des installations
Annexe 7	Données de qualité d'eau
Annexe 8	Méthode d'aération de bassin d'aérobie

Liste des abréviations

Abréviation		Définition
		Institutions/Organisations
ANPE		Agence Nationale de Protection de l'Environnement.
C/P	Counterpart	Contrepartie
EIA	Environmental Impact Assessment	Étude d'impacts environnementaux (EIE)
F/R	Final Report	Rapport final
IC/R	Inception Report	Rapport de commencement
JICA	Japan International Cooperation Agency	Agence japonaise de coopération internationale
KfW	Kreditaustalt für Wiederaufbau	Crédit pour la reconstruction
L/A	Loan Agreement	Accord de prêt
ONAS	Office National de l'Assainissement	Office National de l'Assainissement
O/M	Operation and Maintenance	Exploitation et maintenance
DBO	Bio-chemical Oxygen Demand	Demande biochimique en oxygène (DBO)
DCO	Chemical Oxygen Demand	Demande chimique en oxygène (DCO)
DO	Dessolved Oxygen	Oxygène dissous
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solid	Matières en suspension dans la liqueur mixte (MESLM)
ORP	Oxigen reduction potential	Potentiel d'oxydoréduction (POR)
PID	Propotional plus integral plus derivative control	Contrôle par proportionnel intégral dérivé (PID)
SS	Suspended Solid	Matières en suspension (MES)

Carte d'implantation des zones faisant l'objet de l'étude



Position de la Tunisie



Chapitre 1 Arrière-plan et objectifs de l'étude

1.1 Arrière-plan de l'Etude

En Tunisie, suite aux problèmes de la pollution environnementale et à l'augmentation démographique entraînés par la croissance économique des années 1980, l'Office National de l'Assainissement (ci-après désigné par « l'ONAS ») a réalisé plusieurs projets d'aménagement du réseau d'assainissement dans le but d'améliorer les conditions d'hygiène des villes et de prévenir la pollution des eaux souterraines. La population de la ville de Sfax s'élevant à 430 000 habitants en 1996 a augmenté jusqu'à environ 500 000 habitants en 2007 (environ 16% d'augmentation : source- l'ONAS). Quant à la quantité d'eaux usées, elle a augmenté jusqu'à environ 34 000 m³/jour en 2007 par rapport à 15 000 m³/jour en 1997 (source- l'ONAS). Toutefois, il faut noter que le taux d'augmentation démographique varie entre les villes : par exemple à Kébili, la prévision de taux annuel de croissance démographique était de 4% en 1996 tandis que entre 1996 et 2007, le taux moyen annuel restait en réalité seulement à 0,5%. Cette tendance s'observe d'ailleurs dans les 3 autres villes.

Dans de telles circonstances, le « projet d'assainissement dans 4 villes en Tunisie » (ci-après désigné par le « Projet de prêt ») a été réalisé par le gouvernement japonais (approbation en l'année fiscale 1996 et déboursement en l'année fiscale 2006) dans les 4 villes à savoir Sfax, Kébili, Douz et Zriba où les besoins en aménagement de réseau d'assainissement se faisaient plus pressants. Dans le cadre dudit Projet de prêt, les stations d'épuration des eaux usées (STEP) ont été construites ou reconstruites et par la couverture des services d'assainissement grâce à l'aménagement des réseaux d'égout dans ces 4 villes, ont été réalisées les mesures préventives de pollutions des eaux souterraines d'une part, et l'amélioration des conditions d'habitat d'autre part.

Parmi les sites dudit Projet de prêt, la STEP de Sfax sud, construite en 1982 par la méthode de lagune et située dans la ville de Sfax, deuxième grande ville tunisienne, a fait l'objet de l'extension de capacité de traitement des eaux usées pour répondre à l'augmentation de quantité d'eaux brutes à épurer par rapport à celle prévue initialement, et ce de par la croissance démographique et l'augmentation des besoins en eau (la quantité de calcul de traitement s'est vue augmenter de 24 000 m³/jour à 49 500m³/jour par l'introduction de la méthode de dénitrification par 3 phases).

La capacité de calcul actuelle de la STEP de Sfax sud est comme suit : population faisant l'objet de traitement des eaux usées de 525 800 équivalent-habitants, demande biochimique d'oxygène (DBO) de 21 600 Kg de DBO₅/jour. En 2010, la charge hydraulique que recevait la STEP de Sfax de sud était de 35 400 m³/jour ce qui correspondait à 72% de la capacité de traitement. De même, la charge de DBO était de 16 600Kg de DBO₅/jour ce qui correspondait à 77% de la capacité de

traitement.

Or, la réalité d'exploitation n'y est pas satisfaisante pour remplir les normes de qualité des effluents à cause des défauts fréquents des équipements de traitement tel que l'aérateur. Face à une telle situation, le gouvernement tunisien a présenté au Japon une requête pour la mise en œuvre de l'étude sur l'état des lieux de la STEP de Sfax sud.

1.2 Objectifs de l'Etude

L'objectif est de mettre en œuvre une étude sur l'état des lieux des installations électrique et mécanique et sur le procédé de traitement au sein de la STEP de Sfax sud dont la réalisation de l'étude a été demandée par le gouvernement tunisien. L'étude s'étendra également sur la gestion et la maintenance des ouvrages de traitement dans le but d'examiner les mesures pour la remise en marche de la STEP.

1.3 Aperçu du travail

1) Nom de l'étude

Etude sur l'état des lieux du Projet d'assainissement dans 4 villes en Tunisie (TS-P9)

2) Objectif du présent Projet de prêt

Construction des nouvelles stations d'épuration et reconstruction de celles existantes et aménagement des réseaux d'égouts dans les 4 villes à savoir Sfax, Kébili, Douz et Zriba.

3) Aperçu de la requête

Etude sur l'état des lieux de la STEP de Sfax sud

4) Zone objet de l'étude

Ville de Sfax dans le Département de Sfax

5) Autorité et organisation concernées

- Office National de l'Assainissement (ONAS)
- Ministère de l'investissement et de la Coopération Internationale

6) Activités de coopération du Japon relatives à la présente étude

« Projet d'assainissement dans 4 villes en Tunisie » (Prêt de yens japonais pour un montant approuvé de 6 milliards 389 millions de yens japonais (signature de l'Accord de Prêt en 1996) »

1.4 Etendue de l'Etude

Le travail s'étendra sur la mise en œuvre de l'étude concernant les points décrits dans les objectifs

de l'étude et l'élaboration des rapports à remettre. En principe, le travail sera réalisé conformément au procès-verbal que la JICA et l'ONAS ont signé.

1.5 Calendrier de mise en œuvre de l'Etude

Le calendrier de mise en œuvre de l'étude de terrain est présenté dans le tableau 1.1

Tableau 1.1 Calendrier de mise en œuvre de l'Etude sur le terrain

Jour	Date		Lieu d'hébergement	Programme		Remarques
				Matinée	Après-midi	
1	14 oct.	Dim.	A bord	21h10 Départ de Haneda - 22h25 Arrivée à Kansai (EK6250) 23h40 Départ de Kansai		
2	15 oct.	Lun.	Tunis	04h50 Arrivée à Dubaï 09h35 Départ de Dubaï – 12h50 Arrivée à Tunis (EK747) Après-midi: Préparation de l'étude		
3	16 oct.	Mar.	Sfax	09h00 Visite à la JICA, Tunisie 10h00 Visite au Ministère de l'Investissement et de la Coopération Internationale (MICI) et discussion avec l'ONAS	Tunis – Sfax 17h00 Réunion et discussion avec les représentants de l'ONAS SFAX	
4	17 oct.	Mer.	Sfax	Visite à l'ONAS, Sfax Etude sur le terrain de la STEP de SFAX Sud	Etude sur le terrain de la STEP de SFAX Sud Collecte des données, Interview	
5	18 oct.	Jeu.	Sfax	Examen de l'eau Collecte des données, Interview	Examen de l'eau Collecte des données, Interview	
6	19 oct.	Ven.	Sfax	Examen de l'eau Collecte des données, Interview	Collecte des données, Interview Mise en ordre des résultats de l'Etude	
7	20 oct.	Sam.	Sfax	Collecte des données, Interview Mise en ordre des résultats de l'Etude	Mise en ordre des résultats de l'Etude	
8	21 oct.	Dim.	Sfax	Mise en ordre des résultats de l'Etude	Mise en ordre des résultats de l'Etude	
9	22 oct.	Lun.	Tunis	Discussion avec l'ONAS SFAX sur les résultats de l'Etude de terrain	14h00 Présentation du rapport de l'étude de terrain à l'ONAS ---Départ pour TUNIS---	
10	23 oct.	Mar.	Tunis	09h00 Visite au siège de l'ONAS à Tunis, Discussion à propos des résultats de l'Etude	Préparation du rapport sommaire relatif aux résultats de l'étude de terrain	
11	24 oct.	Mer	Tunis	10h00 présentation et discussion avec les représentants de l'ONAS	16h00 Rapport et remise du rapport à la JICA	
12	25 oct.	Jeu.	A bord	15h05 Départ de Tunis – 23h55 Arrivée à Dubaï (EK748)		
13	26 oct.	Ven.	Tokyo	02h50 Départ de Dubaï – 17h35 Arrivée à Narita (EK318)		

1.6 Membres de l'Equipe d'Etude

Nom	Position/Tâches de travail	Remarques
Norihisa TAOKA	Chef de mission / Procédé d'épuration des eaux usées	
Hiroki FUJIWARA	Réhabilitation des ouvrages d'épuration (installations mécaniques)	
Toru WATANABE	Réhabilitation des ouvrages d'épuration (installations mécaniques)	
Ryosuke OHTA	Mesures de la qualité des eaux / Coordinateur	Prise en charge par le bureau d'Etudes NJS Consultants Co.,

Chapitre 2 Généralités sur le secteur d'assainissement en Tunisie

2.1 ONAS (Office National de l'Assainissement)

2.1.1 Statut juridique de l'ONAS et ses fonctions

L'ONAS en tant qu'organisation chargée de la maîtrise de la santé publique a été fondée par les stipulations du décret n° 73/74 du 3 août 1974. Par la suite, conformément à l'avenant (n° 93/41) de 1993, elle se charge également de la protection du milieu hydrique et de la prise des mesures de prévention de pollution de l'eau, en plus de la gestion des réseaux d'assainissement. Du point de vue juridique, l'ONAS est une organisation publique financièrement autonome.

Les principales préoccupations de l'ONAS sont les suivantes :

Recherches et études : Elaborer et mettre en œuvre un plan directeur de la municipalité, l'étude de faisabilité et le planning de réalisation du projet intéressée par le réseau d'égouts, la station d'assainissement et la station de pompe.

Affaires : Mettre en œuvre des projets d'assainissement et de préservation de l'environnement conjointement avec des entreprises privées et publiques

Exploitation et entretien : Assurer l'exploitation, la gestion et l'entretien du réseau et de la station d'assainissement.

Assistance technique : Octroyer des assistances et conseils techniques se rapportant à la prévention de pollution de l'eau vis-à-vis des collectivités régionales et autres organisations publiques/privées

Missions de l'ONAS

- Maîtrise des causes de pollution de l'eau
- Construction, gestion, exploitation, entretien et rénovation des installations d'assainissement urbains réglementés
- Circulation dans le secteur des eaux et boues issus du traitement et promotion de vente
- Elaboration et mise en œuvre de projets d'assainissement
- Elaboration et mise en œuvre de projets intégrés d'assainissement et d'évacuation d'eau pluviale

2.1.2 Organisation de l'ONAS

L'organisation actuelle de l'ONAS est définie par le décret n° 395 (2006) ; elle consiste en gros en filière centrale et filière régionale. La filière centrale se subdivise encore en trois sous-filières, à savoir : sous-filière d'orientation générale, sous-filière de soutien logistique et sous-filière

d'exploitation consistant en 12 branches.

La filière régionale se divise en quatre régions (Grand Tunis, Nord, Centrale et Sud) ayant chacune des bureaux régionaux. Il y a au total 24 bureaux régionaux.

La STEP Sfax Sud, objet de la présente étude est gérée par la Division Epuration de la région Sud avec six autres stations d'épuration.

La Fig. 2.1 est l'organigramme de la structure supérieure de l'ONAS. La Fig. 2.2 présente l'organigramme du bureau de Sfax.

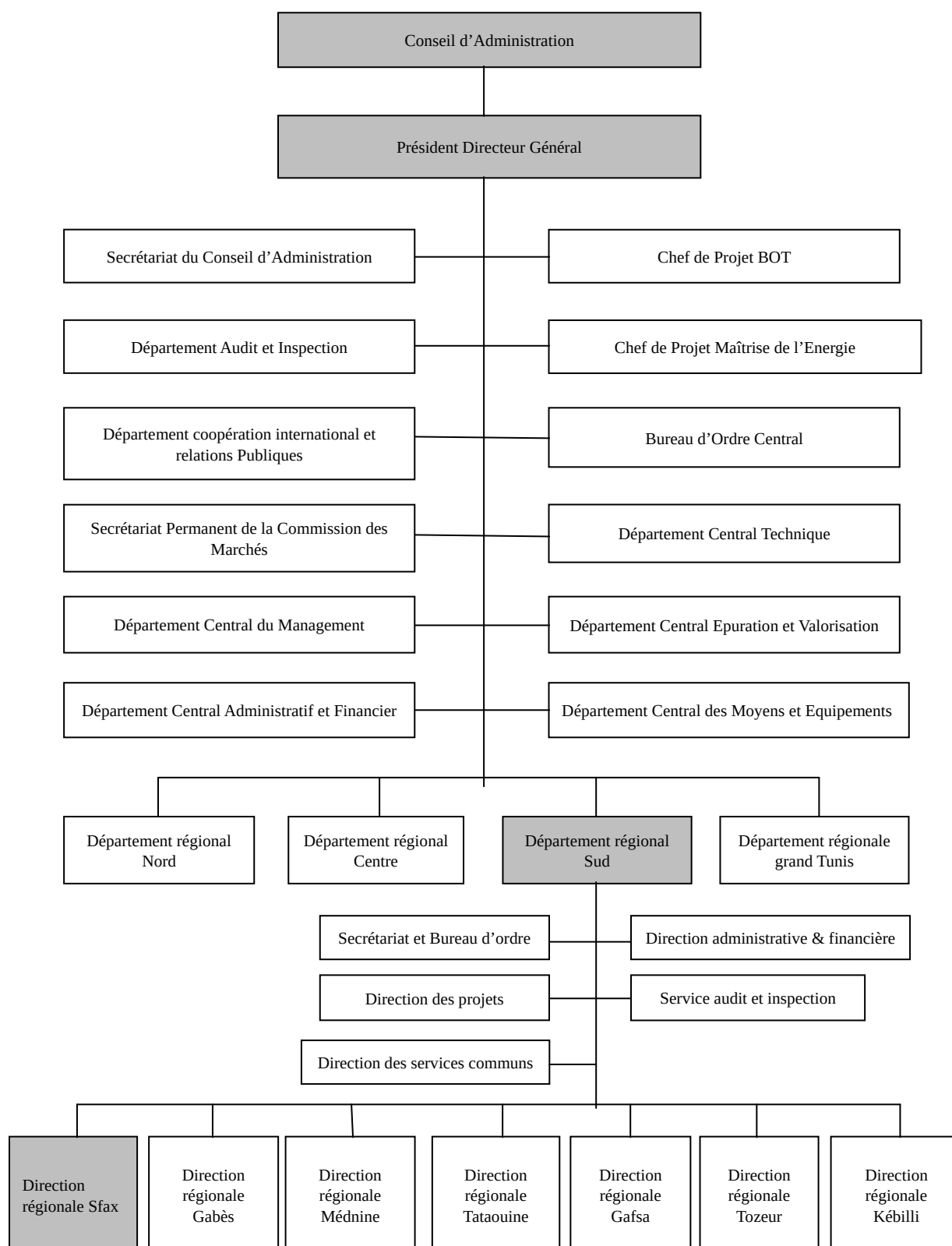


Fig. 2.1 Organigramme de la structure supérieure de l'ONAS

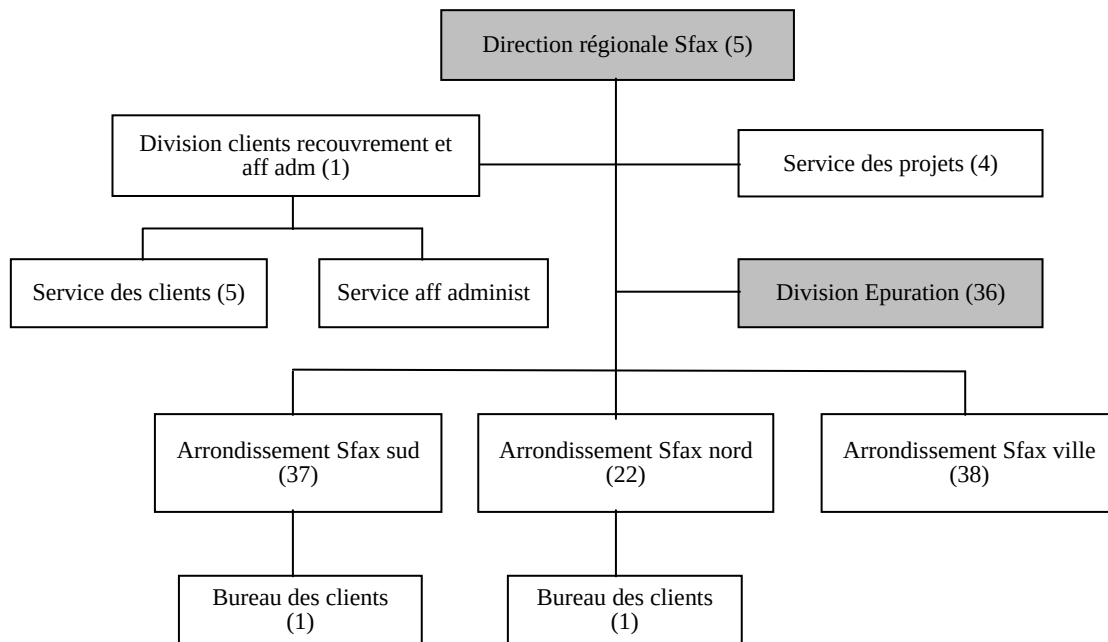


Fig. 2.2 Organigramme du bureau de Sfax

2.2 Réglementation relative au réseau d'assainissement

Il y a actuellement trois normes régissant l'assainissement des eaux résiduaires et la protection de l'environnement :

- i) Norme Tunisienne relative aux rejets d'effluents dans le milieu hydrique (NT 106.002)
- ii) Norme Tunisienne relative à l'utilisation des EUT à des fins agricoles (NT 106.03)
- iii) Norme Tunisienne relative à la qualité des boues pouvant être valorisées à des fins agricoles (NT 106.20)

2.2.1 Norme relative aux rejets d'effluents industriels dans le milieu hydrique

Cette norme (NT 106.002) a été édictée en 1989 à l'issue d'un travail conjoint des quatre ministères (Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Economie Nationale, Ministère de la Santé Publique et Ministère de l'Équipement et de l'Habitat). Pour chacun des cas de rejet dans trois milieux différents (eau douce, eau salée et égouts), il y a des paramètres limites à observer comme l'indique le tableau ci-après :

La surveillance des eaux usées industrielles est effectuée par l'Agence nationale de Protection de l'Environnement, et implique différentes étapes en tant que mesures gouvernementales prises à l'encontre des contrevenants suivant le niveau d'infraction, allant du simple avertissement par courrier jusqu'à l'ordre de fermeture de l'usine. Il y a quelques cas qui sont allés jusqu'à l'ordre de fermeture de l'usine dans le passé.

