

Services d'assistance relative au développement et la préparation de deux projets pilotes en mode PPP dans le cadre du Programme d'Opérationnalisation des PPP en Tunisie – COMPOSANTE 4

**Livrable L2-1 - Rapport des études réalisées
Station d'épuration**

11 mars 2019



TABLE DES MATIERES

PREAMBULE	7
1 CHAPITRE 1 : RAPPEL DU CONTEXTE GENERAL	9
1.1 PERIMETRE DU PROJET.....	9
1.2 CONTEXTE PHYSIQUE.....	11
1.2.1 Climat.....	11
1.2.2 Topographie générale – Géotechnique	11
1.2.3 Hydrographie.....	11
1.3 CONTEXTE SOCIOECONOMIQUE.....	12
1.3.1 Activités agricoles	12
1.3.2 Activités industrielles.....	12
1.3.3 Activités touristiques	13
1.4 DEMOGRAPHIE	13
1.4.1 Généralités.....	13
1.4.2 Perspectives d'évolution	14
1.5 CONSOMMATION D'EAU POTABLE	15
1.6 SITUATION ACTUELLE SUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES	16
1.6.1 Généralités	16
1.6.2 Bilan besoins capacité.....	16
2 CHAPITRE 2 : RAPPEL DU SCHEMA D'ASSAINISSEMENT RETENU.....	18
2.1 PRESENTATION DU SCHEMA D'ASSAINISSEMENT	18
2.2 SITE DE TRAITEMENT RETENU	21
2.3 RAPPEL DES CHARGES ET DEBITS A TRAITER.....	21
3 CHPITRE 3 : ORIENTATIONS GENERALES POUR LE TRAITEMENT.....	22
3.1 Rappel du contexte réglementaire.....	22
3.1.1 Norme NT 106-002	22
3.1.2 Norme NT 09.11.....	24
3.1.3 Norme NT 106.03.....	24
3.1.4 Autres normes sur le traitement des eaux usées en vigueur en Tunisie.....	25
3.1.5 Evolutions des normes actuelles	25
3.1.6 Arrêté du 26 mars 2018	27
3.2 Rappel des contraintes du site de traitement retenu.....	29
3.3 orientations générales pour le traitement des eaux usées.....	29
3.4 Solution de traitement proposée et performances attendues.....	30
4 CHAPITRE 4 : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE TRAITEMENT	31
4.1 FILIERE EAU	34
4.1.1 Arrivée des effluents	34
4.1.2 Relevage de tête	34
4.1.3 Prélèvement des eaux brutes	34

4.1.4	Prétraitement.....	35
4.1.5	Décantation primaire	40
4.1.6	Réacteur biologique	42
4.1.7	Décantation secondaire	46
4.1.8	Comptage et rejet des eaux traitées	47
4.2	FILIERE BOUES	47
4.2.1	Extraction épaissement des boues.....	47
4.2.2	Digestion anaérobie des boues	50
4.2.3	Déshydratation des boues	51
4.2.4	Stockage des boues déshydratées.....	53
4.3	POSTES COMMUNS	54
4.3.1	Traitement de l'air	54
4.3.2	Fonctions annexes.....	54
4.3.3	Electricité automatisme.....	56
4.3.4	Supervision et GMAO	59
4.3.5	Télésurveillance et astreinte	59
4.3.6	Système de contrôle commande	60
4.3.7	Manutention des équipements.....	60
4.3.8	Sécurité du personnel	60
4.3.9	Instrumentation	61
4.4	PRESCRIPTIONS POUR LE DIMENSIONNEMENT DU GENIE CIVIL	62
4.4.1	FONDATIONS.....	62
4.4.2	HYPOTHESES A PRENDRE EN COMPTE POUR LES CALCULS.....	63

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Présentation du périmètre de l'étude</i>	10
<i>Figure 2 : Schéma d'assainissement futur de Tunis nord</i>	19
<i>Figure 3 : Synoptique de la filière eau</i>	32
<i>Figure 4 : Synoptique de la filière boues</i>	33
<i>Figure 5 : Exemple de préleveur automatique</i>	35
<i>Figure 6 : Dégrilleurs automatiques couverts</i>	36
<i>Figure 7 : Exemple d'un laveur de sables</i>	38
<i>Figure 8 : Décanteur lamellaire couvert</i>	41
<i>Figure 9 : Décanteur lamellaire non couvert</i>	41
<i>Figure 10 : Exemple de réacteur biologique</i>	45
<i>Figure 11 : Exemple de local surpresseurs d'air</i>	45
<i>Figure 12 : Exemple de décanteur secondaire (clarificateur)</i>	46
<i>Figure 13 : Exemple de digesteur</i>	51
<i>Figure 14 : Centrifugeuse (déshydratation des boues)</i>	53

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Délégations composant le périmètre de l'étude	9
Tableau 2 : Zones industrielles existantes et station de rattachement	12
Tableau 3 : Zones industrielles future et station de rattachement	12
Tableau 4 : Population des 3 derniers recensement (source INS)	13
Tableau 5 : Population caractéristique du bassin de collecte (source étude STUDI-SGI)	14
Tableau 6 : Population future d'après l'extrapolation des données de l'INS	14
Tableau 7 : Consommations spécifiques d'eau potable (données SONEDE 2010 - 2014)	15
Tableau 8 : Données de base pour l'estimation des charges volumiques à traiter	15
Tableau 9 : Caractéristiques générales et observations sur l'état des stations existantes	16
Tableau 10 : Bilan besoins capacités en situation actuelle	17
Tableau 11 : Bilan besoins capacité en situation future	17
Tableau 12 : Récapitulatif de l'analyse comparative des sites de traitement étudiés	21
Tableau 13 : Charges et débits à traiter en situation future	21
Tableau 14 : Normes tunisiennes NT106.02 pour les rejets en mer	23
Tableau 15 : Norme NT 09.11 sur la qualité des eaux de baignade	24
Tableau 16 : Norme NT 106.03 sur la qualité des eaux réutilisables en agriculture	24
Tableau 17 : Qualité physico-chimique du rejet selon l'annexe 1 - révision NT 106.002	26
Tableau 18 : Qualité bactériologique du rejet selon l'annexe 1 - révision NT 106.002	26
Tableau 19 : Qualité physico-chimique du rejet selon l'arrêté du 26 mars 2018	27
Tableau 20 : Qualité bactériologique du rejet selon l'arrêté du 26 mars 2018	28
Tableau 21 : Performances de traitement attendues	30

LISTE DES ABREVIATIONS

IGPPP : Instance Générale des Partenariats Public-Privé

ONAS : Office National de l'Assainissement

SONEDE : Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux

INS : Institut National de la Statistique

GCT : Groupe Chimique Tunisien

BV : Bassin Versant (unité hydrologique cohérente ici zone de collecte spécifique)

EH : équivalent-habitant

C'est "l'habitant étalon" qui est couramment utilisé pour apprécier la pollution des eaux induite par un individu dans ses activités quotidiennes et domestiques. Cette unité est également employée pour comparer l'ordre de grandeur de plusieurs sources de pollution entre elles (pollutions industrielles par exemple). La production théorique en DBO₅ d'un équivalent habitant est de 60 grammes par jour.

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène dissous (habituellement mesurée après 5 jours).

Caractérise la quantité de pollution carbonée biodégradable.

DCO : Demande Chimique en Oxygène qui caractérise la pollution carbonée totale (biodégradable et non biodégradable).

MES : Matières En Suspension (présentes dans les eaux usées).

NK : Azote Kjeldahl qui comptabilise l'azote sous forme ammoniacale et organique.

NGL : Azote Global qui comporte les formes azotées suivantes : l'azote ammoniacal (NH₄), azote organique et formes oxydées de l'azote (nitrates - NO₃ ; nitrites - NO₂).

NO₃ : Nitrates (Forme la plus oxydée de l'azote résultant de la nitrification).

Pt : Phosphore total qui prend en compte les orthophosphates, polyphosphates et organophosphates.

UFC : unité de coliformes fécaux

ECP : Eaux Claires Parasites (eaux peu ou pas polluées pénétrant indûment dans les réseaux d'assainissement des eaux usées).

EU : eaux usées

STEP : station de traitement des eaux usées couramment appelée station d'épuration.

PREAMBULE

La présente Mission a comme objectif, selon les termes de référence, d'étudier la faisabilité du financement, de la réalisation et de la maintenance des installations, dans le cadre d'un Partenariat-Public-Privé (PPP), du projet suivant :

- la station d'épuration El Hessiene à implanter à Tunis Nord pour le compte de l'Office National de l'Assainissement (ONAS). Cette station permettra de desservir Raoued, Kalâat El Andalous et une partie d'El Mnhla, localités situées dans le versant de la station ;

Et si la faisabilité est prouvée et acceptée, de mener et de développer ce projet jusqu'à l'entrée en vigueur du contrat de partenariat.

Il s'agit, à travers ce projet pilote, de promouvoir la coopération entre les secteurs public et privé afin de développer et d'étendre les réseaux et services publics tels que le traitement des eaux usées, le dessalement d'eau de mer, les systèmes de transport, les installations de fourniture d'eau, la collecte et le recyclage des déchets, les services hospitaliers, l'éducation et d'autres services publics, et surtout d'en améliorer l'efficacité et l'efficience.

La Mission confiée au consortium Eversheds Sutherland, Axelcium et Setec hydratec s'articule autour des activités suivantes :

- Revue des études de faisabilité disponibles ainsi que les documents techniques, et élaboration des études techniques nécessaires et complémentaires pour les deux projets.
- Préparation des études préalables et des études d'impacts financiers,
- Préparation et pilotage des dossiers d'appel à la concurrence selon la procédure appropriée pour la conclusion des contrats (Appel d'Offres Restreint / Dialogue Compétitif / Concession),
- Prospection du marché des investisseurs potentiels dans le secteur de l'eau,
- Négociation des deux contrats,
- Rédaction des contrats finaux, la documentation financière et la clôture financière.

L'opération est envisagée dans le cadre global du réaménagement des infrastructures d'assainissement du Grand Tunis à travers 3 projets de construction d'installations de traitement d'eaux usées :

- La STEP de pôle El Hessiene pour la zone Nord (Raoued, Kalâat El Andalous et une partie d'El Mnhla), et objet du présent projet pilote de PPP,
- La STEP de pôle El Allef pour la zone Sud,
- La STEP de pôle El Attard pour la zone Ouest.

La revue des études réalisées, objet du présent document, est essentiellement basée sur :

- le schéma directeur actualisé du Grand Tunis élaboré par le cabinet Merlin et Comète Engineering en 2014,
- l'étude d'exécution d'un nouveau pôle d'épuration au Nord du Grand Tunis – phase 1 données de base et choix du site » réalisé en juin 2016 par le groupement STUDI-SGI, ainsi que sa version actualisée de juillet 2018.
- la visite des sites menée en janvier 2018 en présence de l'ONAS et de représentants du groupement STUDI-SGI,
- l'étude d'exécution d'un nouveau pôle d'épuration au Nord du Grand Tunis – phase 2 Avant-Projet Sommaire » réalisé en octobre 2018 par le groupement STUDI-SGI,
- le rapport géotechnique sur le site d'El Hessiane, version du 22/11/2016, produit par Hydrosol Fondations.

Du fait du décalage entre le planning de l'étude de STUDI et celui de la présente mission, nous avons anticipé la réflexion sur les orientations générales, ainsi que sur la conception et le dimensionnement de l'installation de traitement des eaux usées de Tunis Nord.

Ainsi une comparaison des 2 approches a permis de retenir les choix les plus pertinents.

Cette analyse comparative est présentée dans le dernier chapitre du présent rapport.

1 CHAPITRE 1 : RAPPEL DU CONTEXTE GENERAL

1.1 PERIMETRE DU PROJET

Le périmètre étudié couvre une superficie totale de près de 497 km², situé à l'intérieur des deux gouvernorats du Grand Tunis : Tunis et Ariana. Il englobe les délégations indiquées dans le tableau ci-dessous et est présenté sur la figure d'après (source étude SGI-version 07/2018) :

	Bassin propre au nouveau pôle d'épuration au Nord du Grand Tunis	Bassin des STEP de Cherguia – Choutrana 1 et 2 et Côtère-Nord
Délégations	Raoued ; Kalâat El Andalous; Une partie d'El Mnihla située dans le versant de la STEP.	Bab Bhar ; Sidi El Bechir; Djebel El Jeloud; La Medina; Bab Souika; El Omrane; Le bardo; La Goulette; La Marsa; Le Kram; Carthage; El Menzah; Cité El Khadra; El Ouardia; Ariana Ville; La Soukra; Gammarth.