Tableau 2.1 Norme relative aux rejets d'effluents industriels dans le milieu hydrique

	Paramètres de qualité d'eau	Codes	Unités	Milieux de rejet		
				Eau salée	Eau douce	Egouts
1	Température d'eau	Température d'eau	°C	35°C ou moins	25°C ou moins	35°C ou moins
2	Concentration d'ions d'hydrogène	pH		6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9
3	Matières en suspension	SS	mg/ℓ	30	30	400
4	Matières sédimentables	MD	mℓ/ℓ (2 heures)	0,3	0,3	-
5	Demande chimique en oxygène	DCO	mg/ℓ	90 en moyenne journalière	90 en moyenne journalière	1 000
6	Demande biochimique en oxygène	DBO ₅	mg/ℓ	30	30	400
7	Ions de chlore	Cl	mg/ℓ	-	600	700
8	Chlore actif	Cl ₂	mg/ℓ	0,05	0,05	1
9	Bioxyde de chlore	ClO ₂	mg/ℓ	0,05	0,05	0,5
10	Ions d'acide sulfurique	SO ₄	mg/ℓ	1 000	600	400
11	Magnésium	Mg	mg/ℓ	2 000	200	300
12	Potassium	K	mg/ℓ	1 000	50	50
13	Sodium	Na	mg/ℓ	-	300	1 000
14	Calcium	Ca	mg/ℓ	-	500	-
15	Aluminium	Al	mg/ℓ	5	5	10
16	Chromaticité	Chromaticité (platine-cobalt)	mg/ℓ	100	70	-
17	Soufre	S	mg/ℓ	2	0,1	3
18	Fluor	F	mg/ℓ	5	3	3
19	Ions d'acide nitrique	NO ₃	mg/ℓ	90	50	90
20	Ions d'acide nitreux	NO ₂	mg/ℓ	5	0,5	10
21	Ammoniac organique	Org-NH ₄	mg/ℓ	30	1	100
22	Phosphore total	T-P	mg/ℓ	0,1	0,05	10
23	Phénols		mg/ℓ	0,05	0,02	1
24	Graisses		mg/ℓ	20	10	30
25	Graisses minérales		mg/ℓ	10	2	10
26	Solvant chloré		mg/ℓ	0,05	0	0,1
27	Acide sulfonique d'alkyle-benzène.	ABS	mg/ℓ	2	0,5	5
28	Bore	B	mg/ℓ	20	2	2
29	Fer	Fe	mg/ℓ	1	1	5
30	Cuivre	Cu	mg/ℓ	1,5	0,5	1

31	Laiton	Sn	mg/ℓ	2	2	2
32	Manganèse	Mn	mg/ℓ	1	0,5	1
33	Zinc	Zn	mg/ℓ	10	5	5
34	Molybdène	Mo	mg/ℓ	5	0,5	5
35	Cobalt	Co	mg/ℓ	0,5	0,1	0,5
36	Brome actif	Br ₂	mg/ℓ	0,1	0,05	1
37	Baryum	Ba	mg/ℓ	10	0,5	10
38	Argent	Ag	mg/ℓ	0,1	0,05	0,1
39	Arsenic	As	mg/ℓ	0,1	0,05	0,1
40	Béryllium	Be	mg/ℓ	0,05	0,01	0,05
41	Cadmium	Cd	mg/ℓ	0,005	0,005	0,1
42	Cyanure	CN	mg/ℓ	0,05	0,05	0,5
43	Chrome hexavalent	Cr- VI	mg/ℓ	0,5	0,01	0,5
44	Chrome trivalent	Cr- III	mg/ℓ	2	0,5	2
45	Antimoine	Sb	mg/ℓ	0,1	0,1	0,1
46	Nickel	Ni	mg/ℓ	2	0,2	2
47	Sélénium	Se	mg/ℓ	0,5	0,05	1

2.2.2 Norme relative à l'utilisation des EUT à des fins agricoles

La norme relative à l'utilisation des EUT à des fins agricoles (NT 106.03) a été édictée en 1989. Les paramètres régis par cette norme sont donnés dans le tableau ci-après. Les valeurs des paramètres DBO, DCO et MES sont les mêmes que pour ceux applicables au rejet d'eau. Par contre, les limites admissibles de teneur en chlorures et de dénombrement d'œufs parasitaires sont ajoutées de manière à tenir compte plus ou moins de l'influence d'utilisation des EUT sur la croissance de la plante et sur la santé humaine.

Tableau 2.2 Norme relative à l'utilisation des EUT à des fins agricoles

	Paramètres de qualité d'eau	Codes	Unités	Limites admissibles qualitatives d'eau
1	Concentration d'ions d'hydrogène	pH		6.5-8.5
2	Conductivité électrique		$\mu\text{S}/\text{cm}$	7 000
3	Demande chimique en oxygène	DCO	mg/ℓ	90 en moyenne journalière
4	Demande biochimique en oxygène	DBO ₅	mg/ℓ	30
5	Matière en suspension	MES	mg/ℓ	30
6	chlorures		mg/ℓ	2 000
7	Fluor	F	mg/ℓ	3
8	Chlore organique		mg/ℓ	0,001
9	Arsenic	As	mg/ℓ	0,1
10	Bore	B	mg/ℓ	3
11	Cadmium	Cd	mg/ℓ	0,01
12	Cobalt	Co	mg/ℓ	0,1
13	Chrome	Cr	mg/ℓ	0,1
14	Cuivre	Cu	mg/ℓ	0,5
15	Fer	Fe	mg/ℓ	5
16	Manganèse	Mn	mg/ℓ	0,5
17	Mercure	Hg	mg/ℓ	0,001
18	Nickel	Ni	mg/ℓ	0,2
19	Plomb	Pb	mg/ℓ	1
20	Sélénium	Se	mg/ℓ	0,05
21	Zinc	Zn	mg/ℓ	5
22	Comptes d'œufs de parasites		pièce/1000mℓ	1

2.2.3 Norme relative à la qualité des boues pouvant être valorisées à des fins agricoles

La norme de valorisation agricole des boues d'assainissement a été adoptée en mars 2002 après l'étude par le comité technique de normalisation (TC-106). Par la suite, après approbation par les autorités compétentes (Ministère de la Santé Publique, Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Ministère de l'Industrie, ONAS, etc.), le projet de la norme a été publié au Journal Officiel. En l'absence d'opposition publique, elle a été promulguée en tant que norme tunisienne NT 106.20 en novembre 2002.

(1) Limites maxi admissibles de teneurs en métaux lourds de boue traitée

Paramètres	Cadmium	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Plomb	Zinc
Limites admissibles (mg/ kgDS)	20	500	1000	10	200	800	2000

(2) Limites maxi admissibles d'emploi de boue traitée

30 tonnes DS par hectare en 5 ans.

(3) Limites maxi admissibles de teneurs en métaux lourds motivant l'interdiction d'emploi de boue traitée

Paramètres	Cadmium	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Plomb	Zinc
Limites admissibles (mg/kgDS)	3	150	140	1,5	75	150	300

(4) Limites maxi admissibles de concentration dans le sol des métaux lourds dans 10 ans

Paramètres	Cadmium	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Plomb	Zinc
Limites admissibles (mg/kgDS)	0,06	3,00	3,00	0,03	0,60	3,00	9,00

(5) Restriction d'emploi

La boue issue d'assainissement des eaux usées ne doit pas être utilisée pour production des légumes à récolter dans 18 mois, légumes en contact direct avec le sol et légumes à manger crus

Chapitre 3 Aperçu de la ville de Sfax

3.1 Conditions géographiques

Sfax est le chef-lieu du gouvernorat de Sfax, abritant une population de 550 000 habitants (estimation en 2012). La ville est délimitée à l'est par la Méditerranée, au nord par les gouvernorats de Mahdia et Kairouan, à l'ouest par le gouvernorat de Sidi-Bouzyd et au sud par le gouvernorat de Gabès. Elle est située à 270km au sud de Tunis et distante de 137km de Sousse, 122km de Sidi-Bouzyd, 190km de Gafsa et 137km de Gabès.

3.2 Conditions naturelles

3.2.1 Topographie

Sfax est une ville qui s'est développée sur la plaine alluviale côtière. Du point de vue topographique, il s'agit d'une région généralement peu mouvementée voire monotone et à faible altitude. Une grande partie de la ville est à la côte de 5 à 30m. La zone côtière de la ville est même à moins de 1m du niveau de la mer. Le terrain environnant de la ville est incliné vers la mer mais la déclivité est faible soit de 0,3 à 1%. A l'approche de la mer, la pente devient encore plus douce.

Les nappes phréatiques se situent à une profondeur de 1,7m du terrain naturel. Elles sont salines sous l'influence de la mer.

3.2.2 Climat

Le climat de la région est semi-aride mais grâce à la proximité de la Méditerranée, il est quelque peu modéré. Ainsi, la saison modérée et la saison froide s'alternent.

(1) Directions de vent

Dans la région de Sfax, il y a presque continuellement du vent pendant tout au long de l'année. Le nombre des jours à la classe de vent de 0 n'est que de 15% en moyenne. Les vents dominants soufflent du nord (du nord-ouest au nord-est), de l'est et de l'ouest. D'automne au printemps, il y a parfois du vent assez fort.

(2) Température

La température de la région est généralement élevée ; la moyenne annuelle est de 19°C. En la plus froide saison, la température moyenne (janvier) est de 7°C. Les températures maxi sont enregistrées habituellement en août; la moyenne de ce mois est de 32°C. Parfois, elle dépasse 40°C. L'humidité de la région elle aussi est élevée en raison d'évaporation de l'eau de mer.

(3) Précipitation

La précipitation annuelle moyenne sur Sfax est de 203mm. En général, la période de mai en août est la saison sèche. Cependant, on doit noter que, comme dans d'autres régions

méditerranéennes, la précipitation est très irrégulière. La pluie n'est pas fréquente mais souvent très intense.

Tableau 3.1 Evolution mensuelle de températures et de précipitations à Sfax

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avri	Mai	Juin	Juill	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne annuelle
Température maxi moyenne (°C)	16	17	19	21	24	28	31	32	29	26	21	17	23,5
Température mini moyenne (°C)	7	8	9	12	16	19	22	23	21	17	12	8	14,4
Précipitation moyenne (mm)	23	15	23	20	10	5	0	3	23	33	25	23	203

(Source) Weatherbase

3.3 Situation sociale

3.3.1. Industrie

Sur le plan économique, Sfax est la deuxième grande ville en Tunisie après Tunis capital. Les principales activités de la ville sont : mine (phosphore), agriculture et transformation des produits agricoles (olive, huile d'olive, noix), pêche (Sfax est le premier port de pêche commerciale en Tunisie), etc.

L'infrastructure de transport est bien aménagée. En plus des routes nationales, autoroutes et chemins de fer (passagers et marchandises) qui tous desservent la ville, Sfax est dotée d'un port commercial et d'un aéroport.

3.3.2. Population

Les STEP de Sfax sud et nord ont pour mission d'assainir les effluents de Grand Sfax constitué d'une commune centrale et 6 communes périphériques (Sakiet Eddaier, Sakiet Ezzit, Elain, Gremda, Chihia, Tyna). La population de Grand Sfax a passé de 395 000 habitants en 1994 à 548 000 habitants en 2012 (taux de croissance démographique de 1,8% en moyenne). Puis, la population des régions desservies par la station de Sfax sud a passé de 259 000 habitants en 1994 à 353 000 habitants en 2012 (taux de croissance démographique de 1,7% en moyenne). Le rapport de l'étude détaillée de STEP de Sfax sud (An 2000) estimait que le taux de croissance moyen à partir de 1994 serait de 2,1% mais la démographie réelle évolue suivant des taux plus faibles.

Tableau 3.2 Evolution démographique de Grand Sfax

	Communes	1994	2004	2006	2008	2010	2012
S	Sfax 1	189 301	219 245	224 702	230 677	237 421	242 876
N	Sfax 2	41 554	48 127	49 325	50 636	52 117	53 314
N	Sakiet Eddaier	30 238	41 477	43 017	44 161	45 453	46 590
N	Sakiet Ezzit	34 986	45 571	47 093	48 822	50 720	52 359
S	Elain	32 174	38 635	39 805	41 266	42 870	44 233
S	Gremda 1	18 209	23 250	24 085	24 969	25 940	26 789
N	Gremda 2	10 694	13 655	14 145	14 664	15 234	15 733
N	Chihia	19 286	23 915	24 651	25 556	26 550	27 396
S	Tyna	18 835	27 552	30 430	33 076	36 039	39 140
	Total Grand Sfax	395 277	481 427	497 253	513 827	532 344	548 430
	Partie Sud	258 519	308 682	319 022	329 988	342 270	353 038
	Partie Nord	136 758	172 745	178 231	183 839	190 074	195 392

(Source) Statistiques du taux de branchement Au réseau public d'assainissement, Juillet 2012, ONAS

3.4 Généralités sur l'aménagement du réseau d'assainissement

3.4.1. Réseaux d'assainissement

Le réseau d'égouts de Grand Sfax dessert 3 districts de drainage ci-après :

- i) District Central : Zone située à l'intérieur du canal circulaire et de la route circulaire n°4
- ii) District Sud : Zone située à l'extérieur de la route circulaire n°4 et du côté sud de la route Gremda
- iii) District Nord : Zone située à l'extérieur de la route circulaire n°4 et du côté nord de la route Gremda

Les effluents des districts Central et Sud sont recueillis par la STEP sud et les effluents du district Nord par la STEP nord, respectivement

Un nouveau collecteur est posé le long du circulaire n°4 et la totalité des effluents issus des égouts radiaux du district Sud rejoignent ce collecteur pour aller par la suite à la STEP de Sfax sud via la Pomperie de Saline (SR2).

3.4.2. Stations de traitement des eaux usées

L'assainissement des eaux usées de Grand Sfax est assuré par STEP de Sfax sud et STEP de Sfax nord. Voici les principales caractéristiques technique des deux stations :

Tableau 3.3 Aperçu sur les STEP de Sfax

Paramètres			STEP de Sfax Sud	STEP de Sfax Nord
Capacité d'installation (capacité maxi d'épuration : m ³ /j)			49 500	17 900
Mode de traitement			Dénitrification en 3 étapes	Fossé d'oxydation (*)
Situation de traitement (2011)	Nb. de raccordement	Ménages	91 230	13 816
		Tourisme	31	0
		Usines	13 922	183
		Total	105 183	13 999
	Moyenne des eaux traitées (m ³ /j)		34 028	7 798
	DBO (mg/l)	Entrée	415	480
		Sortie	67	24
		Taux de rejet %	83,9	95,0
	MES (mg/l)	Entrée	480	495
		Sortie	64	23
		Taux de rejet %	86,7	95,4

(Source) ONAS

En 2011, le taux moyen de marche des installations (quantité moyenne journalière d'affluents / capacité de traitement) est de 68,7% pour la station Sud et 43,6% pour la station Nord. Quant à la qualité des eaux traitées, celles de la station Nord est bonne (i.e. DBO et MES sont inférieures aux critères de rejet) alors que la station Sud qui est défaillante ne peut satisfaire ni l'un ni l'autre de ces critères

* Le fossé d'oxydation est un système de traitement consistant à faire circuler des boues activées dans un canal sans fin avec aération mécanique ou aération par diffusion. La séparation liquide/solides se fait dans le bassin de sédimentation finale. Du fait de sa faible charge d'exploitation, ce système a l'avantage de pouvoir continuer le travail d'élimination de matières organiques indifféremment des variations de débit d'affluents et de qualité/température d'eau

Chapitre 4 Présentation des résultats de l'Etude de terrain

4.1 Présentation de la STEP Sfax Sud

La STEP Sfax Sud se situe dans la baie entre des Salines et le port au sud de la ville de Sfax. Cette station reçoit les eaux usées de drainage de deux zones à savoir la zone du centre-ville et celle de la partie sud de la ville.

4.1.1 Spécifications projetées

La STEP de Sfax sud a été construite en 1983 comme la première station par la méthode de lagune aérée. En 2006, elle a fait l'objet d'extension et de réhabilitation. Les installations initiales à lagune aérée ont ainsi été renouvelées en système à bassin d'aérobie et bassin d'anoxie en 3 étapes pour pouvoir réaliser la dénitrification.

(1) Caractéristiques de base

- Désignation : STEP de Sfax sud
- Cote du terrain actuel : +4,0 - +5,0m
- Système de captage des eaux usées : système combiné
- Méthode de traitement :
 Traitement des eaux : Dénitrification en 3 étapes
 Traitement de boues : Concentration par gravité + séchage au soleil ou séchage mécanique
- Rejet d'eaux traitées : à la Méditerranée (réutilisation partielle pour irrigation)
- Année ciblée du projet : 2016
- Population anticipée à desservir : 407 200
- Année d'entrée en service
 Installations anciennes : 1983
 Rénovation en traitement en 3 étapes : 2006

(2) Quantité projetée d'eaux usées

Tableau 4.1 Quantité projetée d'eaux usées

Articles		m ³ /j	m ³ /h	m ³ /min	m ³ /sec	Remarques
Quantité maxi projetée d'eaux usées	Q1	49 500	2 062,5	34,38	0,573	
Quantité horaire maxi projetée d'eaux usées	Q2	118 344	4 931,0	82,18	1,370	
Quantité maxi d'eaux usées	Qmax	177 600	7 400,0	123,33	2,056	Jours pluviaux

(Source : Rapport de l'étude détaillée, an 2000)

(3) Qualité des eaux usées projetée**Tableau 4.1 Qualité des eaux usées projetée**

Articles		Affluents (mg/l)	Déversement (mg/l)	Rendement d'élimination (mg/l)	Remarques
Demande biochimique en oxygène	DBO	436	30	93	
Suspension	MES	305	30	90	
Demande chimique en oxygène	DCO	654	90	86	
Phosphore total	T-P	16	3 - 5		
Phosphate-phosphore	PO4-P	11			
Azote total	T-N	70	50	29	
Azote ammoniacal	NH ₄ -N	56	15	73	

(Source : Rapport de l'étude détaillée, an 2000)

4.1.2 Schéma de traitement

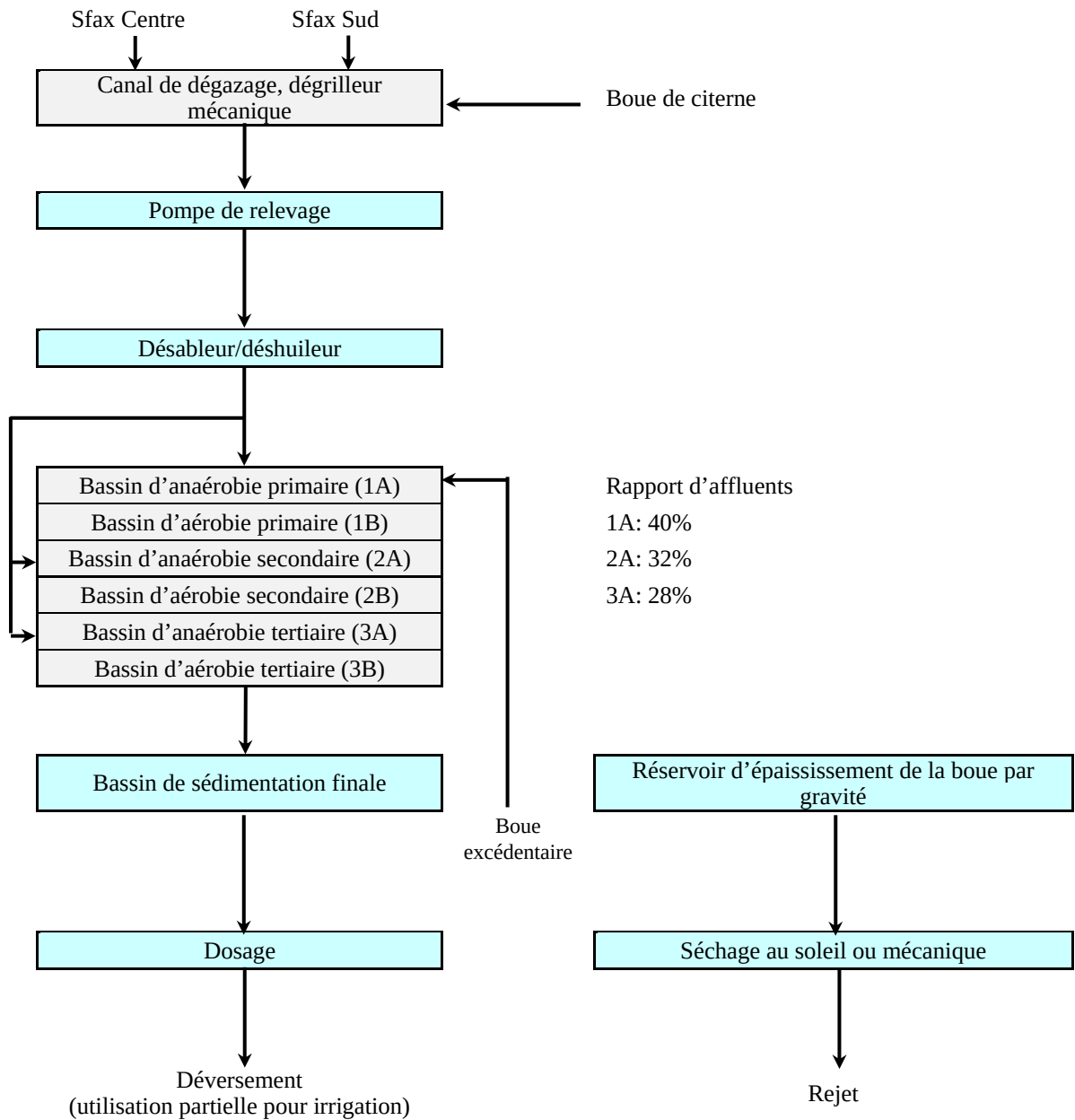


Fig. 4.1 Schéma de traitement

4.1.3 Aperçu des installations

Tableau 4.3 Aperçu des installations

Ouvrages	Type, dimensions, spécifications	Quantité		Remarques (durée de service, etc.)
		service	Réserve	
1. Ouvrage de prétraitement				
(1) Canal de dégazage	•Canal de dégazage: Dimensions : large 3,0m × long 33,0m × prof. 1,1m Séjour : environ 5,0 mn	1		1983
	•Soufflante de dégazage: Type : rotatif Spéc. : 225m³/hr × 1,3bar × 4kW	1	1	2006
(2).Dégrilleur mécanique	•Dégrilleur mécanique: Type: à maille fine Dimensions de canal: W1,4m × H2,0m : 6,0mm Spéc.: Espacement des spires 6,0mm × 0.55kW	2		2006
	•Convoyeur: Type: à courroie Spéc.: largeur de courroie 600mm × long 7,0m × 1,1kW	1		2006
(3). Pompe de relevage	Type: pompe à vis			
	No.1,2 Dia. 1 600mm × 2 250m³/hr × 3,45mH × 55kW	2		1983
	No.3 Dia. 1 700mm × 2 902m³/hr × 3,45mH × 45kW	1		2006
(4).Désableur / déshuileur	•Désableur / déshuileur: Type: désableur aéré / raclette d'écumage largeur de canal 4,0m × longueur de canal 20,0m × 2 canaux/bassin chariot roulant / racleur : 1 unité/bassin Pompe immergée à sable 30m³/hr × 2,4kW × 2 pompes/bassin	2		No.1: 1983 No.2: 2006
	•Soufflante de désableur / déshuileur: Type: rotatif, Spéc.: 843m³/hr × 11kW	2	1	2006
	•Désableur: Type: convoyeur à vis, Spéc.: 0,6m³/hr × 0,55kW	1		2006