Tableau 1 : Délégations composant le périmètre de l'étude



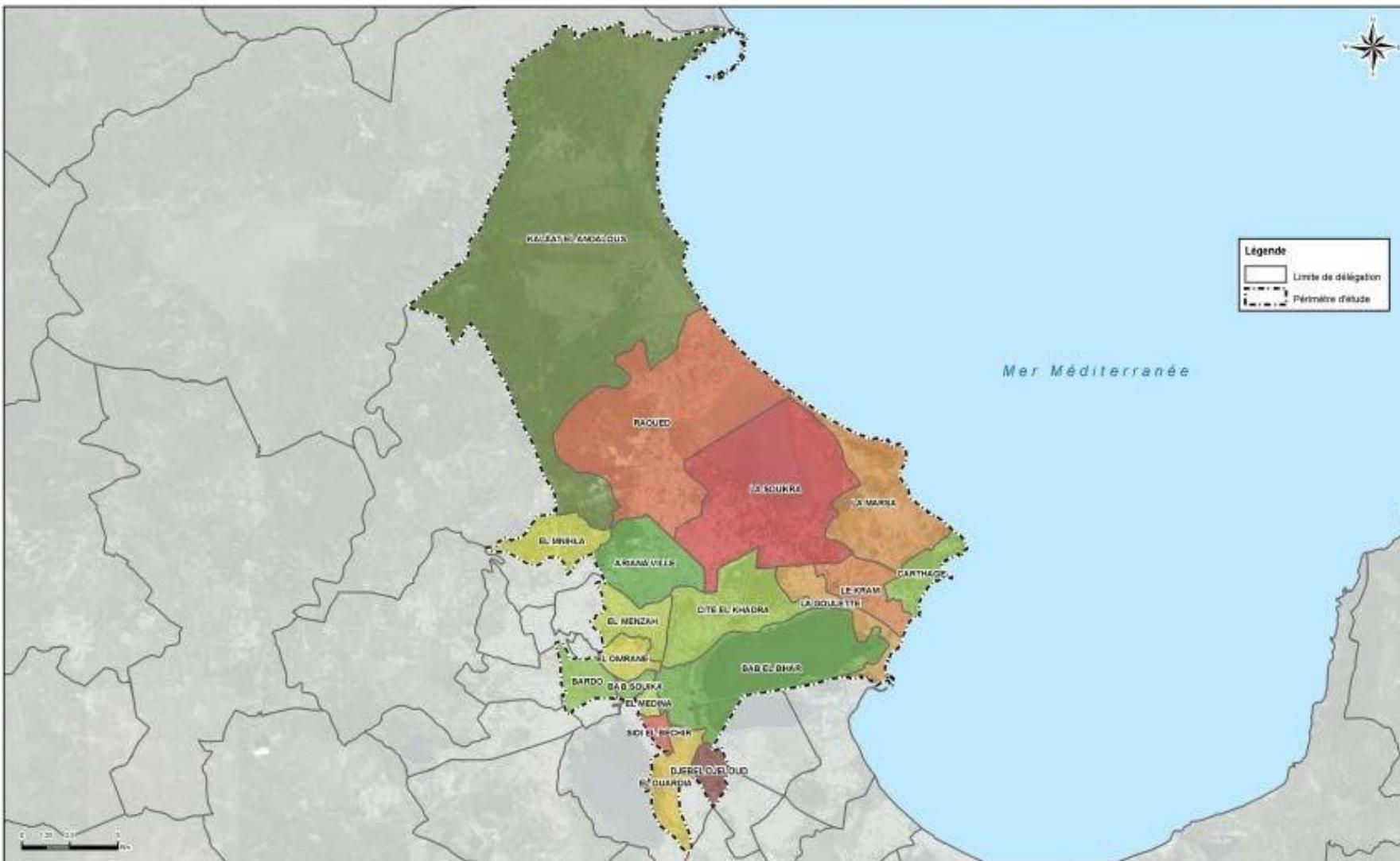


Figure 1 : Présentation du périmètre de l'étude

1.2 CONTEXTE PHYSIQUE

1.2.1 Climat

La zone d'étude appartient au sous étage bioclimatique semi-aride supérieur avec des hivers doux parfois froids, une chaleur permanente et forte en été.

Les températures varient entre -1.7° en hiver et 47° en été, soit une amplitude de plus de 48° .

La pluviométrie moyenne annuelle est de 462 mm dont 34 % en automne, 39 % au printemps, 23 % en hiver et les 4 % restant en été.

Les vents dominants sont généralement orientés Ouest (à Nord-Ouest) vers l'Est.

La proximité de la mer influe sur l'humidité ambiante qui est relativement élevée dans le Grand Tunis variant de 46% à 78%, avec une moyenne annuelle de 68,2%.

La station de référence considérée, pour les données météorologiques, est celle de Tunis Carthage.

1.2.2 Topographie générale – Géotechnique

Le Gouvernorat de Tunis est marqué par les petits reliefs de la Kasbah, la Rabta, Ras Tabia, le belvédère, Djebel Jeloud et surtout les dômes de Sidi Dhrif, Carthage Byrsa, Gammarth et de Sidi Bou Saïd (129 m).

Le périmètre de l'étude est essentiellement caractérisé par les dépressions topographiques généralement constituées de sols dégradés, aux caractéristiques géotechniques médiocres (sols hydromorphes).

Ces contraintes géotechniques, liées au contexte topographique, concernent l'ensemble des sites pressentis pour l'installation de la station de traitement des eaux usées envisagée.

1.2.3 Hydrographie

Le contexte hydrographique est caractérisé par la présence de deux bassins versants principaux :

- Le bassin de la vallée de la Medjerda qui couvre une superficie de 336 km² qui est composé essentiellement de l'Oued Medjerda et ses affluents dont l'Oued Heissiane qui est utilisé pour véhiculer les eaux lâchées des barrages amont (Sidi Salem et El Aroussia) vers les périmètres irrigués, puis vers l'exutoire au niveau du Golf de Tunis ;
- Le bassin de Sebkha Ariana : le réseau hydrographique est caractérisé par des écoulements intermittents qui se perdent dans les zones humides de la plaine. Le cordon littoral empêche l'écoulement des oueds du Gouvernorat vers la mer ce qui explique la présence des formes de stagnation des eaux.

L'exutoire des eaux traitées sur le périmètre est soit le sous sol (par infiltration des eaux traitées réutilisées en agriculture), soit la méditerranée via les émissaires naturels ou canalisés.

On peut noter au passage le risque d'inondation par débordement des oueds ou par stagnation (absence d'émissaire), plus ou moins important en fonction des endroits considérés.

1.3 CONTEXTE SOCIOECONOMIQUE

1.3.1 Activités agricoles

La zone du projet se caractérise par une activité agricole assez développée, malgré les conditions défavorables, notamment la qualité médiocre des sols, la salinité élevée de la nappe phréatique et le déficit hydrique.

Ce contexte particulier justifie en partie la réutilisation des eaux traitées pour l'activité agricole.

1.3.2 Activités industrielles

L'activité industrielle, très présente dans la région, participe à son développement économique. On relève près de 580 hectares aménagés en zones industrielles, avec une prévision d'accroissement d'environ 18 %.

Les rejets des industriels sont pris en charge par les stations d'épuration urbaines existantes. Les tableaux ci-dessous présentent les zones industrielles existantes et futures, ainsi que les stations auxquelles elles sont rattachées (source site Agence Foncière Industrielle : AFI) :

Gouvernorat	Nom de la zone	Superficie en hectare	Bassin Versant	Observations
Tunis	Cherguia I	200	STEP Cherguia	
	Djebel Jeloud	45		
	Ariana Aéroport (Cherguia II)	95	STEP Côtière Nord & Choutrana 1 & 2	
	La Goulette	93		
	La Marsa	18		
Ariana	Choutrana	121	STEP Kalâat El Andalous	En cours de commercialisation
	Kalâat El Andalous	10		
Total		582		

Tableau 2 : Zones industrielles existantes et station de rattachement

Gouvernorat	Nom du Site	Superficie en hectare	Bassin Versant	Etat d'avancement
Ariana	Jâafar - Raoued	53	STEP Tunis Nord	Etude d'aménagement en cours
	El Bokri	50		En cours
Total		103		

Tableau 3 : Zones industrielles future et station de rattachement

1.3.3 Activités touristiques

On peut noter une activité touristique importante sur le secteur étudié avec la zone touristique de Tunis Nord qui englobe la bande littorale délimitée au sud par la Goulette et au Nord par l'embouchure de l'oued Medjerda, ainsi que les agglomérations de Kram, Carthage, Sidi Bou Saïd, La Marsa et Raoued.