2. Bassin d'aération							
•Méthode de traitement : Dénitrification en 3 étapes							
•Type de bassin : digue de terre							
Etape	Primaire		Secondaire		Tertiaire		Total
Bassin n°	1A	1B	2A	2B	3A	3B	
Catégorie	Anaérobie	Aérobie	Anaérobie	érobie	Anaérobie	Aérobie	
Taux d'affluents (%)	40		32		28		
Débit d'affluents (m³/j)	19 800		15 840		13 860		49 500
dimensions de fond de bassin (m)	53×124	53×75.5	53× (45/90)	53× (45/90)	53×75.5	53×69	
Profondeur (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
Capacité de bassin (m³)	25 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	105 000
Durée de séjour (hr)							50,9
Ouvrages	Type, dimensions, spécifications		Quantité		Remarques (durée de service, etc.)		
			service	Réserve			
Bassin d'aération	•Retour de boue: 100%, Concentration de boue renvoyé: 8 800mg/ℓ •Concentration moyenne de MESLM: 4 490mg/ℓ •Température d'eau de calcul : Hiver 15°C, Eté 27°C •Concentration d'oxygène dissous dans le bassin: 2,0mg/ℓ				Modification en 2006		
	•Agitateur: Type: mélangeur immergé à vis (FLYGT) Spéc.: Dia.580mm × propulsion 8511N × 5,5kW		50				
	•Aérateur: Type : Aérateur de surface à arbre vertical avec flotteur (LANDUSTRIE) Spéc.: Dia.2,7m × 130kgO₂/hr × 75kW (moteur à 2 vitesses)		16		2006		
3 Bassin de sédimentation finale							
(1) Bassin de sédimentation finale	Type : Bassin de sédimentation circulaire avec racleur de boue à entraînement circonférentiel Spéc.: Dia.43,0m × D3,50m × 0,18kW Taux de charge surfacique : 8,5m³/m²/j		4		2006		
(2) Pompe de retour de la boue	Type : Motopompe immergée à corps tubulaire (vitesse variable) Spéc.: 750ℓ/s × 3,4mH × 45kW		2	1	2006		
(3) Pompe de boue en surplus	Type : Pompe extérieure à boue Spéc.: 38,4ℓ/s × 2,5mH × 2,4kW		1	1			
4. Installation de traitement de boue							
(1) Réservoir d'épaississement de la boue	Type : Réservoir circulaire avec racleur de boue à entraînement central Spéc.: Dia.13,0m × D3,5m × 0,5kW		2		1983 2006 (innovation)		
(2) Pompe pour boue épaissie	Type : Pompe à vis monoaxiale Spéc.: 90m³/hr × 1bar × 15kW		1	1			

(3) Lits de séchage au soleil	Type : Lits de séchage au soleil Spéc.: large 12m × long 30m Durée prévue pour séchage: 30 jours, Epaisseur de boue introduite: 0,5m, Concentration prévue de boue introduite: 5,0%	58		38 lits: 2006 20 lits: 2010
(4) Sécheur mécanique	Type : Sécheur à bande Spéc.: larg. de bande 1.6 m × 600kgDS/hr × 1unit, Concentration prévue de boue essorée: 25% Durée prévue de service: 5 j/semaine, 14 heures/. en traitant 50% de la quantité de boue projetée	1		2006
5. Autres pompes				
(1) Pompe à eau de service	Type : Pompe spirale à arbre horizontal Spéc.: 30m ³ /hr × 65m × 15kW	1	1	2006
(2) Pompe d'exhaure	Type : Pompe immergée à boue Spéc.: 9,24ℓ/s × 14,4m × 2,4kW	1	1	
6. Installations électriques				
(1) Surveillance	Tableau de surveillance graphique, autoportant de service intérieur avec affichage mosaïque	1		2006
	Tableau de surveillance automatique, autoportant, séquenceur (PLC)	1		2006
	PC de traitement de données, desktop, portable	1		2011 innovation (fabrication en 2008)
(2) Arrivée et transformation d'électricité	Transformateur à huile 30kV/0,4kV, 1250kVA	2		2006 Puissance contractée 1200kW
(3) Groupe électrogène	Diesel, avec radiateur, type ouvert 500kVA	1		
(4) Instrumentation	Indicateur de niveau différentiel de filtre, ultrasonique, 2 détecteurs	1		2006
	Oxymètre DO : compteur d'oxygène dissous à immersion	3		2006
	Débitmètre des boues de retour: électromagnétique, dia. 1200mm, 0-1360ℓ/s	1		2006
	Débitmètre de boue en surplus : électromagnétique, dia. 150mm	1		2006
	Débitmètre de déversement: électromagnétique, dia. 1000mm, 0-2060ℓ/s	1		2006
	Analyseur de qualité de déversement : 4 détecteurs (pH, température, conductivité électrique, turbidité) par échantillonnage, logés en armoire intérieure du bâtiment	1		2006

4.1.4 Situation de traitement

L'état des activités de traitement durant les 5 dernières années sont présentées ci-après. Le nombre de raccordements a augmenté pendant ces 5 ans mais la quantité journalière moyenne de traitement d'eau n'est que de l'ordre de 35 000m³/j. La qualité de l'eau traitée durant la phase 2009 – 2010 était relativement bonne mais elle se dégrade en 2011. Les critères de rejet de l'eau traitée (DBO: 30mg/ℓ, MES: 30mg/ℓ) n'ont jamais été satisfaites pendant les 5 ans.

Le taux de valorisation agricole de l'eau traitée en 2007 était de 36% mais il décroît chaque année et n'était que de 14% en 2011. Cela tient à la limitation du terrain agricole à desservir d'une part, et à la qualité de l'eau elle-même d'autre part

La naissance de boue résiduaire sèche est d'environ 6 000 m³ par an. Les installations de séchage mécanique étaient en plein service pendant les années 2009 et 2010 et le pourcentage de traitement a été d'environ 10% du total, mais elles ne sont plus utilisées à partir de 2011.

Tableau 4.4 Situation de traitement dans les 5 dernières années

		2007	2008	2009	2010	2011
Nombres de raccordements à l'ONAS (Cas)	Ménages	72 861	71 397	74 967		91 230
	Tourisme	33	33	33		31
	Usines	9 133	9 400	9 870		13 922
	Total	82 027	80 830	84 870		105 183
Moyenne des eaux traitées (m ³ /j)		28 184	30 552	36 445	35 408	35 574
DBO (mg/l)	Entrée	575	591	523	468	415
	Sortie	80	66	38	40	67
	Taux de rejet %	86,1	88,8	92,7	91,5	83,9
MES (mg/l)	Entrée	529	520	785	516	480
	Sortie	59	45	33	40	64
	Taux de rejet %	88,9	91,3	95,8	92,2	86,7
Quantité de valorisation	Q'té d'utilisation (m ³ /jour)	10 185	7 250	8 212	7 525	4 933
	Taux d'utilisation (%)	36,1	23,8	22,5	21,3	14,5
Quantité de boue sèche (m ³ /an)	Séchage au soleil	3 221	6 282	6 002	5 145	5 730
	Séchage mécanique	15	0	305	765	0
	Total	3 236	6 282	6 307	5 910	5 730

(Source) ONAS

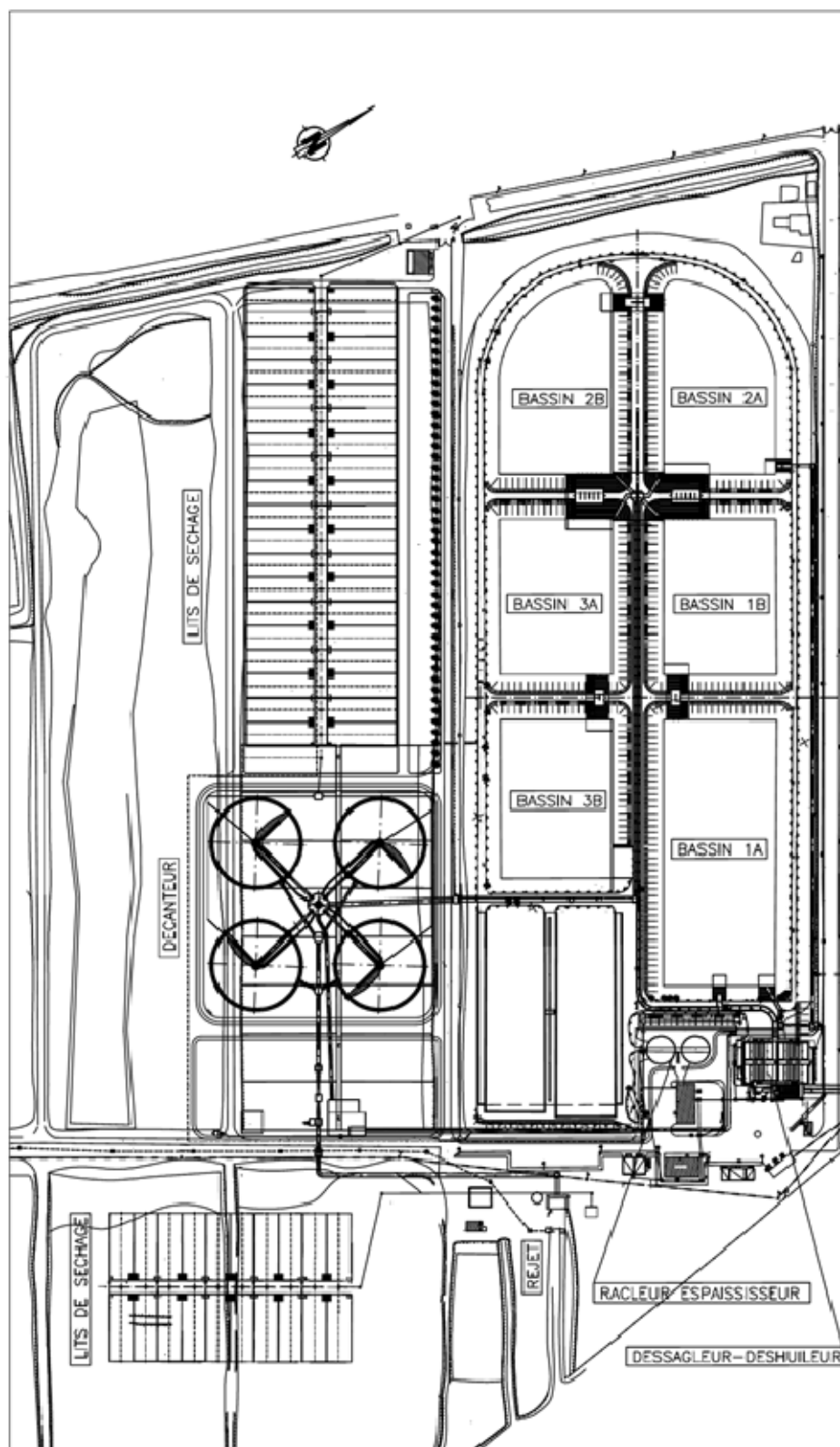


Fig. 4.2 Plan général de la STEP de Sfax Sud

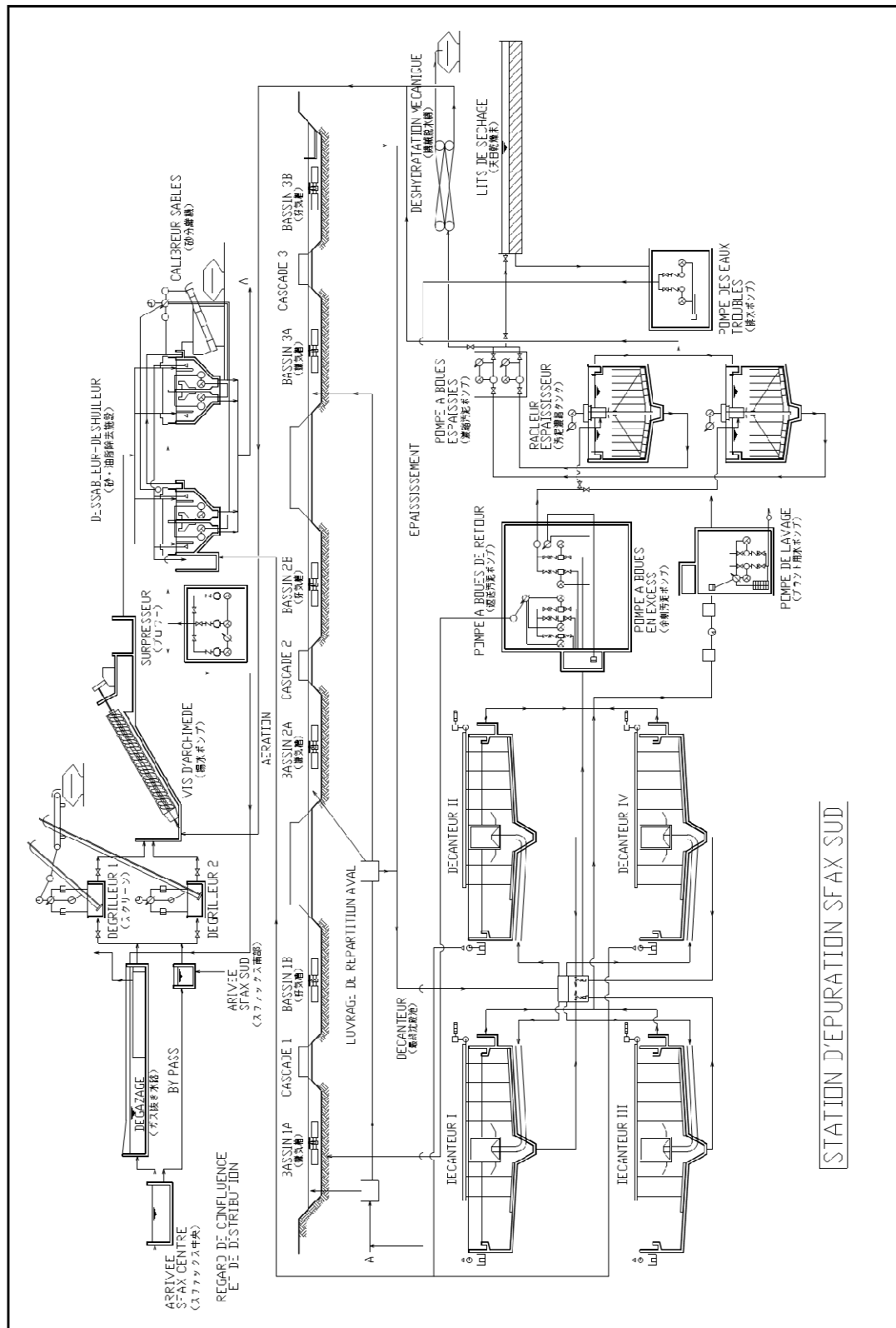


Fig. 4.3 Plan des circuits des eaux de la station d'épuration de Sfax Sud

4.2 Evaluation du processus de traitement

4.2.1 Fonctionnement

(1) Considération sur la base des valeurs nominales d'exploitation.

- Les valeurs nominales et les données sur le fonctionnement fournies par l'ONAS (voir annexe 7) sont comme suit :

Tableau 4.5 Données de fonctionnement

Articles	Volume (m ³ /j)	DBO (mg/ℓ)		MES (mg/ℓ)	
		Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Valeur nominale	49 500	436	30	305	30
2011, moyenne	34 028	415	67	480	64
2012(Jan-Aout), moyenne	38 218	432	110	428	118

(Source : rapport d'exploitation de l'ONAS)

- Quantité des eaux reçues : elle augmente chaque année depuis la mise en service des installations en 2006. D'après les relevés mensuels en 2012, elle s'étend de 35 000m³/j à 43 000m³/j ; les chiffres commencent donc à se rapprocher des valeurs nominales.
- DBO : La valeur d'entrée est à peu près équivalente à la valeur nominale, mais la valeur de sortie excède de beaucoup la valeur nominale ciblée. Ceci démontre bien qu'il y a un problème de fonction de traitement. La valeur de sortie se dégrade chaque année. En 2009, elle était de 40mg/• mais 67mg/• en 2011 et 110mg/• en 2012. La prise immédiate d'une mesure quelconque d'amélioration du processus est vivement attendue pour récupération de la fonction de traitement.
- MES : Les valeurs d'entrée et de sortie excèdent toutes les deux leur valeur nominale, et ceci indique aussi le problème au niveau de fonction de traitement. La valeur de sortie se dégrade chaque année. En 2009, elle était de 40mg/• mais 64mg/• en 2011 et 118mg/• en 2012.
- T-N (Azote total) : Le rapport annuel indique que la valeur moyenne est de 84,1mg/ℓ en entrée et 53mg/ℓ en sortie, alors que les valeurs nominales sont de : entrée 70mg/ℓ, sortie 50mg/ℓ. Le système de dénitrification en 3 étapes actuellement en service est un excellent procédé permettant une haute efficacité de dénitrification mais il ne déploie pas ses pleines performances.

(2) Causes de la baisse de performances de traitement

- Les causes du problème de traitement doivent être les suivantes :
 - a. Les eaux dans le bassin d'aération sont noires, tandis que les eaux dans le bassin de

décantation secondaire sont grises foncées et qu'elles ne sont pas du tout transparentes. Du fait que la putréfaction des boues rend la totalité des installations en état anaérobie, le traitement aérobique ne peut pas fonctionner convenablement. C'est ainsi à cause de la putréfaction des boues accumulées due au manque d'agitation et à l'insuffisance d'oxygène dans le bassin aérobique, etc.

- b. Comme il n'y a qu'une seule chaîne de bassins d'aération, si on a à vider les bassins pour intervention sur les machines en panne, la capacité effective de bassin diminue considérablement ce qui aurait un impact préjudiciable sur l'efficacité du traitement.
- c. modification envisagée consiste à en prévoir deux.
- d. Du fait de traitement insuffisant, les dépôts de boue putréfiée et passée à l'état aérobique ayant stagné circulent dans le système ce qui compromet le bon fonctionnement du système.
- e. Par ailleurs, il existe le problème d'affluents industriels, notamment pour la période d'avril à octobre où l'usine d'olives est mise en opération. Pendant cette période, il y a même l'intrusion des eaux phénoliques toxiques.

Le mélange à l'intérieur du réservoir de réaction est noir, et l'eau de trop plein dans le bassin de décantation finale est grise et opaque. Ceci signifie que la putréfaction des boues est très avancée et l'ensemble des installations dans un état anaérobie prononcé, et met en évidence le fait que le fonctionnement de traitement aérobique adéquat n'est pas assuré.

Les causes avancées pour expliquer cette situation sont les suivantes.

- a. Entrée d'eau souterraine anaérobie.
- b. Putréfaction des boues accumulées à la suite de l'insuffisance d'agitation dans le bassin anaérobie et état avancé de l'anaérobie découlant de l'insuffisance d'oxygène dans le bassin anaérobie.
- c. Circulation dans les installations de boues putréfiées et anaérobies accumulées dans le système en raison de l'élimination insuffisante des boues, et apparition d'effets préjudiciables sur le traitement.
- d. Étant donné que les ouvrages existants ne comprennent qu'un seul bassin de réaction, lorsque que des défaillances, telles que des pannes d'équipement, se produisent et exigent que le bassin soit vidé, la capacité effective du bassin est considérablement réduite, ce qui est à l'origine de l'apparition d'effets néfastes sur le traitement.
- e. L'entrée d'effluents industriels représente également des problèmes. Les rejets d'effluents

industriels sont particulièrement nombreux du mois d'octobre au mois d'avril avec l'opération des usines de transformation d'olives, et il arrive même qu'il y ait des eaux phénoliques toxiques en entrée.

4.2.2 Bilan des matières à l'intérieur du processus

- Le bilan des matières a été calculé sur la base des valeurs nominales et des valeurs réelles. Les résultats du calcul sont indiqués dans l'annexe 5 et le résumé est indiqué dans le tableau 4.6 ci-après.

Tableau 4.6 Résultats du calcul du bilan des matières 1

Paramètres	Valeurs calculées du bilan matières			Valeur actuelle
	Cas 1 : valeur nominale	Cas.2 : valeur actuelle du débit/qualité des eaux en entrée	Cas 3 : Valeur actuelle du débit/qualité des eaux	
Débit (m^3/j)	49 500	38 218	38 218	38 218
MES/entrée (mg/l)	305	428	428	428
MES/sortie (mg/l)	30	30	118	118
Quantité des boues en excès (TonDS/j)	12,3	13,9	9,8	4,2 (traitement actuel)

- Dans les cas 2 et 3, la quantité des boues en excès est respectivement de 13,9 Ton DS/j et de 9,8 Ton DS/j. Par rapport à celle-ci, la quantité des boues en excès traitées est actuellement très peu, soit 4,2 Ton DS/j. Les boues de la différence parmi eux restent accumuler et se putréfier dans les installations et causent l'état anaérobie des installations en se circulant dans le système. Par manque de traitement des boues, il est urgent d'évacuer ces boues entassées et d'assurer le traitement aérobie dans une situation saine.

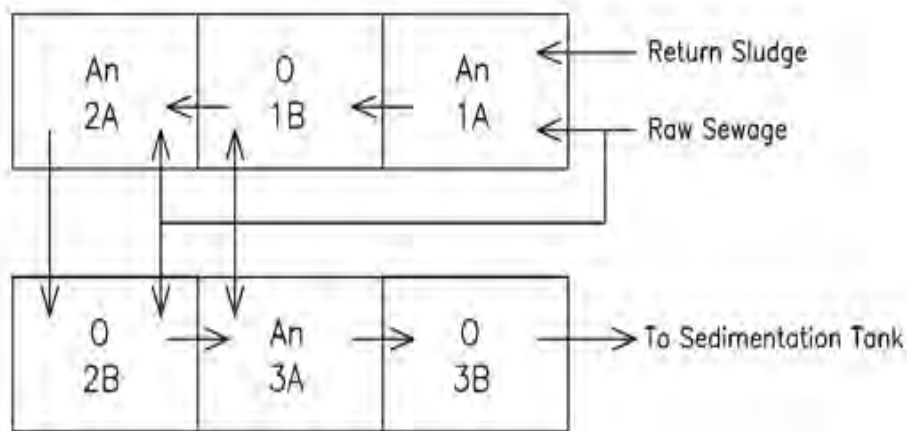
4.2.3 Mesures pour améliorer le processus de traitement

- Le système de dénitrification en 3 étapes actuellement en service est un excellent moyen d'élimination d'azote qui détient une référence tangible au Japon. L'engineering vérificatif ayant été réalisé selon le mode opératoire japonais a mis en évidence que les valeurs nominales (capacité de bassin, taux de retour, etc.) du système en place sont essentiellement satisfaisantes. Ce système est donc tel quel capable d'élimination de DBO et de dénitrification s'il est correctement exploité. De ce fait, nous recommandons vivement de le maintenir en service.
- La chaîne en place sera divisée en deux filières pour stabilisation de fonctionnement des bassins d'aération et pour la facilité d'entretien.

Le plan sommaire d'amélioration est présenté en Fig. 4.4

- Améliorer le fonctionnement des agitateurs dans le bassin d'anaérobie et améliorer l'apport d'oxygène dans le bassin d'aérobie pour prévention de sédimentation des boues dans les installations et leur passage en anaérobie.
- Evacuer d'urgence les boues putréfiées du système où elles s'entassent et se circulent afin d'assurer le fonctionnement aérobie. Pour ce faire, le lit de séchage et la déshydratation existants devront être mis en opération. Il est nécessaire d'installer un nouvel équipement en fonction des besoins.

Existing Aeration Tank



Remarks: An: Anaerobic Tank, O: Oxidic Tank

Modification Plan for Two (2) - Series

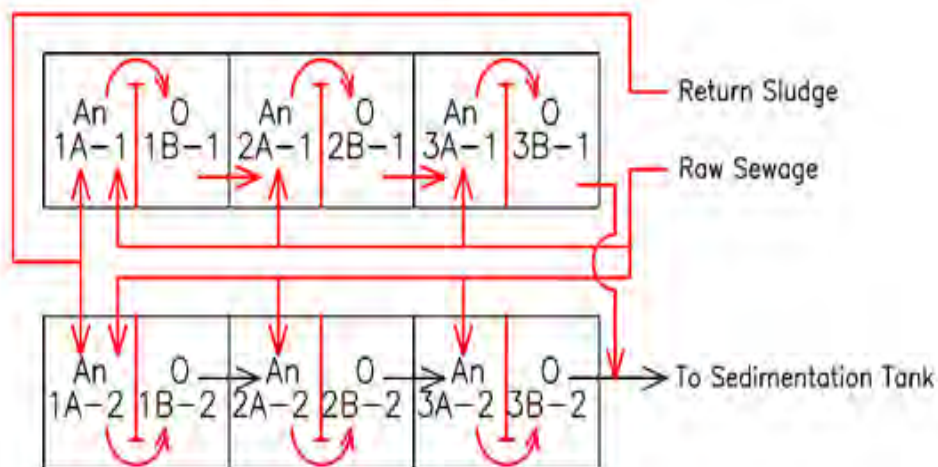


Fig. 4.4 Plan de parallélisations de chaîne de bassins d'aération

4.3 Diagnostique de l'état des lieux des ouvrages

4.3.1 Installations de traitement de réserve

(1) Ouvrage de dégazage

a. Aperçu des installations

- But d'installation : Déverser les affluents au canal en béton et dégazer ces derniers par soufflage d'air par le fond du canal.



Photo 4-1 Canal de dégazage 1



Photo 4-2 Canal de dégazage 2



Photo 4-3 Soufflante de dégazage

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Les suppresseurs de dégazage fonctionnent normalement, et le dégazage est effectué.
- Le canal de dégazage est ouvert à l'atmosphère ce qui cause le dégagement d'odeurs désagréables.
- La couleur des affluents est noirâtre, une importante anaérobie se développe.
- Les vases des fosses septiques des zones non raccordées au réseau d'assainissement sont transportés par les camions citernes jusqu'à cet ouvrage. La quantité journalière de rejet s'élève à 100 m³/jour. Ces boues sont à l'état anaérobique et de couleur noire.

c. Propositions d'améliorations

Le nettoyage et l'élimination des matières accumulées dans la canalisation des eaux souterraines représentent un moyen efficace de réduire l'anaérobie des eaux souterraines. Par ailleurs, l'injection d'air dans la conduite de refoulement doit être mise en œuvre quand nécessaire.

- Si on a à faire face au problème de propagation des odeurs désagréables, il est préférable d'équiper le canal d'un couvercle de captage de puanteur et installer un filtre biodégradable (lit biologique, charbon actif, etc.) pour empêcher la propagation des odeurs.

(2) Dégrilleur mécanique

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Elimination de corps étrangers inclus dans les affluents.



Photo 4-4 Dégrilleur mécanique 1



Photo 4-5 Dégrilleur mécanique 2



Photo 4-6 Tapis roulant

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Actuellement, seul le dégrilleur No.1 est en état de marche. Le dégrilleur No. 2 est en panne, et sa réparation serait prévue dans moins d'un mois.
- L'état de fonctionnement du dégrilleur mécanique est normal, et la largeur de lames de 6mm est raisonnable. Le fonctionnement est automatique par minuteur. Le tapis roulant est également en bon état et ne souffre pas de défaillances particulières.
- Le volume des déchets dégagés par le dégrilleur est de 5 m³/jour.

c. Propositions d'améliorations

- Afin de garantir le bon fonctionnement du dégrilleur il faudrait entreprendre les actions quotidiennes appropriées de maintenance.

(3) Vis d'Archimède

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Relever mécaniquement jusqu'à la hauteur de désableur et déshuiler les affluents ayant passé le dégrilleur.



b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Lors de précipitation maxi ($7\,400\text{ m}^3/\text{h}$) : toutes les pompes en marche ; lors de précipitation horaire maxi ($3\,770\text{ m}^3/\text{h}$) : 1 pompe de réserve
- Actuellement, les vis No.1 et No.3 sont en état de marche. Cependant, le réducteur de vis No.2 est en cours de réparation.
- Toutes les vis conservent leurs performances de puisage mais leur rendement a quelque peu baissé par amoçage de surface d'impulseur et du tube extérieur par entrée de sable. L'ONAS envisage de restituer la surface d'impulseur et recouler le béton du tube extérieur.
- Les Vis No. 1 et No. 2 ont été installés depuis 29 ans, et leur remplacement est prévu dans quelques années à venir.
- Le nombre de pompes à mettre en marche est réglé par indicateur de niveau d'eau.
- Il n'y a aucun moyen de levage au-dessus du réducteur ce qui rend difficile la maintenance périodique. Effet, cette machine est très lourde à démonter.
- Le moteur de pompe est à deux vitesses.

c. Propositions d'améliorations

- Il serait préférable de prévoir un moyen de dessablage en amont de pompe afin d'alléger les effets d'érosion.
- Il serait préférable de prévoir un monte-charge au-dessus du réducteur.

(4) Désableur/déshuileur

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Elimination de sable et huile des affluents.



b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Le No.1 et le No.2 sont tous les deux en état de fonctionnement cependant, le No.1 est en vieillissement. Selon l'ONAS, il est prévu de procéder à des réparations au niveau des équipements électriques ainsi que d'autres équipements.
- La fonctionnalité du désableur est maintenue tandis que le déshuileur connaît une baisse de régime.
- Le calibre à sables fonctionne normalement mais Le volume de sables dégagé est de 5 à 6 m³/jour.
- La soufflante fonctionne normalement.

c. Propositions d'améliorations

- Concernant la réhabilitation du déshuileur, il est proposé d'installer des raclettes de nettoyage à la sortie des huiles.

4.3.2 Bassins d'aération

(1) Bassins d'aération

a. Aperçu des installations

- Méthode de traitement : dénitrification à 3 étapes
- Type de bassin : à digue en terre
- Caractéristiques techniques des bassins d'aération

Tableau 4.7 Caractéristiques techniques des bassins d'aération

Etape	Primaire		Secondaire		Tertiaire		Total
Bassin n°	1A	1B	2A	2B	3A	3B	
Catégorie	Anaérobie	Aérobie	Anaérobie	Aérobie	Anaérobie	Aérobie	
Taux d'affluents (%)	40		32		28		
Débit d'affluents (m ³ /j)	19 800		15 840		13 860		49 500
dimensions de fond de bassin (m)	53×124	53×75.5	53×(45/90)	53×(45/90)	53×75.5	53×69	
Profondeur (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
Capacité de bassin (m ³)	25 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	105 000
Durée de séjour (hr)							50,9

- Retour de boue: 100% Concentration de boue renvoyé: 8 800mg/•
- Concentration moyenne de MESLM: 4 490mg/•
- Température d'eau de calcul : Hiver 15°C, Eté 27°C
- Concentration d'oxygène dissous dans le bassin: 2,0mg/•

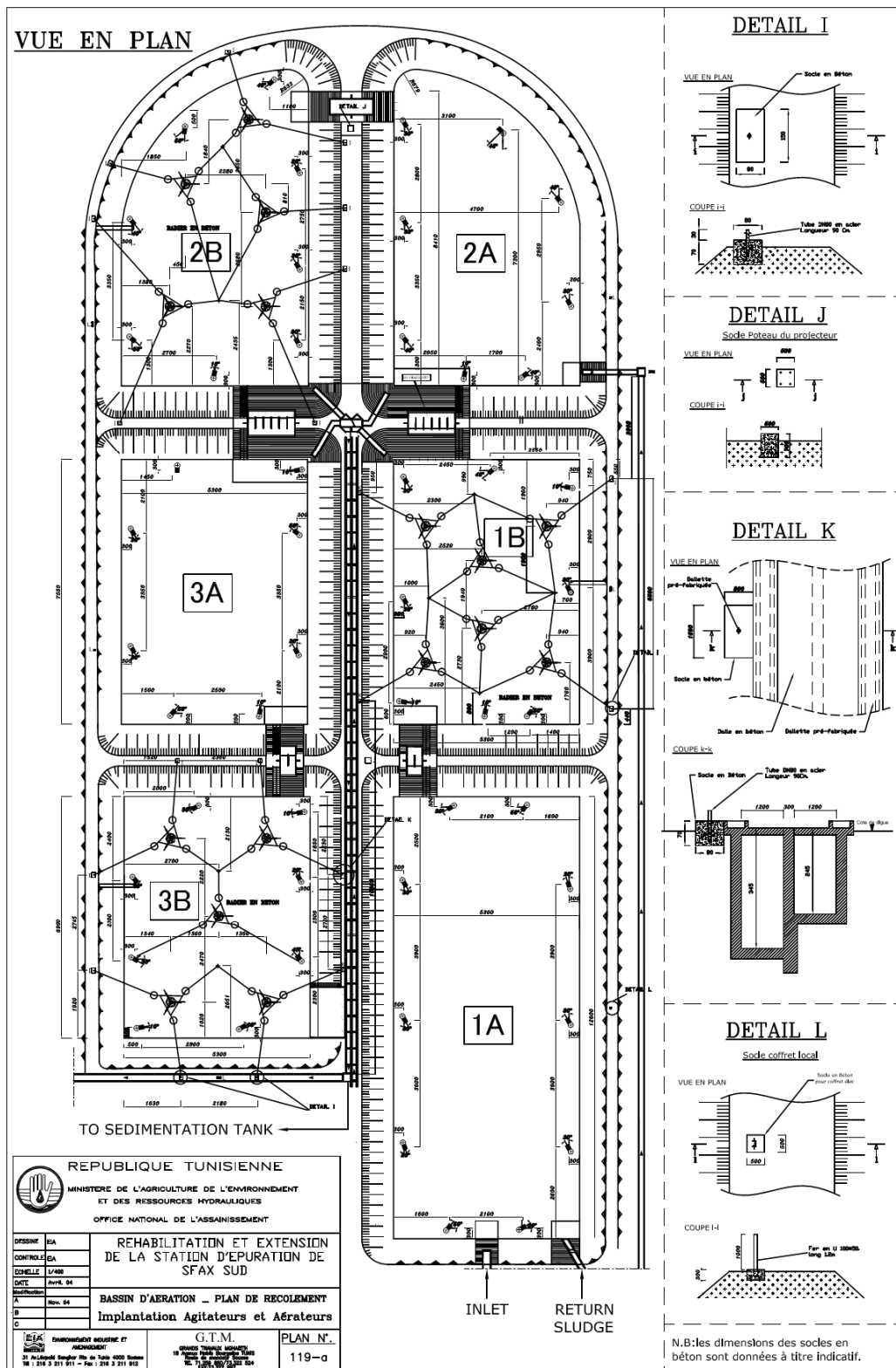


Fig. 4.5 Plan détaillé de bassins d'aération existants

b. Conception détaillée et état des ouvrages

- Conception détaillée :
Réalisée par : GKW CONSULT (Allemagne), année de mise en œuvre : 2000
- Travaux de construction :
Entrepreneur de construction : Grands Travaux Meghaeith (Tunisie) / Environnement Industrie et Aménagement (Tunisie) JV, Année d'achèvement : 2006
- Aucune mention spéciale ne figure dans le rapport de conception détaillée en ce qui concerne les critères d'adoption des agitateurs et aérateurs existants, mais les équipements en question sont des modèles typiquement utilisés dans ce type d'installations. Cependant, les installations n'incluent ni le grand pont ni les appareils de levage nécessaires à la mise en œuvre de la maintenance.

(2) L'état actuel du fonctionnement des aérateurs et des agitateurs

Le tableau 4.8 montre l'état de fonctionnement actuel des agitateurs et des aérateurs en état de marche. Le rendement de ces agitateurs et ces aérateurs est faible et l'influence sur le rendement de traitement est grande.

Tableau 4.8 Le nombre d'agitateurs et d'aérateurs en état de marche

Note) Nombre d'agitateurs et aérateurs en état de marche / Nombre total d'installation

Equipment	1A	1B	2A	2B	3A	3B	計
Agitateurs	0/10	4/8	5/8	3/8	6/8	7/8	25/50
Aérateurs	—	1/6	—	3/5	—	4/5	8/16

(3) Bassin d'anaérobie



Photo 4-13 Bassin d'anaérobie 1A



Photo 4-14 bassin d'anaérobie 2A



Photo 4-15 Agitateur démonté

a. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Les agitateurs du bassin 1A sont en panne, et ils sont en état d'arrêt depuis six mois. Actuellement il est à sec. Le fond du bassin est occupé par un important volume de boue (environ 0,5 à 0,6 m).

- Au niveau du bassin d'anaérobie, vu les pannes observées au niveau des équipements, le rendement de ce bassin est également faible, et qu'il y a un manque de capacité d'agitation. Par conséquent, un volume important de boue vient s'accumuler au fond du bassin, et l'accumulation de cette boue en anaérobie exerce une mauvaise influence sur le bon déroulement de l'activité de traitement.
 - La couleur des eaux usées des bassins d'anaérobie et bassins d'aérobie est noirâtre, une importante aérobie se développe.
 - Les agitateurs sont mis en marche intermittente tout à tour manuellement.
 - Vu le manque de capacité d'agitation, l'agitation ne se déroule pas d'une manière uniforme. Afin de prévenir l'accumulation des boues, la vitesse de circulation au niveau du fond du bassin (supérieure à 0,3 m/s) n'est pas maintenue.
- i) Afin de vérifier l'état d'agitation actuelle, l'équipe d'étude, a entrepris une analyse MES dans le bassin 3A. Les résultats des mesures effectuées sont indiqués en annexe 7 - Données de qualité d'eaux. A 2 mètres des bords du bassin et à une profondeur de 1 mètre : 2 000 à 3 000 g/l ; profondeur 2 mètres : 3 000 à 4 000 g/l ; partie centrale du bassin : profondeur 2 mètres, 11 000 g/l ; et à une profondeur au-delà de mètres il était impossible de prendre les mesures avec l'instrument utilisé, en d'autres termes, la boue était concentrée à ce niveau du bassin. De ce fait, et bien plus que les équipements sont en panne, la capacité d'agitation dans l'ensemble est limitée.
- ii) La vérification tenant compte du volume énergétique (Pr) requis pour les agitateurs donne les résultats suivants :
- Le Pr diffère en fonction de la géométrie du bassin et du modèle des agitateurs. En ce qui concerne les agitateurs (tels que les mélangeurs à hélices immergés) et les bassins rectangulaires, d'une manière générale le Pr est égal à $4,0 \text{ W/m}^3$.
- En ce qui concerne le bassin A3, Le Pr des équipements existants est équivalent à $5,5 \text{ W} \times 8 \times 1/16 \text{ 000 m}^3 = 2,75 \text{ W/m}^3 < 4,0 \text{ W/m}^3$. Donc, même si tous les agitateurs sont en fonctionnement, la capacité d'agitation est insuffisante.
- iii) En définissant le nombre d'agitateurs, le rendement des équipements concernés par les pannes et les vérifications de routine n'est pas pris en considération. En fin de compte, le rendement devient faible.
- Il est très difficile d'exécuter les travaux de maintenance
- Les agitateurs sont fixés sur des colonnes au fond du bassin, et en l'absence du dispositif de levage pour récupérer les agitateurs du fond du bassin, il est impossible de procéder aux inspections quotidiennes. Afin de procéder aux activités d'inspection de ces installations, il faudrait nécessairement vider le bassin. Pour cela, même s'il y aurait un équipement qui tomberait en panne, il fallait que plusieurs équipements similaires tombent en panne pour

évacuer tout le bassin. La réparation des équipements endommagés est sous-traitée.

- La majorité des pannes résident en fuite de la garniture mécanique causant des dégâts des moteurs immergés. Dans le cas des moteurs immergés, il est nécessaire de procéder à la maintenance préventive une fois tous les trois mois cependant, et dans l'état actuel, il est présumé que ces activités sont difficiles à mettre en œuvre et par conséquent le taux de pannes devient élevé. En raison du manque de maintenance périodique appropriée, les pannes survenues tendent à être graves.

b. Propositions d'améliorations

- Le modèle existant n'étant pas approprié à la présente installation, il est souhaitable d'adopter un autre type.
 - L'adoption du mélangeur à vis incliné équipé du flotteur est recommandée par des raisons suivantes. Pour détails d'agitateur, voir annexe 8 – Agitateurs/aérateurs.
- i) Le moteur étant positionné dans la partie sur l'eau, il est possible de tirer vers la rive. Ce qui va permettre l'inspection sans vider le bassin. La fréquence d'inspection est réduite par rapport au modèle équipé du moteur submergé et la durée de vie est aussi plus longue.
 - ii) L'effet de mélange est élevé par rapport à l'énergie investie qui est beaucoup plus faible que ceux existants.

(4) Bassin d'aérobie



Photo 4-16 Bassin d'aérobie



Photo 4-17 Aérateur

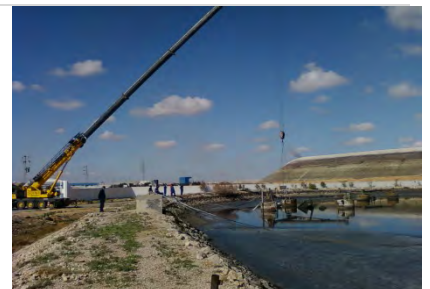


Photo 4-18 Maintenance d'aérateur

a. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Les aérateurs sont mis en service intermittent et alternatif par commande manuelle.
- Vérification du volume d'oxygène nécessaire selon ce qui est planifié :
Volume d'oxygène nécessaire lors du concept détaillé : 2,4 kg O₂ par 1 kg DBO traité
Valeur étudiée par le Japon : 2,49 kg O₂ par DBO traité

Par conséquent, ce volume est pertinent.