Le plan d'aménagement touristique de Tunis Nord couvre une superficie de 170 hectares avec une capacité d'accueil de 13 000 lits. Il prévoit l'aménagement des futurs sites de :

- Cap Gammarth (73 hectares) : prolongement de la station touristique de Tunis Nord, avec une capacité d'accueil estimée à 6 000 lits.
- Chott Ennassim : pôle touristique de 40 hectares à côté de l'hôtel "Dar Nawar", avec 10 centres d'animation touristiques, 3 unités résidentielles et des équipements publics de prévus.

1.4 DEMOGRAPHIE

1.4.1 Généralités

Le grand Tunis abrite une population permanente de 2 643 695 habitants selon le dernier recensement général de l'Institut National de la Statistique (INS) en 2014. Il concentre ainsi près du quart de la population tunisienne de 2014.

Cette population se répartit comme indiqué dans le tableau ci-dessous, qui rappelle également l'évolution sur les 3 derniers recensements :

Gouvernorat	Nombre d'habitants			Taux d'accroissement		
	1994	2004	2014	1994 - 2004	2004 - 2014	1994 - 2014
Tunisie	8 785 400	9 910 872	10 982 800	1,21%	1,03%	1,12%
Tunis	887 803	983 861	1 056 247	1,03%	0,71%	0,87%
Ariana	290 634	422 246	576 088	3,81%	3,16%	3,48%
Ben Arous	371 745	505 773	631 842	3,13%	2,25%	2,69%
La Manouba	278 660	335 912	379 518	1,89%	1,23%	1,56%
Grand Tunis	1 828 842	2 247 792	2 643 695	2,08%	1,64%	1,86%

Tableau 4 : Population des 3 derniers recensement (source INS)

La population caractéristique du périmètre du projet (bassin de collecte des stations de Côtière nord, Cherguia et Choutrana 1 & 2) est détaillée dans le tableau ci-après.

Le périmètre du projet concentre 949 140 habitants d'après les données du recensement de 2014.

GOUVERNORAT	Délégations	Nombre d'habitants			Taux d'actualisation		
		1994	2004	2014	1994 - 2004	2004 - 2014	Moyenne 1994 - 2014
TUNIS	La Medina	32 563	26 703	21 400	-1,96%	-2,19%	-2,08%
	Bab Bhar	45 442	39 806	36 210	-1,32%	-0,94%	-1,13%
	Bab Souika	35 835	33 284	29 185	-0,74%	-1,31%	-1,02%
	Sidi El Béchir	34 353	29 911	27 749	-1,38%	-0,75%	-1,06%
	El Ouardia	34 902	33 734	32 147	-0,34%	-0,48%	-0,41%
	El Omrane	38 950	40 801	42 208	0,47%	0,34%	0,40%
	Djebel El Jeloud	27 034	26 490	23 638	-0,20%	-1,13%	-0,67%
	Le Bardo	72 707	70 244	71 961	-0,34%	0,24%	-0,05%
	El Menzah	38 126	43 320	41 830	1,29%	-0,35%	0,46%
	Cité El Khadra	33 198	36 818	35 173	1,04%	-0,46%	0,29%
	Carthage	19 855	20 715	24 216	0,42%	1,57%	1,00%
	La Goulette	37 377	28 407	45 711	-2,71%	4,87%	1,01%
	Le Kram	29 111	58 152	74 132	7,16%	2,46%	4,78%
	La Marsa	54 611	77 890	92 987	3,61%	1,79%	2,70%
	Total Gouvernorat de Tunis	534 064	566 275	598 547	0,59%	0,56%	0,57%
ARIANA	Ariana Medina	70 694	97 687	114 486	3,29%	1,60%	2,44%
	La Soukra	54 155	89 151	129 693	5,11%	3,82%	4,46%
	Raoued	33 140	60 896	106 414	6,27%	5,74%	6,01%
	Total Gouvernorat de l'Ariana	157 989	247 734	350 593	4,60%	3,53%	4,07%
	Total BV STEP Côtère Nord - Cherguia-Choutrana 1 et 2	692 053	814 009	949 140	1,64%	1,55%	1,59%

Tableau 5 : Population caractéristique du bassin de collecte (source étude STUDI-SGI)

1.4.2 Perspectives d'évolution

La projection de la population future, à l'horizon du projet (2041) a été réalisée en comparant plusieurs hypothèses de développement dans le cadre de l'Etude STUDI-SGI. Les valeurs retenues, correspondant au scénario basé sur les hypothèses de projection de l'INS, sont rappelées dans le tableau ci-dessous :

Désignations	Population								
	2014	2021	2026	2029	2031	2034	2036	2039	2041
Partie centrale de Tunis + Zone côtière Nord	597 847	629 351	654 908	671 643	678 405	688 925	696 202	707 536	715 384
Ariana Medina	114 486	127 941	138 509	145 264	149 655	156 491	161 221	168 585	173 680
La Soukra	129 693	159 506	184 911	202 057	212 286	228 609	240 182	258 650	271 744
Total BV STEP Cherguia-Choutrana	842 026	916 798	978 327	1 018 965	1 040 346	1 074 025	1 097 606	1 134 772	1 160 809
Raoued	106 414	140 034	170 373	191 646	201 348	216 830	227 807	245 323	257 742
Kalâat El Andalous	26 796	35 262	42 902	48 259	50 702	54 601	57 365	61 776	64 903
Mnihla	14 660	18 652	22 153	24 561	25 804	27 788	29 195	31 440	33 032
Total BV STEP Tunis Nord	147 870	193 948	235 428	264 466	277 854	299 219	314 367	338 539	355 677

Tableau 6 : Population future d'après l'extrapolation des données de l'INS

La population totale du bassin étudié est estimée à **1 170 746 habitants** en 2021 (année de mise en service prévisionnelle) et **1 516 486 habitants** en 2041. Ces estimations paraissent cohérentes avec les données de recensement et les taux d'accroissement associés.

1.5 CONSOMMATION D'EAU POTABLE

La région du Grand Tunis s'approvisionne en eau essentiellement à partir des eaux du Nord acheminées par le canal Medjerda-Cap Bon et des Barrages Kasseb et Béni Mtir.

Sur les abords de Tunis Ouest, il existe un complexe de traitement et de stockage des eaux qui proviennent du canal Medjerda-Cap Bon et du barrage Kasseb : il s'agit du complexe de traitement des eaux de Ghédir El Golla.

L'eau produite est acheminée vers les réservoirs du Grand Tunis qui la redistribue aux usagers. La consommation du grand Tunis en 2013 est évaluée à environ 125 millions de mètre cube (125 000 000 m³), soit une consommation moyenne journalière de 342 500 m³.

L'exploitation des données de consommation, de 2010 à 2014, fournies par la SONED, a permis de caractériser les consommations spécifiques par type de consommateur. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Désignation	Unité	2014
Domestique	l/hab./j	103
Collectif	l/hab./j	19
Industrie existante	m ³ /j/ha	17
Industrie projetée	m ³ /j/ha	40
Touristique	l/j/lit	300

Tableau 7 : Consommations spécifiques d'eau potable (données SONEDE 2010 - 2014)

Pour tenir compte de l'amélioration du niveau de vie, une augmentation de 0,5% par an jusqu'à l'horizon 2031 puis stable jusqu'à 2041, a été considérée dans le cadre de l'étude STUDI-SGI.

Les données considérées pour la caractérisation des besoins de traitement à l'horizon du projet sont rappelées ci-dessous (source étude STUDI-SGI) :

Usages	Unité	2014	2020	2021	2026	2027	2028	2029	2031	2032	2041
Domestique	l/j/hab.	103,0	106,1	106,6	109,3	109,8	110,3	110,9	112,0		113,1
Collectif	l/j/hab.	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Industrie Existante	m ³ /j/ha						17				
Industrie Projetée	m ³ /j/ha						40				
Touristique	l/j/lit						300				

Tableau 8 : Données de base pour l'estimation des charges volumiques à traiter

1.6 SITUATION ACTUELLE SUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES

1.6.1 Généralités

Dans le schéma d'assainissement actuel les eaux usées de Tunis Nord sont collectées et acheminées pour traitement vers 4 stations de traitement d'eaux usées. Les réseaux sont dans l'ensemble séparatifs (ou pseudo séparatifs) sauf le centre de Tunis nord qui est unitaire.

Les caractéristiques générales, ainsi que les observations sur l'état des stations existantes sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

	Cherguia	Choutrana 1	Choutrana 2	Kalâat	Côtière Nord
Capacité de traitement (EH)	330 000	960 000	333 000		120 000
Débit nominal (m3/j)	40 000	78 000	40 000	1 500	15 000
Charge nominale (kg DBO ₅)	18 000	40 000	20 000		5 000
Charge moyenne admise (kg DBO ₅)	12 077	35 647	16 694	655	12 404
Charge maxi admise (kg DBO ₅)	18 446	41 605	18 922	1 117	16 321
Année de mise en service	Réalisation : 1958 ; Extension : 1978 ; Réhabilitation : 1985, 2ème Réhabilitation : 2005 ; Réhabilitation Prétraitement Décanteurs primaires en 2009.	Mise en service en 1986 ; Etendue et Réhabilitée en 1998.	Mise en service en 2007		Mise en service en 1982

Tableau 9 : Caractéristiques générales et observations sur l'état des stations existantes

1.6.2 Bilan besoins capacité

SITUATION ACTUELLE

Le bilan besoins capacité permet de vérifier l'adéquation des moyens (capacités des installations de traitement existantes) avec les besoins actuels et à venir.

Les tableaux ci-après présentent les bilans besoins capacité en situation actuelle et future :

	Besoins (m ³ /j)	Capacité (m ³ /j)	Bilan
BV Cherguia Choutrana – Côtère nord	169 356	173 000	Réserve de 3 644 m³/j
Côtère nord		15 000	
Cherguia		40 000	
STEP Choutrana 1		78 000	
STEP Choutrana 2		40 000	
BV propre Tunis nord	51 476	1 500	Déficit de 49 976 m³/j
Kalâat El Andalous		1 500	
Total périmètre	220 832	174 500	Déficit de 43 332 m³/j

Tableau 10 : Bilan besoins capacités en situation actuelle

Ce Bilan réalisé sur la base de la capacité théorique des installations existantes, ne tient pas compte de leur état réel (Côtère Nord et Choutrana 1 en limite de vie et Kalâat Andalous en voie d'abandon).

Il montre un besoin de traitement de **43 500 m³/j** en situation actuelle.

Toutefois, la prise en compte de la capacité volumique maximale n'est pas pertinente (risques de performances dégradées) et il manque la prise en compte de la capacité de traitement organique (bilan réalisé uniquement sur la capacité hydraulique).

SITUATION FUTURE

En situation future le besoin de traitement s'élèverait à environ 105 000 m³/j en restant sur les mêmes hypothèses que la situation actuelle.

En intégrant l'âge et l'état de fonctionnement des stations on arriverait à un besoin de près de 237 000 m³/j. Le bilan correspondant est présenté ci-dessous :

	Besoins (m ³ /j)	Capacité (m ³ /j)	Bilan
BV Cherguia Choutrana – Côtère nord	203 147	40 000	Déficit de 163 147 m³/j
Côtère nord		Fin de vie	
Cherguia		Fin de vie	
STEP Choutrana 1		Fin de vie	
STEP Choutrana 2		40 000	
BV propre Tunis nord	73 504	0	Déficit de 73 504 m³/j
Kalâat El Andalous		Abandonnée	
Total périmètre	276 651	40 000	Déficit de 236 651 m³/j

Tableau 11 : Bilan besoins capacité en situation future

2 CHAPITRE 2 : RAPPEL DU SCHEMA D'ASSAINISSEMENT RETENU

2.1 PRESENTATION DU SCHEMAD'ASSAINISSEMENT

Le schéma d'assainissement de la zone de Tunis Nord est axé autour de deux grands pôles permettant de traiter l'ensemble des eaux usées produites sur ce secteur.

Les aménagements préconisés en conséquence consistent en :

- L'extension et la réhabilitation des STEP Choutrana I et II :
 - pour Choutrana 1 : rénovation de la STEP existante (maintien de sa capacité de traitement qui est de 78 000 m³/j) afin de garantir des performances de traitement en conformité avec les normes en vigueur et la destination des eaux traitées ;
 - pour Choutrana 2 : extension de la STEP existante (capacité actuelle de 40 000 m³/j portée à 78 000 m³/j).
- Création d'une nouvelle STEP dite pôle El Hessiane de 60 000 m³/j qui sera alimentée par :
 - Les effluents des zones de Raoued, Borj Touil, Sidi Amor Bou Khtioua, El Bokri et Sanheji ;
 - Les effluents acheminés actuellement à la STEP de Kalâat El Andalous, qui sera abandonnée à terme ;
 - Les surplus de volumes acheminés à Choutrana depuis les réseaux de Borj Louzir.