- Manque réel dans la capacité d'alimentation en oxygène des aérateurs :

Lors de la conception détaillée, il a été planifié de faire fonctionner tous les aérateurs 24h/24, mais réellement il faudra supposer l'efficacité à 80% vu le fonctionnement des équipements, le temps nécessaires pour les inspections des équipements et des installations ainsi que le temps des arrêts. Ceci n'a pas été pris en considération lors de la conception détaillée. Le volume d'oxygène à alimenter nécessaire pour atteindre les objectifs de traitement DBO par le nombre d'unités actuelles est comme suit :

$$130\text{kgO}_2\text{hr}/1 \text{ unité} \times 8 \text{ unités} \times 20\text{hr} / \text{quantité de DBO traitée} (38\,218\text{m}^3/\text{jour} \times (432-30)\text{mg}/\ell \times 1/1000) \\ = 1,3\text{kgO}_2/\text{DBOkg traité} < 2,4$$

Actuellement ce volume est loin d'être suffisant.

La capacité d'alimentation en oxygène par aérateur : $130\text{kgO}_2\text{hr}/75\text{kW} = 1,73\text{kgO}_2/\text{kW}$

- Il est très difficile de procéder à la maintenance. Il est nécessaire d'effectuer des inspections à une fréquence élevée pour le réducteur de vitesse, mais l'accès difficile à l'étang rend ces inspections difficiles à effectuer, sans oublier que la maintenance et l'entretien de la partie moteur n'est pas facile. On remarque également beaucoup d'endommagements au niveau du moteur.

De plus, vu que le moteur est très lourd, il faudra une grue pour son remplacement.

- Afin de pouvoir assurer une agitation uniforme, il faudra envisager une utilisation simultanée avec agitateurs.

b. Propositions d'améliorations

- Vu le problème cité en haut, il est déconseillé de continuer l'utilisation d'aérateur de surface.
- Nous proposons le Cas 2 comme variante possible. Les résultats de comparaison des variantes sont indiqués à l'annexe 8 – Etude sur le système d'aération de bassins d'aérobie.

CAS 1: Remplacement par l'aérateur à vis incliné avec souffleur

- Ayant la capacité d'envoi d'oxygène de $2,4\text{kgO}_2\text{hr}/\text{kW}$, on peut réduire la consommation d'électricité par rapport à ceux existants.
- L'accès au dispositif est facile. En n'ayant pas de réducteur, la fréquence d'inspection est faible et la durée de vie est longue.
- L'agitateur n'est pas nécessaire grâce à son effet de mélange élevé. Ainsi, on peut réduire le coût.
- Il n'est pas nécessaire de modifier les structures existantes.

CAS 2 : Modification en système composé de diffuseur + souffleur

- L'installation du diffuseur nécessite l'aplanissement du fond du bassin malgré son

rendement énergétique élevé. Ce qui impose les travaux de béton, la mise en place du souffleur ou de la tuyauterie d'air, la construction du local pour le souffleur etc.

- Il sera nécessaire d'examiner en plus amples détails, la disposition efficace des diffuseurs ou la pertinence d'utilisation parallèle avec l'agitateur du point de vue de la forme du bassin.
- Le rendement de dissolution d'oxygène d'un diffuseur est proportionnel à la profondeur d'eau. Il sera nécessaire d'examiner en détail étant donné que le rendement est faible à cause de la profondeur du bassin existant est de 3,5m.

Compte tenu des résultats de l'étude comparative, le Cas 1 est vivement recommandé pour les raisons suivantes :

- Le système d'aération doit être innové le plus tôt possible. A cette fin, le Cas 1 dont les délais des travaux sont courts est plus avantageux.
- Du point de vue coût aussi, le Cas 1 est plus avantageux parce qu'il ne nécessite aucune modification des ouvrages. Ce type d'aérateur est à longue durée de service. Vu ses références d'exploitation, il tiendra en général plus de 15 ans s'il est entretenu correctement.
- Du point de vue maintenance le Cas 2 semble plus avantageux parce que les machines à entretenir ne sont pas nombreuses. Par contre, les machines du Cas 1 sont de construction simple (donc de maintenance simple).

4.3.3 Equipements du bassin de sédimentation finale

(1) Collecteur de boue du bassin de décantation finale

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Sédimentation des effluents de bassin d'aération et séparation solide/liquide



Photo 4-19 Bassin de sédimentation finale



Photo 4-20 Fosse d'évacuation de la boue

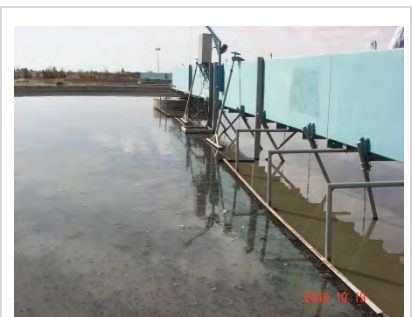


Photo 4-21 Dispositif d'évacuation des objets flottants

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Tous les 4 bassins sont fonctionnels. Le taux de charge surfacique est approprié.
- Le dispositif d'évacuation des objets flottants (plaque de guidage + pompe immergée) ne fonctionne pas correctement.
- L'évacuation de la boue se fait par écoulement naturel grâce à la différence de niveaux entre bassin. Lorsque le tuyau est bouché, le débouchage est difficile. L'étude sur site a décelé une sédimentation importante de fond du bassin n° 4 du fait de l'obturation du tuyau d'évacuation de ce bassin ce qui est une des causes de naissance de boue putréfiée et anaérobie.

c. Propositions d'améliorations

- Changer le type de dispositif d'évacuation des objets flottants. Adopter le récupérateur des objets flottants + boîte de récupération des objets flottants (partie de débordement) en modifiant le système afin d'évacuer les objets flottants vers l'extérieur du bassin.
- La vanne manuelle existante sera remplacée par vanne électrique afin de faciliter la purge du tuyau d'évacuation de la boue pour pouvoir effectuer la purge plus facilement et fréquemment.

(2) Pompe de retour de la boue

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Renvoyer la boue du bassin de sédimentation finale au bassin d'aération.
Type : Motopompe immergée à corps tubulaire (vitesse variable)
Spécifications : $750\ell/s \times 3,4mH \times 45kW \times (2 \text{ unités en service} + 1 \text{ unité de réserve})$



Photo 4-22 Pomperie



Photo 4-23 Pompe de retour de boue



Photo 4-24 Tuyau de refoulement

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- La capacité de pompe satisfait bien au débit nécessaire de retour de boue.

- 2 sont fonctionnelles et 1 est en réparation.
- Les pannes sont principalement causées par la fuite par le joint mécanique.

c. Propositions d'améliorations

En ce qui concerne le joint mécanique de la pompe immergée, on peut réduire la fréquence de panne en effectuant l'inspection périodique.

(3) Pompe de boue en surplus

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Transvaser la boue en surplus du bassin de sédimentation finale au réservoir d'épaississement de la boue.



Photo 4-25 Pompe de boue en surplus



Photo 4-26 Tuyau de refoulement



Photo 4-27 Pompe de boue en surplus

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Les deux pompes restent en marche. Pas de problème particulier à présent.

c. Propositions d'améliorations

- Pas de proposition particulière

4.3.4 Installations de traitement de boue

(1) Revue des origines de boue

- Revoir la quantité de naissance de boue en fonction d'augmentation de la teneur en solides en suspension des effluents.
- La concentration de boue introduite dont l'engineering détaillé tient compte est de 5,0% mais cette valeur est généralement difficile à tenir dans le cas d'épaississement de boue en surplus par gravité.
- La référence d'autres installations n'est que de l'ordre de 3%. La valeur à viser sera donc baissée à 3,0%.

- Le tableau 4.9 indique les résultats sommaires du calcul du bilan matières (Annexe 5).

Tableau 4.9 Résultats du calcul du bilan matières

Paramètres		Unité	CAS.1-1 Valeurs de conception détaillée	CAS.1-2 Révision	CAS.2 Conditions réelles d'affluents	Remarques
1. Conditions de calcul	Débit	m ³ /j	49 500	49 500	38 218	
	MES/sortie	mg/l	305	430	428	A revoir selon valeurs réelles
	MES épais	%	5,0	3,0	3,0	A revoir cette fois-ci
2. Boue exc.	Solides	DSkg/j	12 335	18 139	13 933	
	Concentration	%	0,8	0,8	0,8	
	Q'té de boue	m ³ /j	1 542	2 267	1 742	
3. Boue épaissie	Solides	DSkg/j	11 102	16 325	12 540	
	Concentration	%	5,0	3,0	3,0	
	Q'té de boue	m ³ /j	222	544	418	
4. Boue essorée	Solides	DSkg/j	9 991	14 693	11 286	
	Concentration	%	25,0	25,0	25,0	
	Q'té de boue	m ³ /j	40	59	45	

(2) Réservoir d'épaississement de la boue

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Epaississement de boue en surplus et séparation solide/liquide par sédimentation.



Photo 4-28 Vue d'ensemble de réservoir d'épaississement



Photo 4-29 Réservoir d'épaississement 1



Photo 4-30 Réservoir d'épaississement 2

b. Vérification de capacité

- Charge surfacique de solide:
CASE.1-1 Lors de la conception détaillée: 46,5kgDS/jour
CASE.1-2 Présente revue: 68,4kgDS/jour, valeur pertinent

c. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Deux réservoirs mis en service tour à tour ; pas de problème de fonctionnalité
- Boue dans le réservoir rendue anaérobie par insuffisance d'extraction

d. Propositions d'améliorations

- Extraction d'une quantité appropriée de boue nécessaire tous les jours

(3) Pompe de la boue épaissie

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Extraire la boue épaissie du réservoir et l'envoyer au lit de séchage au soleil ou au sécheur mécanique.



Photo 4-31
Pompe de la boue épaissie 1



Photo 4-32
Pompe de la boue épaissie 2



Photo 4-33
Pompe de la boue épaissie 3

b. Vérification de capacité

Durée de service de pompes existantes dans le Cas 1-2 : $544\text{m}^3/\text{j} / 90\text{m}^3/\text{hr} = 6,0\text{h/j}$. Pas de problème particulier.

c. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Les deux réservoirs sont en état de service sans problème particulier. La capacité correspond à 10 heures de service pour la quantité projetée de production de boue.

d. Propositions d'améliorations

- Extraction d'une quantité appropriée de boue nécessaire tous les jours

(4) Lit de séchage au soleil

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Essorer et sécher la boue épaissie



b. Vérification de capacité

- Superficie de lits existant : $large 12m \times long 30m \times 58 \text{ lits} = 20\,880m^2$
- CASE.1-2 Superficie nécessaire en tenant compte de la présente révision : $544m^3/j \times 30jrs \times 1/0.5m = 32\,640m^2$
- CASE.2 Superficie nécessaire en tenant compte des conditions actuelles d'affluents : $418m^3/j \times 30j \times 1/0.5m = 25\,080m^2$
- Vu les résultats de calcul ci-dessus, dans l'un et l'autre des Cas 1-2 et 2, les lits existants de séchage manquent de capacité.

c. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Le nombre de jours nécessaire pour le séchage est de 15 à 20 jours en été et 40 jours maximum pour l'hiver.
- L'effet actuel de séchage est élevé.

d. Propositions d'améliorations

- Les lits de séchage doivent être exploités convenablement afin d'augmenter la quantité de traitement de boue.
- En considération de la quantité de production de boue nouvellement estimée, les lits existants de séchage manquent de capacité.

La conception détaillée supposait que la totalité de boue soit traitée par les lits de séchage, mais, il serait plus opportun d'utiliser le séchage au soleil et le séchage mécanique en parallèle.

(5) Sécheur mécanique

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Séchage de la boue épaissie.

		
Photo 4-37 Sécheur mécanique	Photo 4-38 Sécheur mécanique	Photo 4-39 Installation de polyélectrolyte

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Même s'il n'y a pas de problème notable et les dispositifs sont fonctionnels, la capacité de traitement est faible.
- Il est nécessaire de mobiliser les effectifs assez importants pour mettre en service en longues heures. Mais le personnel actuel est insuffisant. Le lit de séchage au soleil est principalement utilisé.

c. Propositions d'améliorations

- Le séchage au soleil et le séchage mécanique seront utilisés en même temps. Il y a lieu de considérer l'ajout de sécheurs mécaniques selon le volume de traitement requis.
- Le personnel d'exploitation de sécheur mécanique doit être ajouté.
- Etude sur le nombre d'ajout de sécheurs mécaniques :

Quantité de boue à traiter : 50% de la quantité produite

Type : sécheur à bande identique aux machines existantes

Vitesse de filtration : consignée à 300kgDS/m/heure maxi

Durée de service : 6 h/j, 5 j/semaine

CAS 1-2:

Largeur de toile filtrante requise : $16\,325 \times 0,5 \times 7/5 \times 1/6 \times 1/250$ – machine existante (1,6m) = 6,0m ; ajout de 2,5m $\times$ 3 selon la nécessité.

CAS 2: Installation actuelle

Largeur de toile filtrante requise : $12\,540 \times 0,5 \times 7/5 \times 1/6 \times 1/250$ - machine existante (1,6m) = 4,3m

Dans un premier temps, on va installer une machine à largeur de toile de 2,5m en tenant compte de la capacité des lits de séchage au soleil.

4.3.5 Autres pompes

(1) Pompes d'eau d'usine

a. Aperçu des installations

- But d'installation: Alimentation en eau de lavage de station, lavage de sécheurs, eau de solution de produits chimiques, etc.



Photo 4-40 Bâtiment de pompe d'eau d'usine



Photo 4-41 Pompe d'eau d'usine



Photo 4-42 Pompe d'eau d'usine

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- A présent, les deux pompes sont en bon état de marche. Pas de problème particulier.

c. Propositions d'améliorations

- Pas de mesure notable.

(2) Pompe d'évacuation d'eau

a. Aperçu des installations

- A prévoir pour la fosse recevant les eaux provenant de sécheurs mécaniques et lits de séchage au soleil. Ces eaux sont renvoyées à l'entrée des bassins d'aération.

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- A présent, les deux pompes sont en bon état de marche. Pas de problème particulier.

c. Propositions d'améliorations

- Pas de mesure notable.

4.3.6 Equipements électriques

(1) Problèmes des équipements de commande de surveillance et mesures

a. Aperçu des installations

- Le panneau de commande et surveillance schématique, le panneau de surveillance

automatique et l'ordinateur de traitement d'informations sont installés dans la salle de commande du bâtiment d'opération pour commande/surveillance centralisée.

- Le panneau de commande et surveillance schématique affiche les états de marche/arrêt, le mode d'opération ou les alarmes relatifs au processus de traitement de la STEP Sfax et permet le changement du mode d'opération ou la mise en service/arrêt par les interrupteurs sur le pupitre.
- Le panneau de surveillance automatique (Synoptique) affiche sur le panneau de commande et surveillance schématique, les signaux envoyés par le tableau de commande automatique de la salle électrique et envoie les signaux d'opération émis par le panneau de commande et surveillance au tableau de commande automatique de la salle électrique.
- L'ordinateur pour le traitement
- les fonctions de manœuvre, l'affichage des instruments du processus ou le traitement des données statistiques etc.

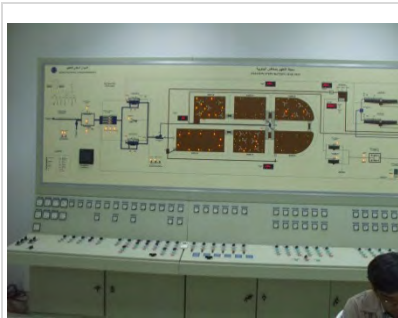


Photo 4-43 Panneau de commande et surveillance



Photo 4-44 Panneau de surveillance automatique



Photo 4-45 PC traitement d'informations

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Le TGBT/TMT, le TBE, le TPT, le TBB, le tableau de commande automatique de la salle électrique et le panneau de commande de surveillance automatique (Synoptique) ne fonctionnent pas pleinement.
- On peut penser que les problèmes sont au niveau du processeur central, de la source d'électricité et aux dispositifs d'entrée/sortie du contrôleur programmable du tableau de commande automatique de la salle électrique.
- Le panneau de commande de surveillance indicateur schématique possède les fonctions d'affichage du processus ou d'opération nécessaires mais une partie d'instruments ne fonctionne pas correctement.
- L'ordinateur pour le traitement d'information possède suffisamment d'information et les fonctions d'affichage et d'opération. Cependant, il ne peut pas jouer son rôle pleinement à cause du problème de fonctionnement du tableau de commande automatique.

- Le manque d'entretien de la salle électrique/commande ainsi que le tableau de commande automatique dépourvu du système d'aération sont les principales raisons de ces problèmes. Surtout, le tableau de commande automatique ou l'ordinateur de traitement d'informations qui sont composés des éléments électroniques exigent le maintien des conditions de l'intérieur de la salle dans laquelle ils sont installés. Par exemple, la température intérieure de la salle doit être maintenue en dessous de 40 degrés et l'existence de la poussière, de l'humidité ou du gaz corrosif n'est pas tolérée.

		
Photo 4-46 Panneau de commande et surveillance (face arr.)	Photo 4-47 Panneau de surveillance automatique (intérieur)	Photo 4-48 Porte de salle électrique

c. Propositions d'améliorations

i) Installations de climatisation

- La première chose importante à effectuer est la rénovation du système de climatisation des locaux d'électricité et de commande.
- A cette fin, il y a deux moyens : climatisation ou ventilation.
- Le système de ventilation a ceci d'inconvénient que l'air extérieur introduit en grande quantité peut corroder les équipements à cause du sel ou gaz corrosifs qu'il entraîne.
- Il est donc recommandé d'adopter le climatiseur afin de réduire au minimum la prise de l'air extérieur.
- Il existe déjà des installations de climatisation pour les locaux actuels, mais leurs caissons de condensation sont tombés en panne. L'une des causes probables de détérioration est que les spécifications et la qualité des climatiseurs n'étaient pas conformes aux conditions du milieu de travail. L'endroit de travail actuel connaît des conditions de travail très sévères à savoir les dégâts causés par le sel, l'infiltration de la poussière du phosphate de l'usine voisine ainsi que le gaz corrosif utilisé à l'intérieur des ouvrages de traitement.
- Par conséquent, préalablement à la mise en place d'un climatiseur, il est nécessaire de prendre suffisamment en considération lesdites conditions de travail.
- Les équipements de climatisation à installer à l'extérieur doivent pouvoir résister à la

corrosion causée par le sel et les gaz corrosif.

- De plus, il est efficace de nettoyer périodiquement à l'eau les équipements extérieurs.
- Pour cela, il est nécessaire de placer les équipements extérieurs à un endroit facilement accessible pour effectuer la maintenance, et préparer à proximité de cet endroit les outils et les sources d'eau nécessaire au nettoyage de ces équipements.

ii) Amélioration de la méthode d'exploitation du local électrique

- Il faudra garder la porte du local électrique et du local de commande toujours fermée afin d'éviter l'infiltration de la poussière et du gaz.
- En outre, il ne faudra jamais laisser la porte de l'armoire de commande automatique et de supervision ouverte, il ne faudra jamais laisser le panneau arrière démonté.
- L'entrée des câbles de l'armoire de commande automatique doit toujours être bien fermée.

iii) Aération à l'intérieur des armoires

- Pour que la température intérieure des armoires n'augmente pas, il est nécessaire de mettre en place des orifices d'aération dotés de filtres ou mettre en place des ventilateurs. Cette méthode nous obligera des remplacements périodiques des filtres et ventilateurs, mais elle est indispensable pour maintenir une bonne performance des armoires de commandes automatiques importantes et qui coûtent cher.



Photo 4-49 Exemple - Filtre d'air de reprise (Japon)

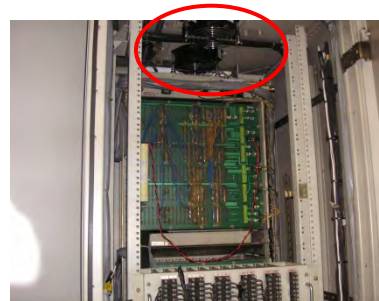


Photo 4-50 Exemple - Ventilateur d'air frais (Japon)

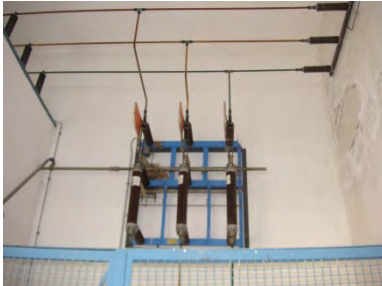
(2) Problèmes et contre-mesures des installations de réception et de transformation d'électricité

a. Aperçu des installations

- L'électricité qui arrive au TGBT des présents ouvrages depuis l'opérateur d'électricité tunisien est de 30kV sur une seule ligne.
- Le transformateur réduit la tension de 30 kV à 0,4 kV sur 2 cellules à 1250 kVA et alimentent les locaux électriques des ouvrages.

b. La situation de l'exploitation et les problèmes rencontrés

- Les locaux électriques et de transformateur sont mal ventilés.
- Sur le câblage électrique, on remarque également des nids des oiseaux qui rentrent dans les locaux à partir des portes ouvertes, ce qui représente une situation très dangereuse.
- L'inspection du système et du câblage du transformateur ne doit se faire qu'après la coupure totale d'alimentation électrique des installations.
- Ceci est très difficile à effectuer lors de la maintenance journalière.