Des aménagements sont en cours de réalisation pour appuyer le futur schéma d'assainissement de Tunis nord. Il s'agit principalement :

- de la **construction d'un bassin de régulation de 100 000 m³**, ce bassin assure un stockage tampon favorisant l'utilisation des eaux traitées en valorisation agricole et l'évacuation du surplus vers un rejet en mer,
- la **pose de conduites de transfert des eaux traitées** vers le bassin de régulation (double canalisation en DN1800 PEHD, sur un linéaire total de 2 500 m) ;
- la construction d'une **station de pompage de 3 m³/s** alimentant un regard de mise en charge ;
- la pose d'un émissaire en mer, pour le rejet en mer des eaux traitées non réutilisées, constitué :
 - d'un tronçon terrestre en 2 x DN1600 PEHD sur une longueur de 5 500 m,
 - et d'un tronçon en mer composé de 2 x DN1600 PEHD sur une longueur totale de 6 km.

Ces aménagements seront fonctionnels fin 2018.

La figure ci-après présente le schéma d'assainissement futur de Tunis nord :

Livrable L2 - 1 Rapport des études techniques réalisées – station d'épuration

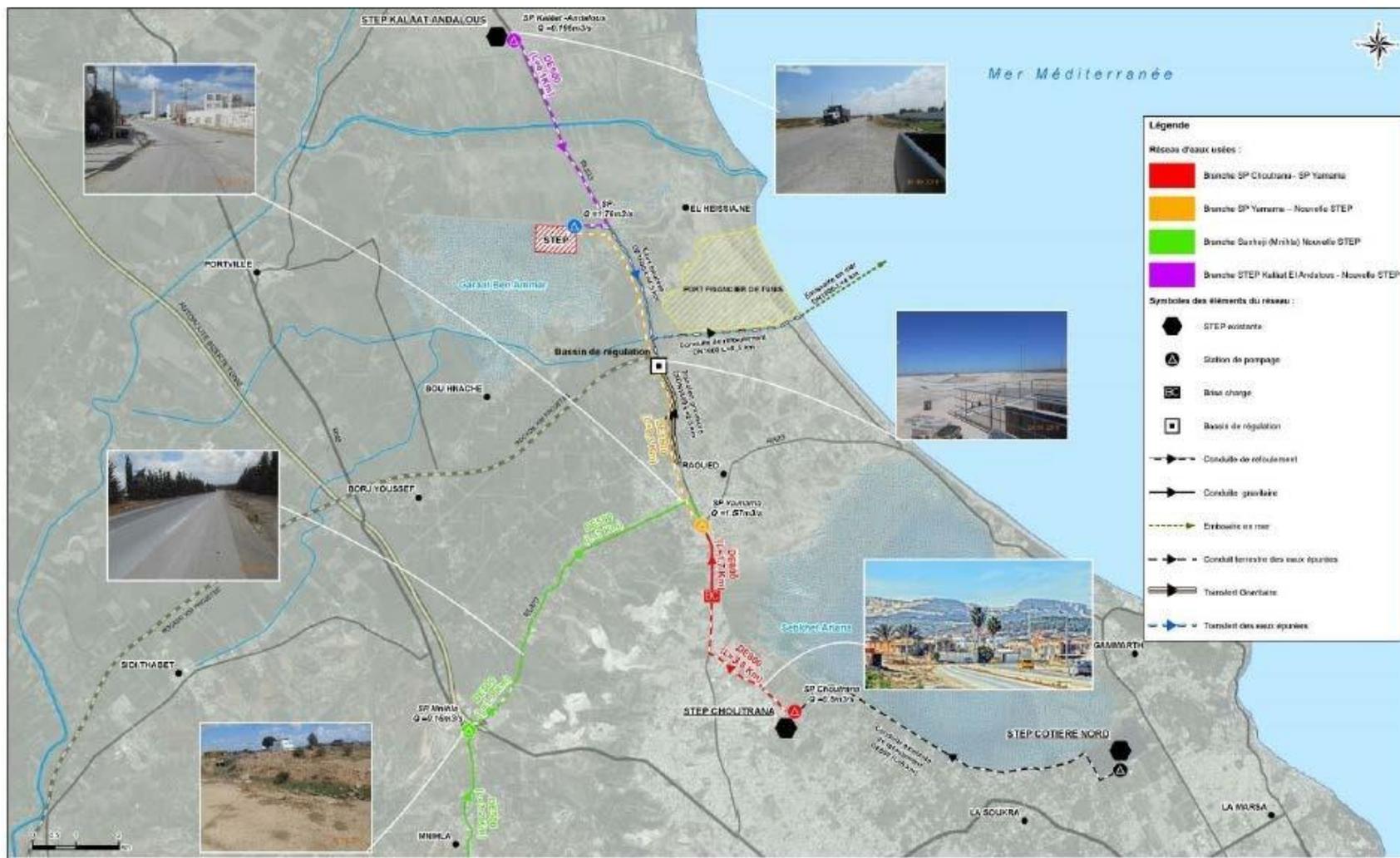


Figure 2 : Schéma d'assainissement futur de Tunis nord

2.2 SITE DE TRAITEMENT RETENU

Le choix du site de la future station de traitement des eaux usées de Tunis nord, découle d'une analyse comparative de 3 sites pressentis, selon des critères techniques, environnementaux et économiques.

Les 3 sites comparés sont les suivants :

- **Site de Choutrana (site 1)** : il s'agit de la réserve foncière de 14 ha disponible au niveau de la station existante de Choutrana 2.
- **Site de côtière nord (site 2)** : il s'agit du site de la station existante de côtière nord dont, la réutilisation d'une des lagunes secondaires de 30 ha de superficie, serait envisagée ;
- **Site d'El Hessiane (site 3)** : terrain d'une superficie de 100 ha, situé au nord du prés salés de Garâat Ben Ammar.

A l'issue de l'analyse comparative, le d'El Hessiane (site 3), présentant les meilleurs avantages technico-économiques et environnementaux, a été retenu.

Le tableau ci-dessous présente de façon récapitulative les notes attribués aux différents sites selon les critères de comparaison :

Désignation	Note Aspect économique	Note Aspect Technico-Environnementale	Note Globale	Rang
Site n°1	30	27,2	57,2	2
Site n°2	20,2	33,2	53,4	3
Site n°3	22,6	56,5	79,1	1

Tableau 12 : Récapitulatif de l'analyse comparative des sites de traitement étudiés

2.3 RAPPEL DES CHARGES ET DEBITS A TRAITER

Les charges et débits à traiter, à l'horizon du projet (2041), sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Paramètres	Valeurs		Valeur de l'EH	Valeur de référence de l'EH
	Moyennes	Maximales		
Capacité de traitement :	417 375 EH	566 540 EH		
Volume moyen journalier :	70 000 m ³ /j	95 000 m ³ /j	168 l/j.EH	150 l/j.hab
Débit de pointe horaire :	4 691 m ³ /h	6 333 m ³ /h		
DBO ₅ :	33 390 kg/j	45 323 kg/j	80 g/EH	60 g/EH
DCO :	66 115 kg/j	89 728 kg/j	158 g/EH	120 g/EH
MES :	30 310 kg/j	41 135 kg/j	73 g/EH	70 g/EH
NK :	4 900 kg/j	6 650 kg/j	12 g/EH	12.5 g/EH
Pt :	700 kg/j	950 kg/j	2 g/EH	2.5 g/EH

Tableau 13 : Charges et débits à traiter en situation future

3 CHPIRE 3 : ORIENTATIONS GENERALES POUR LE TRAITEMENT

3.1 RAPPEL DU CONTEXTE REGLEMENTAIRE

La réglementation générale applicable à la future station de traitement des eaux usées de Tunis Nord est caractérisée par :

- **La norme NT 106-002**, relative aux rejets dans le milieu Récepteur,
- **La norme NT 09.11**, relative à la qualité des eaux de baignade,
- **La norme NT 106.03**, relative à la réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles,
- L'**arrêté** du ministre des affaires locales et de l'environnement et de l'industrie et des petites et moyennes entreprises du **26 Mars 2018** paru au JORT N26 du 30/03/2018

3.1.1 Norme NT 106-002

Cette norme a pour objet de définir les conditions auxquelles sont subordonnés les rejets d'effluents dans le milieu hydrique soumis à autorisation (cf. Chapitre III du décret n° 85-56 du 2 janvier 1985) et les conditions de branchement et de déversement des effluents dans le réseau public d'assainissement (cf. décret n° 79-768 du 8 septembre 1979).

Pour une gestion plus rigoureuse des rejets liquides, la NT 106-02 a été homologuée le 20 juillet 1989 et a pris effet le 1er octobre 1989. Elle définit la qualité de l'effluent en fonction du milieu récepteur qu'il soit le domaine public maritime, le domaine public hydraulique ou des canalisations publiques sans tenir compte de ses particularités.

Les exigences de rejet portent sur 54 paramètres physico-chimiques, bactériologiques, plusieurs métaux lourds et quelques micropolluants organiques, hydrocarbures, pesticides, PCB/PCT et phénols.

Le tableau ci-après présente les principaux paramètres et les concentrations maximales de rejet dans le domaine public maritime et le domaine public hydraulique :

Paramètres (expression)	La mer	Eaux continentales	Réseau d'égout
Température (°C)	35	25	35
pH	6.6 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 9
Matières en suspension MES (mg/l)	30	30	400
Matières décantables (mg/l)	0.3	0.3	-
Demande chimique en oxygène DCO (mg O ₂ /l)	90 moyen de 24H	90 moyen de 24H	1000
Demande biologique en oxygène DBO ₅ (mg O ₂ /l)	30	30	400
Chlorures Cl (mg/l)	sans exigence	600	700
Chlore actif Cl ₂ (mg/l)	0.05	0.05	1
Bioxyde de chlore ClO ₂ (mg/l)	0.05	0.05	0.5
Sulfate SO ₄ (mg/l)	1000	600	400
Magnesium Mg (mg/l)	2000	200	300
Potassium K (mg/l)	1000	50	50
Sodium Na (mg/l)	sans exigence	300	1000
Calcium Ca (mg/l)	sans exigence	500	fixer selon le cas
Aluminium Al (mg/l)	5	5	10
Couleur Echelle au platine cobalt	100	70	fixer selon le cas
Sulfures S (mg/l)	2	0.1	3

Paramètres (expression)	La mer	Eaux continentales	Réseau d'égout
Fluorures dissous F (mg/l)	5	3	3
Nitrates NO ₃ (mg/l)	90	50	90
Nitrites NO ₂ (mg/l)	5	0.5	10
Azote organique et ammoniacal (mg/l)	30	1	100
Phosphore PO ₄ ou P-total (mg/l)	0.1	0.05	10
Phénols, compose phénoliques (mg/l)	0.05	0.002	1
Graisses et huiles saponifiables (mg/l)	20	10	30
Hydrocarbures aliphatiques total (mg/l)	10	2	10
Solvants chlorés (mg/l)	0.05	0	0.1
Détergents anioniques - ABS (mg/l)	2	0.5	5
Bore B (mg/l)	20	2	2
Fer Fe (mg/l)	1	1	5
Cuivre Cu (mg/l)	1.5	0.5	1
Etain Sn (mg/l)	2	2	2
Manganèse Mn (mg/l)	1	0.5	1
Zinc Zn (mg/l)	10	5	5
Molybdène Mo (mg/l)	5	0.5	5
Cobalt Co (mg/l)	0.5	0.1	0.5
Brome actif Br ₂ (mg/l)	0.1	0.05	1
Baryum Ba (mg/l)	10	0.5	10
Argent Ag (mg/l)	0.1	0.05	0.1
Arsenic As (mg/l)	0.1	0.05	0.1
Beryllium Be (mg/l)	0.05	0.01	0.05
Cadmium Cd (mg/l)	0.005	0.005	0.1
Cyanures CN (mg/l)	0.05	0.05	0.5
Chrome hexavalent Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.5	0.01	0.5
Chrome trivalent Cr ³⁺ (mg/l)	2	0.5	2
Antimoine Sb (mg/l)	0.1	0.1	0.2
Nickel Ni (mg/l)	2	0.2	2
Sélénium Se (mg/l)	0.5	0.05	1
Mercure Hg (mg/l)	0.001	0.001	0.01
Plomb Pb (mg/l)	0.5	0.1	1
Titane Ti (mg/l)	0.001	0.001	0.01
Pesticides (mg/l)	0.005	0.001	0.01
Coliformes fécaux (par 100 ml)	2000	2000	-
Streptocoques fécaux (par 100 ml)	1000	1000	-
Salmonelles (par 5000 ml)	Absence	Absence	-
Vibrions cholériques (par 5000 ml)	Absence	Absence	-

Tableau 14 : Normes tunisiennes NT106.02 pour les rejets en mer

Nota : On peut remarquer des contraintes importantes sur certains paramètres (le **phosphore total** en ce qui concerne le projet), impliquant des performances de traitement très poussées et des surcoûts associés. En effet la concentration maximale imposée sur ce paramètre est de 0.1 mg/l pour un rejet en mer et 0.05 mg/l dans les eaux continentales, alors que la réglementation européenne impose par exemple une concentration dix fois supérieure (1 mg/l) pour des stations de plus de 10 000 EH.

La révision en cours de la norme NT106.02, prévoit d'alléger les concentrations de rejet du phosphore (5 mg/l contre 0.1 mg/l actuellement). Elle introduira toutefois de nouvelles contraintes sur le traitement de l'azote (concentration inférieure à 10 mg/l en azote Kjeldahl et 11 à 20 mg en nitrates).

3.1.2 Norme NT 09.11

Cette norme, enregistrée mais non homologuée, s'est inspirée des normes européennes pour définir la qualité des eaux de baignade (zones côtières).

La prise en compte de cette norme est sensée être intégrée au schéma d'assainissement global de Tunis Nord, avec le rejet en mer (au large) des eaux traitées non utilisées en valorisation agricole. Elle n'impacte donc pas directement les performances de la nouvelle station sur la réduction des germes pathogènes dans les eaux traitées.