		
Photo 4-51 Porte de salle électrique de bâtiment de transformateur	Photo 4-52 Disjoncteur primaire de transformateur	Photo 4-53 Transformateur

c. Propositions d'améliorations

i) Mise en place des climatiseurs

- Comme mentionné précédemment, il est nécessaire de climatiser ou ventiler les locaux de transformateur ou locaux électriques.
- Etant donné que le poste transformateur dégage une grande quantité de chaleur, il sera approprié d'adopter la méthode de ventilation.
- Avec cette méthode, il est nécessaire de prévoir le filtre pour les orifices d'entrée d'air extérieur pour éviter l'infiltration de la poussière et de la pluie. Il est également nécessaire de mettre en place un capot de protection ainsi qu'un écran pare-oiseaux sur les orifices.

ii) Amélioration de la méthode d'exploitation du local du transformateur

- Comme mentionné précédemment, il faudra garder la porte du local électrique et du local de commande toujours fermée afin d'éviter l'infiltration de la poussière et du gaz.
- Il ne faudra jamais laisser la porte de l'armoire de distribution ouverte, sans oublier qu'il ne faudra jamais laisser le panneau arrière démonté.
- Le passage des câbles de l'armoire de distribution doit toujours être bien fermé.

iii) Constitution d'un système à deux réseaux

- Le système électrique devra être divisé en deux parties afin de permettre de couper

partiellement l'électricité et de procéder à la maintenance et à l'inspection. Pour ce, il est nécessaire de revoir la conception de l'interrupteur initial du transformateur, et de considérer la mise en place d'un tableau d'interrupteur sur le secondaire du transformateur.

iv) Installations de tableau de distribution électrique de type fermé

- Afin d'assurer la sécurité du travail et d'améliorer la facilité d'entretien, il est nécessaire de penser dans l'avenir à la mise en place d'un tableau fermé.

d. Problèmes et contre-mesures relatifs à l'apparition d'harmoniques

- On remarque l'apparition des harmoniques dans le réseau électrique à cause du dispositif de contrôle du nombre de rotations et d'autres causes.
- Il se peut que la surcharge sur le condensateur ainsi que la surcharge sur le contacteur électromagnétique soient les causes de cette panne.

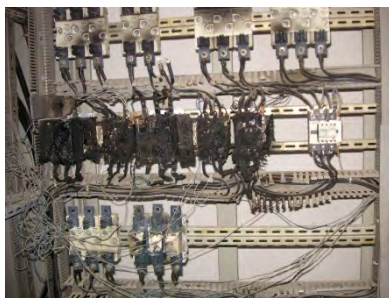


Photo 4-54
Contacteur électromagnétique de
Tableau de condensateur (grippé)



Photo 4-55
Tableau de condensateur

- Afin de remédier à ce problème, il sera nécessaire de prévoir une bobine de réactance en série pour le condensateur, ou lors du choix du contacteur électromagnétique, prévoir une certaine marge capacité.
- Il est fort possible que les harmoniques augmentent dans l'avenir. Pour cela, il est nécessaire de penser dans l'avenir à l'installation de filtres pour le contrôle et la réduction des harmoniques ou l'installation d'un convertisseur pour la restriction de ces dernières.

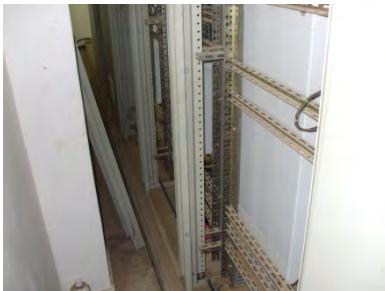
(3) Problèmes détectés et propositions d'amélioration des salles électriques

a. Aperçu des installations

- Cette station constitue le bloc exploitation pour les équipements de l'aération (TBE), les équipements de dégrilleur et pompe de relevage (TPT) et la sous-station des salles électriques du bloc pompe de retour des boues (TBB) par l'alimentation électrique depuis le bloc transformateur (TGBT).

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Comme mentionné plus haut, on peut citer quelques influences néfastes spécifiques à l'emplacement situé au bord de la mer: dégâts du sel sur équipements de la station, pénétrations des poussières du phosphate provenant de l'usine voisine, gaz corrosif généré à l'intérieur de la station.
- L'espace de la salle électrique doit être un environnement favorable pour maintien de la fonctionnalité des équipements et pour leur longue durée de vie.
- La salle électrique doit résister à l'entrée de poussière et de gaz corrosifs et assurer un bon environnement dont la température ne dépasse pas une certaine limite.
- A présent, les équipements de climatisation sont en panne et ne peuvent pas assurer ses performances.
- Quelques-uns d'entre eux ont été remplacés par des ventilateurs mais ils ne déploient pas encore leurs pleines performances.

		
Photo 4-56 Salle électrique du bâtiment de contrôle	Photo 4-57 Tableau de pompe de retour de boue (face arrière)	Photo 4-58 Porte de Salle électrique de prétraitement

c. Propositions d'améliorations

i) Mise en place de climatiseurs

- Pour améliorer la situation, il est prioritaire de mettre en place de nouveaux climatiseurs.
- C'est parce qu'il n'est pas favorable de faire entrer l'air en grande volume par un ventilateur, ce qui, par conséquent, provoque la corrosion des équipements et la pénétration de poussières.
- Comme mentionné plus haut, il sera nécessaire de prendre des mesures suffisantes en cas d'installation des équipements de climatisation.
- Il y a lieu d'envisager l'installation de ventilateurs pour faire face aux problèmes précités.
- Dans ce cas, il sera nécessaire de prévenir des dégâts du sel et la pénétration des poussières en installant des filtres adéquats à la bouche de prise d'air extérieur.

ii) Amélioration des modes d'exploitation des salles électriques

- Comme mentionné plus haut, les salles électriques doivent être exploitées en fermant toujours ses portes afin d'éviter la pénétration des poussières et gaz.
- Les portes, les panneaux arrière, etc. des tableaux de distribution ne doivent pas être laissés ouverts.
- Les bouches de passage de câbles des tableaux de distribution, etc. doivent être fermées hermétiquement.

(4) Problèmes détectés et propositions d'amélioration de groupes électrogènes

a. Aperçu des installations

- A cette station, un groupe électrogène de secours de 0,4 kV, 500 k VA est installé dans la salle de groupe électrogène du bloc transformateur (TGBT). Le groupe électrogène de secours alimente les équipements de dégrilleur, les équipements de pompes de relevage, les agitateurs du bassin d'aération, les équipements de sédimentation finale, etc.

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Pour assurer l'entretien, un essai de quinze (15) minutes par semaine, soit un (1) heure par mois est mise en œuvre.
- Dans la situation actuelle, aucun problème particulier n'est observé sauf développement de corrosion.



Photo 4-59 Groupe électrogène



Photo 4-60 Silencieux d'échappement



Photo 4-61 Bouche d'échappement (extérieur)

c. Propositions d'améliorations

- Il semble qu'une corrosion se développe à cause de l'air ayant pénétré par la bouche d'échappement du radiateur.
- Il est donc nécessaire de prévenir la pénétration de l'air en installant une hotte à la sortie d'air du radiateur.

(5) Problèmes détectés et propositions d'amélioration pour l'appareillage de mesure**a. Aperçu des installations**

- Cette station dispose de l'appareillage de mesure pour contrôler et surveiller le processus de traitement et gérer l'opération.

b. Fonctionnement et problèmes

- L'immètre en amont et aval du dégrilleur ne fonctionne pas suffisamment.
- La mesure d'oxygène dissous (DO) pour le bassin d'aération N°2 est installée à l'endroit d'affluence du cours d'eau. Bien que cette position ait été déterminée après étude de plusieurs variantes, elle ne semble pas adéquate. Par ailleurs, le compteur d'oxygène dissous N°2 est en panne.

		
Photo 4-62 Oxymètre n°2	Photo 4-63 Puits de débitmètre de boue de retour	Photo 4-64 Débitmètre de boue de retour

- En ce qui concerne le débitmètre des boues de retour, le débitmètre des boues en excès et le débitmètre pour la déshydratation des boues, leurs indicateurs sont installés à des endroits d'accès difficile (ex. dans une fosse ou juste au-dessus du plafond).
- Parmi les appareils de mesure pour la qualité des effluents, le conductimètre électrique est en panne.



Photo 4-65
Débitmètre de boue d'alimentation de sécheur (Vue d'ensemble)



Photo 4-66
Débitmètre de boue d'alimentation de sécheur (Vue agrandie)

c. Propositions d'améliorations

- La minuterie de commande automatique permet au dégrilleur de déployer sa performance suffisante. Par conséquent, la commande automatique par la jauge du niveau placée en amont et en aval n'est pas forcément nécessaire.
- Concernant la mesure d'oxygène dissous (DO) pour le bassin d'aération, vu que la répartition d'oxygène dissous n'est pas uniforme, l'utilisation d'un oxymètre portatif est à considérer pour certains endroits
- La lecture locale de débitmètres des boues de retours, etc. ne peut se faire qu'au niveau des indicateurs intégrés dans ces mêmes appareils.
- De ce fait, on est obligé de descendre dans les fosses des débitmètres pour la lecture locale.
- Il est nécessaire d'installer un débitmètre en surface ou dans la salle de commande.

(6) Problèmes détectés et propositions d'amélioration pour c

a. Aperçu des installations

- Cette station souffre du problème lié au câble d'alimentation du moteur.

b. Etat de fonctionnement et problèmes détectés

- Baisse d'isolement des câbles d'alimentation et des circuits de moteur des aérateurs et agitateurs des bassins d'aération.
- Les résistances d'isolement ont été mesurées pour les moteurs des aérateurs, agitateurs et pompes de retour de boue. Les résultats de mesure sont indiqués dans les abaques ci-dessous.

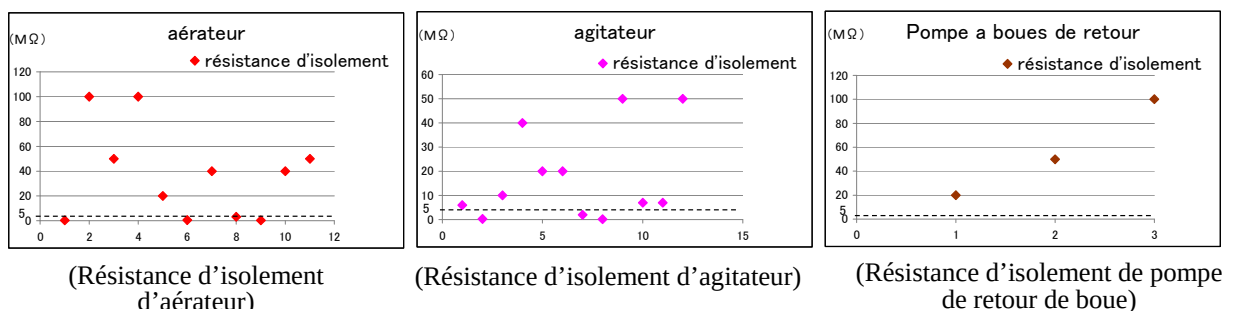


Fig. 4.6 Résultats de mesure de résistance d'isolement

(NB)

1. Critère admissible 5MΩ ou plus
 2. 100 = 100MΩ ou plus
- D'après les abaques, nombreux équipements ne satisfont pas au critère d'acceptabilité (résistance 5MΩ ou plus). Cette situation doit être dépannée immédiatement.

- Les causes probables en sont les suivantes :
- La tension de câble agit directement sur les bornes au niveau de la boîte de jonction.
- Les bornes de câble ne sont pas rendues étanches.



Photo 4-67 Aérateur (vue d'ensemble)



Photo 4-68 Boîte de jonction



Photo 4-69 Boîte de jonction (partie inférieure)

- Les câbles ne sont pas protégés.



Photo 4-70 Immètre en amont de dégrilleur



Photo 4-71 Tableau de commande de dégrilleur



Photo 4-72 Câble de moteur de pompe de relevage

c. Mesures pour les améliorer

- Améliorer le mode de pose de câbles avec des supports nécessaires.
- Les câbles immergés doivent s'adapter à l'utilisation sous l'eau..
- Prévoir un fourreau ou autres moyens appropriés de protection de câbles.

4.4 Examen de la pertinence des résultats de l'étude de faisabilité

4.4.1 Contenu proposé de l'étude faisabilité

ONAS a confié à un consultant local l'étude de faisabilité de la réhabilitation des ouvrages d'épuration de Sfax Sud. En octobre 2012, le rapport d'étude est encore un « projet » et en cours de revue et annotation par ONAS. Il n'est donc pas finalisé. Mais, nous décrivons tout de même la consistance de la réhabilitation proposée dans le cadre de l'étude de faisabilité, comme ci-après.

(1) Scénario de réhabilitation

Le cheminement de l'étude de faisabilité est basé sur trois jalons à court, moyen et long termes qui

interviendront en 2016, 2026 et 2031. Nos propositions consistent à prévoir la quantité respective d'affluents dans les années précitées ainsi que la DBO ceux-ci, et de procéder progressivement aux travaux de réhabilitation et amélioration des ouvrages en conséquence. Dans ce cadre, deux scénarios sont envisagés ; le scénario 1 consiste en utilisation continue de la station de Sfax Sud dans le futur. Le scénario 2 consiste à implanter une nouvelle station sur un site différent et de transférer à celle-ci les fonctions actuellement jouées par la station de Sfax Sud jusqu'à la fermeture complète de cette dernière.

Tableau 4.10 Scénario de réhabilitation

Scénario	Station Sfax Sud	Nouvelle station	Total
1. Utiliser toujours la station Sfax Sud.	2016: DBO 21,6 t/j	-	2016: DBO 21,6 t/j
	2026: DBO 30t/j	-	2026: DBO 30t/j
	2031 DBO 40t/j	-	2031 DBO 40t/j
2. Fermer la station Sfax Sud dans l'avenir.	2016: DBO 21,6 t/j	-	2016: DBO 21,6 t/j
	2026: DBO 15t/j	2026: DBO 15t/j	2026: DBO 30t/j
	2031 DBO 15t/j	2031 DBO 25t/j	2031 DBO 40t/j

La future clôture de la station de Sfax suppose certains contextes, à savoir :

- L'emprise de la station sera tôt ou tard inondée par les vagues d'urbanisation en cours ;
- Absence de terrain agricole voisin nécessitant l'eau épurée ; et
- Mauvaise conditions géotechniques

(2) Consistance de réhabilitation de station de Sfax Sud

A présent, le choix entre les scénarios 1 et 2 n'est pas encore fait mais quel que soit le cas adopté, la station de Sfax Sud restera en service jusqu'en 2031.

Pour scénario 1, le rapport de l'étude de faisabilité énumère les réhabilitations qui s'avèrent nécessaires pour la station de Sfax Sud à court terme (jusqu'à 2016) et à long terme (à compter de 2016). Par ailleurs, le contenu de réhabilitations à court terme restera inchangé jusqu'à 2031 même dans le scénario 2.

Le tableau 4.11 ci-après énumère les réhabilitations proposées dans le scénario 1 :

Tableau 4.11 Réhabilitations proposées dans le cadre de l'étude de faisabilité

Termes	Catégorie	Ouvrages	Réhabilitation à réaliser	Remarques
A court terme (jusqu'à 2016)	Prétraitement	Dégraisieur	Réhabilitation des installations mécaniques	
		Désableur / déshuileur	Réhabilitation des installations mécaniques	
		Canal d'élimination de H ₂ S	Renforcement des ouvrages par augmentation de la durée de séjours et de la quantité d'air. Implantation de filtre biodégradable	
		Pompe à vis	Réhabilitation de deux pompes vétustes	
	Bassins d'activation	Couche A1	Réduire la capacité à 15 000 m ³ et assurer le débit par chicane. Implantation d'agitateur, changement de position d'implantation	
			Changer le bassin d'anoxie en bassin d'aérobie et assurer l'aération par utilisation de diffuseur.	
			Assurer l'aération par utilisation de diffuseur.	
	Traitement secondaire	Bassin de sédimentation finale	Réhabilitation d'écumoire et racleur de boue	
	Traitement des boues		Remplacement de variateur de vitesse, installation de climatiseur, réhabilitation de tableau électrique	
	Instrumentation		Réhabilitation des pièces	
A long terme (à compter de 2016)	Autres	Pomperie de Salines	Installation de désableur	
	Prétraitement		Réhabilitation à court terme + extension	
	Traitement primaire	Bassin de sédimentation primaire	A nouvellement implanter	
	Bassin d'activation		Réhabilitation à court terme. Charge de DBO réduite à moitié grâce à l'implantation de bassin de sédimentation primaire	
	Traitement secondaire	Bassin de sédimentation finale	Réhabilitation à court terme + extension	
	Traitement des boues	Ouvrages de digestion des boues	A implanter nouvellement	

Il convient de noter que, suite à la réhabilitation, le processus de traitement est changé de la méthode à dénitrification en 3 étapes actuellement utilisée en méthode à bassin de boue activée aérobie/anaérobie.

4.4.2 Pertinence du contenu proposé

De même pour le scénario 1 que pour le scénario 2, on continuera à utiliser les ouvrages de Sfax Sud pour une certaine période. A cet effet, la pertinence du contenu de réhabilitation à court terme proposé lors de l'étude de faisabilité sera étudiée.

Le contenu proposé est divisé en deux propositions ; la réhabilitation des installations et des équipements, et la modification et la révision du processus de traitement. La nécessité du contenu de réhabilitation qui a été proposé pour chaque installation et pour chaque équipement, a été également confirmé par les membres de la mission d'étude après vérification de l'état des installations et des équipements sur le terrain.

Par contre, le changement et la révision du processus de traitement proposé lors de l'étude de faisabilité pose les quelques problèmes suivants en tant que contre-mesures à mettre en œuvre à court terme.

- Étant donné que les méthodes de traitement actuelles de la station d'épuration de Sfax sud (dénitrification en trois étapes en entrée) font partie des approches revisitées en 2000 sur la base de la Convention de Barcelone, une convention multilatérale se rapportant à l'élimination d'une forte concentration d'azote dans les eaux souterraines en entrée au contrôle de la qualité de l'eau dans la Méditerranée, une exploitation et gestion adéquates permettent d'éliminer entre 70 et 80% de la teneur d'azote.

Par ailleurs, le processus de traitement proposé (procédé de boues activées anaérobies / aérobies) a pour but d'accroître la capacité de traitement du bassin de réaction, mais cette méthode est en principe appropriée à l'élimination du phosphore et est peu adaptée à l'élimination de l'azote. En outre, la quantité d'eau en entrée pouvant être traitée à court terme (2016) dans l'étude de faisabilité est de 49 500m³/jour, mais celle-ci étant en fait la même valeur que la quantité prévue initialement, la DBO en entrée actuellement est également très proche de la valeur nominale. Par conséquent, il est considéré qu'il n'est pas nécessaire d'accroître en urgence au stade actuel les capacités de traitement du bassin de réaction.

Sur la base de ce qui précède, il est important d'assurer de manière stable les critères de qualité des eaux traitées du point de la concentration élevée d'azote en entrée, et pour le moment il est recommandé de continuer la dénitrification en trois étapes en entrée appliquée actuellement.

- En ce qui concerne l'aération par des aérateurs, elle est plus efficace du point de vue énergie, mais afin de la mettre en place dans l'étang actuel, il est nécessaire d'effectuer des travaux supplémentaires sur le fond de l'étang (coulage de béton, et nivellement), ce qui demande un coût et du temps additionnels. De plus, il est nécessaire de prendre en considération le

fait que la dissolution de l'oxygène des aérateurs dépend de la profondeur de l'étang qui est actuellement de 3,5 m. Cette profondeur est relativement petite ce qui réduira la dissolution de l'oxygène.

- Pour l'aération, il est nécessaire de mettre en place des installations de soufflante ainsi qu'une nouvelle tuyauterie. Il sera donc nécessaire de procéder à une nouvelle construction d'installations et la mise en place de nouveaux équipements et machines.

Tableau 4.12 Résultats de l'étude de la pertinence du contenu proposé lors de l'étude de faisabilité

Catégorie	Installations	Contenu de réhabilitation proposé lors de l'étude de faisabilité	Résultat de l'étude
Prétraitement	Dispositif d'enlèvement de graisse	Réhabilitation de la machinerie	Pertinent
	Désableur/Déshuileur	Réhabilitation de la machinerie	Pertinent
	Canal d'enlèvement du sulfure d'hydrogène	Améliorer la capacité par l'augmentation du temps de détention et le volume d'air. Mettre en place un bio filtre.	Pertinent
	Pompe à vis	Réhabilitation des 2 anciennes unités	Pertinent
Bassins d'aération	Couche A1	Réduire le volume à 15 000 m ³ , mettre en place un baffle pour assurer le courant d'eau. Augmenter le nombre de mixeurs et modifier leur emplacement	Diminution de la dissolution de l'azote. Nécessité de travaux additionnels de construction. Nécessité de mise en place de nouvelles installations d'aération. Non pertinente comme solution de réhabilitation à court terme.
	A2, A3	Changer le réacteur sans oxygène en réacteur aérobique, et rendre l'aération en aération par des aérateurs.	
	B1, B2, B3	Aération par des aérateurs	
Décantation finale	Pont décanteur	Réhabilitation du dispositif d'enlèvement de mousse et du collecteur de boue	Pertinent
Traitement de la boue	Pompes de retour, pompes de boue	Remplacement du variateur de vitesse, mise en place d'un climatiseur, réhabilitation de l'armoire électrique	Pertinent
Mesure	Armoire de contrôle électrique	Réhabilitation des pièces	Pertinent
Autres	Local des pompes Salines	Mise en place d'installations d'enlèvement de sable	Pertinent

4.5 Propositions techniques pour l'amélioration des ouvrages et installations

4.5.1 Propositions techniques pour l'amélioration des processus et des ouvrages

(1) Propositions techniques

Les propositions techniques pour l'amélioration des processus et des ouvrages sont présentées au Tableau 4.13. En outre, le niveau de priorité de mise en œuvre (A>B>C) des catégories nécessitant une amélioration parmi les propositions techniques est indiqué dans le tableau.

Tableau 4.13 Propositions techniques pour l'amélioration des processus et des ouvrages

Catégorie	Ouvrage / installation	Proposition technique	Priorité
Processus de traitement		- Continuer la dénitrification en étapes appliquée actuellement, dont le rendement d'élimination d'azote est excellent. Améliorer d'urgence le fonctionnement d'agitation dans le bassin anaérobie et le fonctionnement d'alimentation en oxygène dans le bassin aérobie. - Évacuer rapidement à l'extérieur du système les boues putréfiées anaérobie circulant à l'intérieur du système, et assurer le fonctionnement de traitement aérobie. - Aménager le système avec un deuxième bassin de réaction afin de stabiliser le fonctionnement et le traitement.	A
Prétraitement	Canal de dégazage	Le nettoyage de la canalisation des eaux souterraines et l'injection d'air dans la conduite de refoulement sont évalués dans le but de réduire l'anaérobie des eaux souterraines en entrée.	A
		Si la propagation des odeurs nauséabondes pose problème, il est conseillé de recouvrir le canal d'un couvercle et d'installer un filtre de gaz (biologique, au charbon actif, etc.)	C
	Dégrilleur mécanique	Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
	Pompe de relevage	Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
		Installer un dispositif de levage sur la partie supérieure pour la maintenance du réducteur	A
Bassin de réaction	Désableur / déshuileur	- Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure - Installer des raclettes de nettoyage au niveau de la partie d'évacuation d'huile	C
	Bassin anaérobie	Remplacer le mécanisme d'agitation actuel par un mélangeur incliné à vis équipé d'un flotteur, afin d'assurer une agitation homogène à l'intérieur du bassin et ainsi prévenir l'accumulation de boues.	A
	Bassin aérobie	Remplacer le mécanisme d'aération actuel par un aérateur incliné à vis équipé d'un souffleur flottant, afin d'assurer le fonctionnement d'alimentation nécessaire en oxygène et le fonctionnement d'agitation.	A
Bassin de décantation finale	Collecteur de boues	Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
		Modifier la méthode et le dispositif d'élimination des matières en suspension	B
		Électrifier la vanne manuelle pour faciliter le flushing de la conduite d'évacuation de boues	A
	Pompe des boues de retour	Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
	Pompe des boues excédentaires	Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	

Traitement des boues	Réservoir d'épaississement des boues	• Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
	Pompe des boues épaissies	• Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
	Lit de séchage au soleil	• Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
	Déshydrateur mécanique	• Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
		• Ajouter un déshydrateur supplémentaire lorsque nécessaire suivant les quantités de boues devant être traitées, et installer dans l'immédiat un (1) déshydrateur à bande presseuse, avec toile filtrante d'une largeur de 2,5m	A
Autres installations de pompage	Pompe d'eau pour l'usine	• Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
	Pompe d'épuisement	• Réparer / remplacer au moment opportun suivant le niveau de dégradation et d'usure	
Équipements électriques	Équipement de climatisation	• Installer des climatiseurs dans quatre (4) endroits des locaux électriques, et dans la salle de commande dans le bâtiment administratif • Les unités extérieures doivent pouvoir résister au sel • Installer un ventilateur dans le local du transformateur • Installer des filtres et des filets à oiseaux sur les ouvertures d'aération du local du transformateur	A
	Équipements de commande de surveillance	• Aménager des ouvertures d'aération (avec filtre) et un ventilateur (évacuation) dans un (1) endroit sur le panneau de commande automatique de surveillance et dans quatre (4) endroits sur le panneau de commande automatique dans les locaux électriques	A
	Équipement de poste de transformation électrique	• Installer des réactances en série sur le condensateur en tant que mesure contre les harmoniques	A
	Équipements indépendants	• Installer des hottes sur les ouvertures d'évacuation d'air sur les radiateurs pour prévenir la pénétration de l'air extérieur.	A
	Équipement d'instrumentation	• Introduire des instruments de mesure d'oxygène dissous (DO) portable servant à mesurer la distribution d'oxygène dissous dans le bassin d'aération • Installer un indicateur local permettant de faire facilement et visuellement le tour des débitmètres pour boues de retour, boues excédentaires, et boues déshydratées.	A
	Câbles	• Ériger des supports et des tubes de protection pour les câbles dans les endroits l'exigeant	A

(2) Coût approximatif des travaux se rapportant aux propositions techniques

Le coût approximatif des travaux se rapportant aux propositions techniques pour l'amélioration des processus indiquées au Tableau 4-13 figure au Tableau 4-14. Dans le cas où le budget serait limité, la priorité doit être donnée aux articles AA (concernant le bassin de réaction) indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4.14 Coût approximatif des travaux se rapportant aux propositions techniques pour l'amélioration des processus (Unité : en millions de yens)

Ouvrage et équipement	Contenu	Coût approximatif des travaux	Remarques	Priorité
1. Coût direct des travaux				
1) Doublement du bassin de réaction	• Installation de déflecteurs (à 6 endroits) • Extension du canal d'alimentation • Extension de la canalisation à boues de retour • Installation de la chambre de répartition des boues de retour (avec 2 vannelles) • Extension du canal d'évacuation	37,3		AA
2) Pompe de relevage	• Installation des dispositifs de levage sur le mécanisme d'entraînement	0,2		A
3) Bassin de réaction	• Élimination des boues accumulées dans le fonds du bassin	2,8		AA
	• Agitateur du bassin anaérobie (à vis) 5,5kW × 38	38	Facteur de disponibilité de 75%, y compris 2 de rechange	AA
	• Aérateur de bassin aérobie (à vis) 55kW × 10, 45kW × 22	165	Facteur de disponibilité de 75%, y compris 2 de rechange	AA
	• Équipements électriques afférents à la rubrique ci-dessus - Panneaux de commande de puissance (aménager des panneaux existants, 8 + 16) - Tableau de contrôle local - Coffret de branchement de l'aérateur - Travaux d'aménagement des équipements de surveillance (se rapportant au bassin de réaction)	91		AA
4) Bassin de décantation finale	• Électrification de la vanne d'évacuation des boues (4 vannes)	1		A
	• Équipements électriques afférents à la rubrique ci-dessus - Panneaux de commande de puissance, tableau de contrôle local - Travaux d'aménagement des équipements de surveillance (se rapportant au bassin de décantation finale)	7		A
5) Ajout d'un nouveau déshydrateur mécanique	• Déshydrateur à bande presseuse : × 1, avec toile filtrante d'une largeur de 2,5m • Équipement pour polyélectrolytes (× 1) • Pompe d'alimentation en boues (× 2) • Transporteur à courroie (×1) • Pompe de lavage (2) • Ajout d'un groupe déshydrateur	36,1		A
	• Équipements électriques afférents à la rubrique ci-dessus - Panneaux de commande de puissance - Travaux d'aménagement des équipements de surveillance (se rapportant au déshydrateur)	12		A

6) Équipements électriques	• Travaux d'installation des équipements de climatisation À quatre (4) endroits dans les locaux électriques, à un (1) endroit dans la salle de commande • Travaux d'installation des ventilateurs Local du transformateur • Travaux d'aménagement des panneaux des condensateurs • Travaux d'aménagement des panneaux de commande automatique À quatre (4) endroits dans les locaux électriques, à un (1) endroit dans la salle de commande • Travaux d'aménagement des ouvertures d'évacuation indépendantes Hotte à l'extérieur pour protéger les ouvertures d'évacuation d'air des radiateurs • Équipement d'instrumentation Mesure d'oxygène dissous (DO) portable, indicateur local des débitmètres (sous total)	8 2 7 2 1 1 (21)		A
Total du coût direct des travaux		411,4		
2. Frais divers		123,4	Coût direct des travaux x 30% environ	
3. Total du coût des travaux		534,8		

(3) Mise en œuvre des travaux d'amélioration relatifs aux propositions techniques

L'ONAS s'occupe de la construction et de la maintenance des stations d'épuration dans tout le pays et possède les techniques et l'expérience appropriées.

Par conséquent, cette fois-ci, les propositions techniques indiquées au Tableau 4.13 et au Tableau 4.14, d'un point de vue technique et des travaux de construction, correspondent au contenu réalisable par l'ONAS. Cependant, pour la mise en œuvre, il est souhaitable de prévoir des conseillers techniques très expérimentés.

Pour référence, la durée des travaux généraux relatifs aux travaux d'amélioration prioritaires (A) au Tableau 4.14 est indiquée au Tableau 4.15. Bien qu'il soit possible d'exécuter parallèlement tous les travaux indiqués dans le tableau, l'harmonisation des contenus et des processus avec les autres travaux 1 à 4 est particulièrement nécessaire pour l'exécution des travaux « 5. Équipements électriques ».

Tableau 4.15 Durée des travaux généraux concernant les travaux d'amélioration

Contenu des travaux d'amélioration		Durée des travaux de génie civil ou Durée d'approvisionnement en équipements (nombre de mois)	Durée des travaux d'installation des équipements (nombre de mois)	Total (nombre de mois)
1. Travaux d'amélioration du bassin de réaction	1) Doublement du bassin de réaction (y compris l'élimination de boues accumulées au fond du bassin)	5,0	—	7,0
	2) Agitateur / aérateurs / équipements électriques afférents à la rubrique ci-dessus	5,0	2,0	
2. Dispositif de levage du dispositif d'entraînement des pompes de relevage		1,0	0,5	1,5
3. Électrification de la vanne d'évacuation des boues du bassin de décantation finale		4,0	1,0	5,0
4. Ajout d'un nouveau déshydrateur mécanique	1) Ajout d'un groupe déshydrateur	5,0	—	8,0
	2) Machines / équipements électriques	5,0	3,0	
5. Équipements électriques	Ensemble climatisation / ventilation / aménagement de panneaux et tableaux / instrumentation	5,0	2,0	7,0

4.5.2 Classification des mesures à court terme et des mesures à long terme

(1) Mesures à court terme

Dans le cadre de l'étude de faisabilité actuellement en cours d'élaboration lancée par l'ONAS, le démantèlement de la station d'épuration de Sfax sud fait partie des scénarios considérés à l'avenir. Même dans ce cas de figure, il est prévu que la station d'épuration actuelle subsistera jusqu'en 2031, ce qui signifie que la station d'épuration en question sera en service au moins pendant encore une vingtaine d'années.

Le fonctionnement défectueux de la station d'épuration actuelle, avec les défaillances des aérateurs et agitateurs du bassin de réaction entraînant un fonctionnement d'aération et d'agitation insuffisant et une accumulation des boues dans les bassins, se solde par un état anaérobie généralisé. Dans ces circonstances, l'eau traitée dont la qualité s'est dégradée considérablement continue d'être déversée dans le réseau public de distribution d'eau, une situation qui appelle à des améliorations urgentes. Par conséquent, il est nécessaire de créer un milieu pour un traitement sain et salubre des eaux dès que possible en éliminant les boues décantées, restaurant la condition aérobie, ainsi qu'en dotant les ouvrages de nouveaux aérateurs et agitateurs.

De ce point de vue, les propositions techniques pour l'amélioration des installations énumérées dans le paragraphe précédent sont en fait des mesures à court terme qui devraient être mises en œuvre dans les 1 à 2 ans à venir.

(2) Mesures à long terme

Les éléments et actions ci-dessous sont présentés en tant que mesures à long terme se rapportant à la station d'épuration de Sfax sud.

i) Élaboration d'un plan directeur

49 500m³/jour est la valeur cible en 2016 figurant au plan actuel en tant que capacité de traitement de la station d'épuration du sud. Par conséquent, si l'évolution est conforme au plan, il s'avère qu'à partir de 2016 la capacité de traitement sera insuffisante. Il est donc nécessaire de formuler un plan d'agrandissement de la station d'épuration en élaborant un plan directeur et en examinant à long terme les tendances démographiques et les plans d'aménagement des réseaux d'égout. En outre, dans l'hypothèse où l'agrandissement de la station d'épuration se ferait sur les terrains du site actuel, tandis que le fait de réduire des contraintes imposées sur le bassin de réaction, en installant un bassin de décantation initiale, augmenterait le débit des eaux usées, en ce qui concerne le traitement des boues, il est considéré que la méthode de restauration du biogaz en introduisant le processus digestion anaérobie est prometteuse.

ii) Utilisation des eaux traitées pour l'agriculture

Étant donné que les terres agricoles pouvant être actuellement alimentées à l'aide de pompes en eau recyclée sont limitées en termes de superficie, dans le cas d'une augmentation de l'eau traitée pour réutilisation, il sera nécessaire de considérer également son application sur des terres agricoles au loin. Dans ce cas, compte tenu du fait que le transport à l'aide de pompes est onéreux, il sera nécessaire de considérer la possibilité d'effectuer des livraisons en ayant recours à des camions citernes

iii) Disposition des boues

À l'heure actuelle, les boues déshydratées / séchées sont éliminées par enfouissement sanitaire dans l'enceinte de la station d'épuration, mais pour pouvoir continuer à éliminer les boues à l'avenir, il est indispensable d'assurer des sites d'élimination des boues pour la mise en décharge contrôlée dans d'autres endroits.

Par ailleurs, l'ONAS examine activement l'utilisation efficace des boues (restauration des terres agricoles), et des essais de compostage des boues sont également effectués dans d'autres stations d'épuration.

À l'occasion des évaluations de la restauration des terres agricoles avec des boues, il faudra

établir un plan après une étude suffisante se rapportant à la teneur de substances nocives dans les boues, les produits ciblés, la demande quantifiée, etc.

En outre, dans le cadre de la promotion de la réutilisation des boues, il est souhaitable d'installer des équipements de compostage afin d'éviter les odeurs et les dommages sur les récoltes lors la réduction du volume et l'application. Pour ce qui est de l'équipement de compostage qui comprend les opérations d'ajustements préalables, de fermentation et de transformation en produit prêt à la vente, il est recommandé d'appliquer une méthode simple à l'aide d'une pelle-chargeuse pour mélanger, brasser, et déplacer les matières premières et les adjuvants en utilisant un lit de sédimentation pour le processus de fermentation.

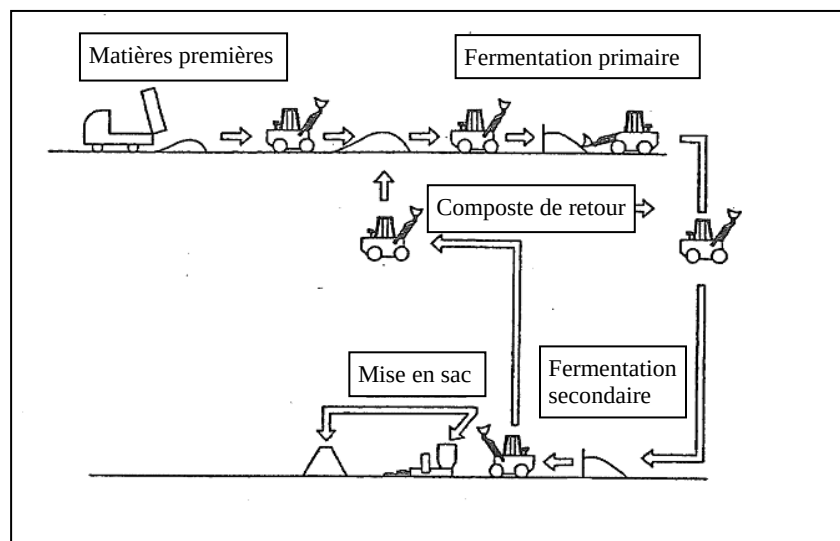


Fig. 4.7 Déroulement simplifié

4.5.3 Propositions de méthodes d'exploitation et de gestion de l'ensemble des ouvrages et installations

(1) Situation d'exploitation et de maintenance

Les tâches liées à l'exploitation et à la maintenance des stations d'épuration des eaux usées sont divisées en grandes catégories : l'entretien et la gestion des équipements pour l'entretien, et le contrôle de la qualité de l'eau.

En ce qui concerne la situation de l'entretien / de la maintenance des équipements, tous les modes d'emploi sont disponibles, et les inspections et les révisions annuelles sont mises en œuvre sur la base du calendrier de maintenance prévu. En outre, les autres réparations sont effectuées suivant les besoins. Toutefois, l'état des agitateurs et des aérateurs du bassin de réaction révèle la difficulté de la mise en œuvre des tâches des inspections et révisions périodiques.

En ce qui concerne le contrôle de la qualité de l'eau, les analyses périodiques relatives à la qualité de l'eau sont confiées à un prestataire du secteur privé, et les résultats de ces analyses sont

classées et organisées.

(2) Anomalies dans le bassin de réaction et mesures d'amélioration au niveau de l'exploitation et de la maintenance

Des boues activées normales sont d'une couleur allant du jaune brunâtre au brun, mais leur couleur noire indique la présence d'anomalies dans le traitement.

Cette question est traitée à la section 4.3, mais les causes et les mesures d'amélioration sont indiquées ci-dessous.

i) Quantité de sulfure dans le système :

Accumulation de boue à l'intérieur du bassin de réaction (existence de volume mort), une accumulation de boue dans le bassin de décantation, un état anaérobie dans le bassin de réaction découlant du déséquilibre entre la charge organique et l'aération, etc.

(Mesures d'amélioration)

- Amélioration du procédé d'agitation / d'aération à l'intérieur du bassin de réaction et mise en œuvre d'une maintenance appropriée.
- Calcul périodique du bilan de matière suivant la situation de l'eau en entrée, assimilation des quantités de boues devant être traitées, et mise en œuvre de l'élimination des boues et du traitement.

ii) Entrée des boues accumulées dans le réseau d'égout :

Compte tenu du fait que les eaux usées en entrée sont également de couleur noire, il est estimé que des boues anaérobies en quantités non négligeables se sont accumulées dans le réseau d'égout.

(Mesures d'amélioration)

- La mise en œuvre de travaux de nettoyage dans les canalisations et d'injection d'air dans la conduite de refoulement suivant les besoins sera examinée par le biais d'une étude sur l'accumulation des boues dans le réseau d'égout et d'une étude sur la qualité des eaux aux différents points de prélèvement. Réalisation d'une étude sur l'accumulation des boues dans le réseau d'égout, et mise en œuvre de travaux de nettoyage suivant les besoins.

iii) Entrée des eaux usées industrielles

(Mesures d'amélioration)

- Encadrement complet et cohérent auprès des responsables des usines en cause.

(3) Points à garder à l'esprit dans le cadre de l'exploitation et de la maintenance du bassin de réaction appliquant le mode de dénitrification en 3 étapes

Les points indiqués ci-dessous doivent être gérés de manière adéquate.

i) Concentration des matières solides en suspension dans la liqueur mixte

Le fait de mesurer la concentration des matières solides en suspension dans la liqueur mixte à chacune des 3 étapes permet de vérifier la répartition des eaux en entrée. Si un problème survient, il est nécessaire d'ajuster les quantités en entrée à chacune des étapes et de maintenir la concentration prescrite des matières solides en suspension dans la liqueur mixte. La concentration des matières solides en suspension dans la liqueur mixte est la variable opérationnelle nécessaire à la gestion des boues et à la réaction de dénitrification.

ii) Charge DBO-MES

La rapidité de dénitrification impliquée dans la réaction de dénitrification subissant l'influence de la charge DBO-MES, il est nécessaire de maintenir la charge DBO-MES de manière à ce que la réaction de dénitrification puisse être effectuée de manière appropriée, en particulier à la période où les températures sont relativement basses.

iii) Potentiel d'oxydo-réduction (Eh)

La préservation d'un milieu exempt d'oxygène dans le bassin anaérobie est impérative pour promouvoir la réaction de dénitrification. Il est souhaitable de mesurer l'Eh pour assimiler l'exemption d'oxygène. Plus l'Eh est bas plus la réaction de dénitrification se déroule dans de bonnes conditions. Si l'Eh est élevé et que la réaction de dénitrification ne se déroule pas comme il le faudrait, il est nécessaire d'ajuster l'oxygène dissous (DO) à la périphérie du bassin aérobie.

iv) Gestion du bassin aérobie

Il est impératif de maintenir le DO à un niveau ne gênant pas la nitrification dans le bassin aérobie. En général, si maintenu aux alentours 1 à 2mg, cela n'impactera pas de façon notable la nitrification, mais il est nécessaire de confirmer la concentration de DO minimale afin qu'il n'y ait pas de résidu $\text{NH}_4\text{-N}$ pendant l'exploitation, et ceci doit constituer un objectif de maintenance journalière. En outre, il est nécessaire de contrôler le processus de nitrification en mesurant de manière appropriée la concentration $\text{NH}_4\text{-N}$ à chaque étape.

v) Gestion du bassin anaérobie

Les facteurs déterminants pour la dénitrification sont en règle générale la concentration de la matière organique, la densité $\text{NO}_3\text{-N}$, le ratio C/N, la densité DO, le pH, et la température de l'eau, mais dans le cadre de l'exploitation et de la gestion du bassin anaérobie, les points importants sont la charge des matières organiques utilisées dans la réaction de dénitrification

ainsi que le DO introduit à partir du réservoir de nitrification. Il est nécessaire de connaître les valeurs assurant une dénitrification adéquate.

(4) Équipements électriques

i) Maintenance pertinente

- Une maintenance pertinente passant par la maintenance préventive des équipements est essentielle pour prévenir et éviter des pannes ou l'arrêt de fonctionnement de la station d'épuration ainsi que pour prolonger la durée de vie des installations.
- Une maintenance pertinente est indispensable pour identifier à un stade précoce la dégradation et les anomalies des équipements et prendre les mesures qui s'imposent, en assimilant l'état des installations par le biais d'inspections journalières et de révisions / études périodiques.
- Une maintenance pertinente doit permettre de restaurer le fonctionnement correct à très court terme par le biais des révisions / réparations nécessaires pour faire face à la dégradation et aux anomalies des équipements.

ii) Gestion environnementale des locaux électriques

- Le maintien adéquat de l'environnement des locaux électriques est une condition indispensable pour prévenir et éviter des pannes ou l'arrêt de fonctionnement de la station d'épuration ainsi que pour prolonger la durée de vie des installations.
- La station d'épuration doit faire face à des conditions environnementales extrêmement difficiles, subissant les impacts du sel, des poussières des phosphates, des gaz caustiques, etc.
- Par conséquent, l'environnement des locaux électriques doit être protégé des intrusions de poussières diverses, de gaz caustiques, et de pluies. En outre, la température ambiante doit être maintenue au-dessous de 40°C.

iii) Gestion et maintenance des tableaux de distribution

- Les tableaux de distribution doivent être protégés des intrusions de poussières diverses, de gaz caustiques, et de pluies. En outre, leur température doit être maintenue au-dessous de 40°C.
- Ainsi, les portes des tableaux de distribution les faces arrière doivent être fermées à tout moment de l'exploitation.
- Les tableaux de distribution doivent faire l'objet d'une inspection visuelle journalière, et dans le cas d'anomalie des indicateurs, voyants lumineux, et relais, les pièces défectueuses seront remises en état / remplacées de manière à restaurer le fonctionnement correct dès que possible.
- Étant donné que la station d'épuration est soumise à des conditions environnementales

sévères, avec l'intrusion de poussières diverses, il est nécessaire d'effectuer un nettoyage journalier de l'intérieur et de l'extérieur des tableaux.

iv) Gestion et maintenance des panneaux de commande automatique

- En ce qui concerne les panneaux de commande automatique, il est nécessaire de remplacer périodiquement les piles de secours, les tableaux de connexion, etc.
- Étant donné que les panneaux de commande automatique sont composés de pièces de précision, il est nécessaire de procéder sans faute à un nettoyage journalier à l'intérieur comme à l'extérieur des panneaux.

v) Délégation des révisions périodiques à un prestataire du secteur privé.

- En ce qui concerne les équipements d'instrumentation, les panneaux de commande automatique, et les ordinateurs pour le traitement des données, il est souhaitable de confier sur une base annuelle les inspections de maintenance à un expert externe pour assurer l'inspection, la révision et le remplacement de pièces des appareils et instruments.

4.5.4 Système de gestion et de maintenance

(1) Situation

La maintenance des stations d'épuration sur les 7 sites sous le contrôle du bureau de l'ONAS de la région de Sfax est effectuée par des équipes composées au total de 36 personnes. 14 d'entre elles, dont les détails figurent au Tableau 4.15, sont chargées de la maintenance de la station d'épuration de Sfax sud. En cas de panne des machines ou de non fonctionnement des équipements, un premier diagnostic est effectué sur le terrain par un spécialiste accompagné d'un ou deux techniciens. Ensuite, en fonction de la complexité de la panne, il est décidé de confier les réparations nécessaires aux agents de la station d'épuration ou à une entreprise spécialisée du secteur privé. À cette occasion, il peut arriver que le personnel de la section de la gestion et de la maintenance au sein du siège de l'ONAS à Sfax vienne en renfort. En principe, lorsqu'il s'agit de la réparation de grands dispositifs ou mécanismes (ex. les dégrilleurs, les aérateurs, les agitateurs etc.), un contrat de réparation et de maintenance est signé entre l'ONAS et les sociétés privées qui seront chargées de l'exécution de ces tâches. Lorsque des pompes tombent en panne, le personnel en charge les démonte et identifie les causes, et s'il s'avère que la réparation en interne pose problème, les travaux de réparation sont alors confiés directement à des entreprises privées.

En outre, en ce qui concerne l'entretien et les révisions des équipements (vidange et graissage, vérification de condition des panneaux électriques, etc.), le personnel de la station d'épuration prépare un plan des révisions et exécute les tâches planifiées sur la base de ce plan.

Tableau 4.15 Direction de la maintenance, structure organisationnelle de la station d'épuration, rôle et répartition des tâches de chaque section

Poste	Permanent / Contractuel	Attribution des tâches	Jours de congés en alternance						
			Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim
Ingénieur (Chef de la Station)	Permanent	Gestion et opération des équipements du réseau d'égout, gestion des machines et des équipements, et programmation	.	.	.	.	.	.	.
Spécialiste 1	Permanent	Élaboration du programme de la maintenance périodique, contrôle et maintenance des équipements électriques							
Spécialiste 2	Permanent	Prend la relève du Spécialiste 1 (22h00-6h00)							
Technicien 1	Permanent	Assiste aux tâches de travail (14h00-22h00)							
Technicien 2	Permanent	Entretien de l'environnement et des espaces verts dans l'enceinte de la station							
Technicien 3	Permanent	Vérification des machines et des équipements, et réparation des petites pannes (travaille seulement dans la matinée)							
Technicien 4	Permanent	Entretien de l'environnement et des espaces verts dans l'enceinte de la station							
Technicien 5	Permanent	Opérateur des équipements de séchage des boues, maintenance périodique							
Ouvrier	Permanent	Assiste aux tâches de travail (6h00-14h00)							
Ouvrier	Permanent	Entretien de l'environnement et des espaces verts dans l'enceinte de la station							
Jardinier	Permanent	Entretien des espaces verts dans l'enceinte de la station							
Chauffeur	Permanent	Collecte les déchets dans la station, opère le chariot élévateur BOBCAT utilisé pour le transport de sables et des boues séchées							
Agent de sécurité	Contractuel	Surveillance du site (travaille en alternance une semaine le jour et une semaine la nuit)							
Agent de sécurité	Contractuel	Surveillance du site (travaille en alternance une semaine le jour et une semaine la nuit)							

(2) Propositions

L'organisation actuelle, détaillée ci-dessus, n'a pas de section par domaine de spécialisation et peut être décrite comme étant une structure plate. Les questions techniques (principalement concernant les machines /les équipements électriques) sont effectuées sous le contrôle des deux personnes clés, et le reste du personnel assiste à toutes les tâches conformément aux consignes des personnes clés.

En tant que mesure d'amélioration du système de gestion et de maintenance, il est proposé de créer une section par domaine de spécialisation. Cette structure consiste en un technicien qualifié à la tête de chacune des sections, avec le personnel des sections effectuant les tâches conformément aux consignes des chefs de section. En outre, afin de gérer les processus, il est nécessaire de faire en sorte de surveiller à tout moment la qualité de l'eau aux points d'entrée / d'évacuation des principaux ouvrages. Il est donc conseillé d'établir une cellule pour l'analyse de l'eau au sein de la station d'épuration.

Le système de gestion et de maintenance recommandé (avant-projet) est présenté à la Fig. 4.8.

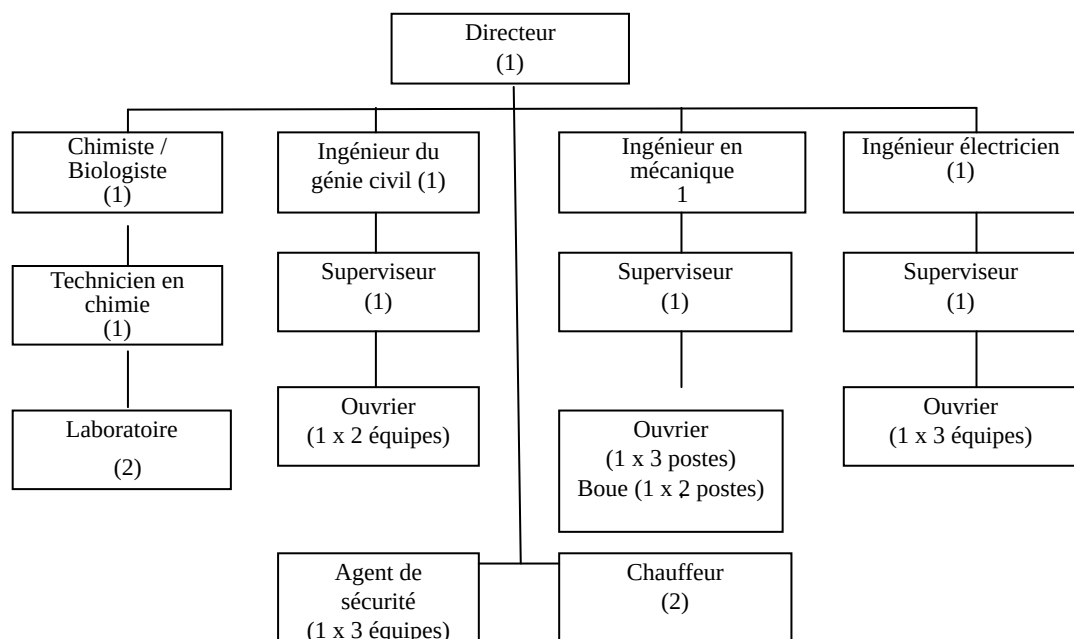


Fig. 4.8 Proposition pour le système de gestion et de maintenance de la station d'épuration de Sfax sud

4.5.5 Autres rubriques

(1) Mesures contre les eaux usées industrielles

La station d'épuration de Sfax sud reçoit d'importantes quantités d'eaux usées industrielles (principalement de l'industrie de la transformation des produits agricoles). En ce qui concerne le déversement des eaux usées industrielles dans le réseau des égouts, les normes de qualité de l'eau sont établies conformément aux normes NT106.002 (par exemple pour DBO, pas plus de 400mg/l ; pour MES, pas plus de 400mg/l). Toutefois, ces règlements ne sont pas suffisamment respectés, et l'eau en entrée de la station d'épuration dépasse largement les 400mg/l stipulées aussi bien pour DBO que pour MES. L'ONAS met en œuvre périodiquement des analyses pour déterminer la qualité des eaux usées des principales usines, mais même si les résultats excèdent

les normes, les mesures prises s'arrêtent en général à des mises en garde et recommandations vis-à-vis des usines concernées, et il est très rare que cela débouche sur une mise en exécution de la loi (interruption du raccordement, etc.) Par ailleurs, il arrive même que des entreprises éliminent le marc d'olives dans les trous d'homme, et même ce type d'infraction est géré de la même manière que ci-dessus.

Les règlements sur la qualité de l'eau pour les eaux usées industrielles sont essentiels pour assurer le fonctionnement de traitement des stations d'épuration, et, de ce point de vue, il serait souhaitable que la surveillance soit plus stricte et que des mesures correctives soient prises. La surveillance des eaux usées au Japon et les contre-mesures adoptées sont présentées ici à titre informatif.

Surveillance des eaux usées industrielles au Japon et contre-mesures adoptées

- Les quantités et la qualité des eaux usées industrielles déversées sont fournies à l'administrateur du service des égouts.
- Les usines qui dépassent les normes de déversement sont dans l'obligation de se doter d'installations de traitement afin de se conformer aux règlements en vigueur.
- L'administrateur du service des égouts met en œuvre des inspections des lieux dans l'usine.
- Il est demandé aux usines qui excèdent les critères de référence de prendre des mesures correctives.
- Les entreprises qui a plusieurs reprises ne se conforment pas aux valeurs nominales encourrent des pénalités (le contenu desquelles étant défini par un arrêté).

(2) Entrée d'eau de mer

La concentration de sel dans les eaux en entrée dans la station d'épuration est de 3 500 à 4 500mg/ℓ, et l'eau de mer n'est pas sans avoir certains impacts sur la station en question. En ce qui concerne le quartier central de Sfax (zone à l'intérieur de la route circulaire No.4), le fondement étant bas un réseau d'assainissement mixte a été adopté, et les canalisations en décrépitude sont nombreuses. Au vu des joints et des fissures des canalisations décrépies il est considéré qu'il y a des intrusions d'eau de mer.

Afin de prévenir les intrusions d'eau de mer dans les canalisations, il est nécessaire d'élaborer un plan de remplacement des canalisations en décrépitude, et de remplacer dans l'ordre les canalisations en question conformément au plan. Il est recommandé d'utiliser du polyéthylène à haute densité (HDPE) ou de la fibre de verre renforcée de polyester (FRP) en tant que matériaux des nouvelles canalisations.

(3) Mesures contre les odeurs nauséabondes

Des plaintes pour odeurs nauséabondes ont été déposées par les résidents des alentours de la

station d'épuration, mais le problème d'odeur nauséabonde dans les stations d'épuration est un problème commun dans tous les pays.

Bien que dans les stations d'épuration situées en zone urbaine il arrive que les installations soient recouvertes pour les isoler le mieux possible de l'extérieur, et que les gaz soient emmagasinés dans une conduite à la source d'origine pour éliminer les odeurs, dans le cas de la station d'épuration de Sfax sud, en raison de la superficie étendue des installations ces méthodes ne sont pas applicables.

Étant donné que les mauvaises odeurs s'accroissent lorsque les égouts sont dans un état anaérobie, il est indispensable dans un premier temps de se débarrasser des boues accumulées dans les bassins et de les remettre dans un état aérobie.

Par ailleurs, le fait de planter des grands arbres dans le périmètre des stations d'épuration est dans une certaine mesure un moyen efficace pour réduire les odeurs nauséabondes.

Chapitre 5 Conclusions et recommandations

5.1 Conclusions

Depuis sa mise en service en 2006, les quantités des eaux en entrée à la station d'épuration de Sfax sud augmentent année après année. Les quantités des eaux en entrée en 2012 varient suivant les mois entre 35 000m³/jour à 43 000m³/jour, ce qui est proche des quantités d'entrée prévues. Toutefois, bien que la qualité du traitement dans les années 2009-2010 ait été comparativement bonne, en ce qui concerne l'eau traitée, au cours des 5 dernières années les normes de rejet n'ont pas été atteintes une seule fois, et, depuis 2011, en particulier, la qualité des eaux traitées se détériore. Le fonctionnement défectueux de la station d'épuration actuelle, avec les défaillances des aérateurs et agitateurs du bassin de réaction entraînant un fonctionnement d'aération et d'agitation insuffisant et une accumulation des boues dans les bassins, se solde par un état anaérobie généralisé. Par conséquent, il est nécessaire de restaurer l'état aérobie en éliminant les boues décantées tout en aménageant un environnement permettant un traitement des eaux sain et salubre en améliorant le bassin de réaction.

Le contenu des améliorations du bassin de réaction prévoit tout d'abord de doublement du système existant actuellement composé d'un seul groupe, afin de faciliter la maintenance. Par ailleurs, le mode d'aération et d'agitation doit laisser la place à une approche permettant une maintenance sans vider le bassin. Deux mécanismes semblent convenir : i) Aérateur incliné à vis, équipé d'un souffleur flottant et ii) Diffuseur d'air + souffleur. Toutefois, du point de vue de la durée des travaux et de l'aspect économique, la méthode recommandée est celle de l'aérateur incliné à vis, doté d'un souffleur flottant.

En outre, il est nécessaire d'ajouter un déshydrateur mécanique pour l'élimination et d'assèchement des grandes quantités de boues accumulées.

En ce qui concerne les équipements électriques, étant donné les impacts du sel en raison de son emplacement en zone côtière, l'intrusion de poussières de phosphates en raison de sa proximité avec des locaux se rapportant à cette industrie, et les effets de gaz caustiques à l'intérieur de la station d'épuration, il est nécessaire d'installer des équipements de climatisation pour créer un milieu adapté en mesure de prévenir ce type d'intrusion, avec une température au-dessous de certaines normes fixées.

En outre, le démantèlement à l'avenir de la station d'épuration de Sfax sud est l'une des options considérées dans le cadre de l'étude de faisabilité actuellement en cours de formulation lancée par l'ONAS, mais même dans ce cas de figure, la station d'épuration actuelle subsistera jusqu'en 2031. Le fait de continuer pendant 20 ans l'exploitation de la station d'épuration dont

le positionnement est temporaire n'est pas désirable en termes de maintenance et de gestion, et il serait préférable de procéder à son agrandissement sur le site actuel tout en continuant son exploitation.

5.2 Recommandations

Comme indiqué dans ce qui précède, l'eau traitée de la station d'épuration de Sfax sud, dont la qualité s'est dégradée considérablement, continue d'être déversée dans le réseau public de distribution d'eau, une situation qui appelle à des améliorations urgentes. Par conséquent, la mission d'étude recommande à l'ONAS de prendre les mesures d'amélioration énumérées dans ce qui précède le plus tôt possible.

Par ailleurs, afin d'assurer l'exploitation, la gestion et la maintenance adéquates de la station d'épuration de Sfax sud à l'avenir et pendant de longues années, la mise en œuvre des mesures suivantes est fortement recommandée à l'ONAS.

(1) Système de gestion et de maintenance

- i) En tant que mesure d'amélioration du système de gestion et de maintenance, il est proposé de créer une section par domaine de spécialisation. Cette structure consiste en un technicien qualifié à la tête de chacune des sections, avec le personnel des sections effectuant les tâches conformément aux consignes des chefs de section. En outre, afin de gérer les processus, il est nécessaire de faire en sorte de surveiller à tout moment la qualité de l'eau aux points d'entrée / d'évacuation des principaux ouvrages. Il est donc conseillé d'établir une cellule pour l'analyse de l'eau au sein de la station d'épuration.

(2) Préservation du fonctionnement des ouvrages de traitement

- i) Les règlements sur la qualité de l'eau pour les eaux usées industrielles sont essentiels pour assurer le fonctionnement de traitement des stations d'épuration, et, de ce point de vue, il serait souhaitable que la surveillance soit plus stricte et que des mesures correctives soient prises en faisant notamment référence aux approches japonaises en termes de surveillance et de contre-mesures.
- ii) Afin de prévenir des intrusions d'eau de mer dans la station d'épuration, il est nécessaire de planifier le remplacement des canalisations en décrépidité dans les basses terres à l'origine de ces intrusions, et de remplacer les canalisations en question dans l'ordre conformément au plan. Il est recommandé d'utiliser du polyéthylène à haute densité (HDPE) ou de la fibre de verre renforcée de polyester (FRP) en tant que matériaux des nouvelles canalisations. Par ailleurs, la réhabilitation des canalisations en décrépidité doit également être considérée. Le Japon a une grande expérience concernant les méthodes de

réhabilitation des canalisations. La construction des canalisations de la structure qui soutient la force externe prédéfinie en intégrant des nouvelles canalisations et les canalisations existantes au réseau de canalisation existant permettrait en principe une exécution sans avoir à dégager les routes, et offrirait de nombreux avantages en termes de mesures, de durée et de coût pour faire face aux contraintes au niveau des travaux.

(3) Mesures contre les odeurs nauséabondes

Par ailleurs, le fait de planter des grands arbres dans le périmètre des stations d'épuration est dans une certaine mesure un moyen efficace pour réduire les odeurs nauséabondes.

Étant donné que les mauvaises odeurs s'accroissent lorsque les égouts sont dans un état anaérobie, il est indispensable dans un premier temps de se débarrasser des boues accumulées dans les bassins et de les remettre dans un état aérobie.

(4) Nécessité d'un plan directeur

Dans le cadre de l'agrandissement de la station d'épuration à l'avenir, il sera nécessaire de formuler un plan d'agrandissement de la station d'épuration en élaborant un plan directeur et en examinant à long terme les tendances démographiques et les plans d'aménagement des réseaux d'égout.

(5) Réutilisation des eaux et des boues traitées

- i) Étant donné que les terres agricoles pouvant être actuellement alimentées à l'aide de pompes en eau recyclée sont limitées en termes de superficie, dans le cas d'une augmentation de l'eau traitée pour réutilisation, il sera nécessaire de considérer également son application sur des terres agricoles au loin. Dans ce cas, compte tenu du fait que le transport à l'aide de pompes est onéreux, il est recommandé de considérer la possibilité d'effectuer des livraisons en ayant recours à des camions citernes.
- ii) Dans le cadre de la promotion de la réutilisation des boues, il est souhaitable d'installer des équipements de compostage afin d'éviter les odeurs et les dommages sur les récoltes lors la réduction du volume et l'application. Pour ce qui est de l'équipement de compostage qui comprend les opérations d'ajustements préalables, de fermentation et de transformation en produit prêt à la vente, il est recommandé d'appliquer une méthode simple à l'aide d'une pelle-chargeuse pour mélanger, brasser, et déplacer les matières premières et les adjuvants en utilisant un lit de sédimentation pour le processus de fermentation.