Paramètres	G	I	Fréquence d'échantillonnage minimal
Coliformes totaux /100ml	0	< 500	Bimensuelle
Coliformes fécaux /100ml	0	< 100	Bimensuelle

Tableau 15 : Norme NT 09.11 sur la qualité des eaux de baignade

3.1.3 Norme NT 106.03

La norme tunisienne NT 106.03 fixe la qualité, ainsi que les conditions d'utilisation des eaux usées traitées en valorisation agricole. Les exigences de la norme NT106.03 concernant la qualité des eaux usées traitées réutilisables en valorisation agricole, sont rappelées ci-dessous :

Paramètres	Normes Tunisiennes Concentration Maximale
pH	6,5 < pH < 8,5
DCO (mg O ₂ /l)	90 moyenne de 24h
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	30 moyenne de 24h
MES (mg/l)	30
Chlorures (mg/l)	2000
Fluorures (mg/l)	3
Organochlorés (mg/l)	0,001
Arsenic (mg/l)	0,1
Bore (mg/l)	3
Cadium (mg/l)	0,01
Cobalt (mg/l)	0,1
Chrome (mg/l)	0,1
Cuivre (mg/l)	0,5
Fer (mg/l)	5
Manganèse (mg/l)	0,5
Mercurure (mg/l)	0,001
Nickel (mg/l)	0,2
Plomb (mg/l)	1
Sélénium (mg/l)	0,05
Zinc (mg/l)	5
Oufs des Nématodes intestinaux (Helminthes)	1 ou moindre par 1000 ml

Tableau 16 : Norme NT 106.03 sur la qualité des eaux réutilisables en agriculture

La filière de traitement proposée, ainsi que les performances associées permettent de respecter les concentrations limites sur les la DBO₅, la DCO et les MES. Les données disponibles ne permettent pas de garantir la qualité pour les autres paramètres, notamment les helminthes.

3.1.4 Autres normes sur le traitement des eaux usées en vigueur en Tunisie

Dans les diverses réunions et échanges avec le comité de pilotage, l'ONAS a évoqué une norme imposant la mise en place d'une digestion anaérobie des boues en vue de la production de biogaz, pour les nouvelles stations de traitement des eaux usées de capacité supérieure à 100 000 EH.

Bien que nous n'ayons pas connaissance de cette norme, la proposition d'une digestion des boues avec production de biogaz, pour la future station de traitement de Tunis Nord, est justifiée par plusieurs raisons :

- L'optimisation de la taille des ouvrages, en réduisant les charges de pollution admises dans l'étage de traitement biologique,
- La réduction des coûts énergétiques par la valorisation de l'électricité produite à partir du biogaz,
- La réduction de la quantité de boues produite par l'installation.

3.1.5 Evolutions des normes actuelles

GENERALITES

Les projets d'évolution des normes concernent surtout la **Norme NT 106-002**, applicable depuis peu selon l'ONAS. Les valeurs imposées par cette norme, en matière de rejet des eaux traitées, sont les suivantes :

Pour les paramètres physico-chimiques

Paramètres	Concentration de rejet ou rendement selon le milieu		
	Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Matières en Suspensions (M.E.S)	<p>150 mg/l dans le cas d'une épuration par lagunage ;</p> <p>100 mg/l si le flux journalier maximal n'excède pas 50 kg/j ;</p> <p>30 mg/l si le flux > 50 kg/j ou milieu récepteur sensible</p>	<p>150 mg/l dans le cas d'une épuration par lagunage ;</p> <p>100 mg/l si le flux journalier maximal n'excède pas 50 kg/j ;</p> <p>30 mg/l si le flux > 50 kg/j ou milieu récepteur sensible</p>	400 mg/l
Demande Biologique en Oxygène en 5 jours (DBO5)	<p>150 mg O₂/l dans le cas d'une épuration par lagunage ;</p> <p>100 mg O₂/l si le flux journalier maximal n'excède pas 50 kg/j ;</p> <p>30 mg O₂/l si le flux > 50 kg/j ou milieu récepteur sensible</p>	<p>150 mg O₂/l dans le cas d'une épuration par lagunage ;</p> <p>100 mg O₂/l si le flux journalier maximal n'excède pas 50 kg/j ;</p> <p>30 mg O₂/l si le flux > 50 kg/j ou milieu récepteur sensible</p>	400 mg O₂/l
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	<p>200 mg O₂/l dans le cas d'une épuration par lagunage ;</p> <p>300 mg O₂/l si le flux journalier maximal n'excède pas 150 kg/j ;</p> <p>125 mg O₂/l si le flux > 150 kg/j ou milieu récepteur sensible</p>	<p>200 mg O₂/l dans le cas d'une épuration par lagunage ;</p> <p>300 mg O₂/l si le flux journalier maximal n'excède pas 150 kg/j ;</p> <p>125 mg O₂/l si le flux > 150 kg/j ou milieu récepteur sensible</p>	1 000 mg O₂/l

Livrable L2 - 1 Rapport des études techniques réalisées – station d'épuration

Paramètres	Concentration de rejet ou rendement selon le milieu		
	Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Nitrates (N-NO₃)	20 mg N/l	11 mg N/l	30 mg N/l
Nitrites (N-NO₂)	1.5 mg N/l	0.15 mg N/l	3 mg N/l
Azote total Kjeldahl (NTK)	<p>10 mg N/l si le flux journalier maximal dépasse 30 kg/j et la concentration de l'azote Kjeldahl dans les eaux brutes à l'entrée de la station ne dépasse pas 80 mg/l.</p> <p>20 % de la concentration de l'azote Kjeldahl dans les eaux brutes à l'entrée de la station si le flux journalier maximal dépasse 30 kg/j et la concentration de l'azote Kjeldahl brute dépasse 80 mg N/l.</p> <p>10 mg N/l pour milieu récepteur sensible</p>	<p>10 mg N/l si le flux journalier maximal dépasse 30 kg/j et la concentration de l'azote Kjeldahl dans les eaux brutes à l'entrée de la station ne dépasse pas 80 mg/l.</p> <p>20 % de la concentration de l'azote Kjeldahl dans les eaux brutes à l'entrée de la station si le flux journalier maximal dépasse 30 kg/j et la concentration de l'azote Kjeldahl brute dépasse 80 mg N/l.</p> <p>10 mg N/l pour milieu récepteur sensible</p>	80 mg N/l
Phosphore total (Pt)	<p>5 mg/l si le flux journalier maximal dépasse 5 kg/j et la concentration du phosphore dans les eaux brutes à l'entrée de la station ne dépasse pas 10 mg/l ;</p> <p>50 % de la concentration du phosphore dans les eaux brutes à l'entrée de la station si le flux journalier maximal dépasse 5 kg/j et la concentration du phosphore brute dépasse 10 mg/l ;</p> <p>5 mg/l pour un milieu récepteur sensible ;</p>	<p>5 mg/l si le flux journalier maximal dépasse 5 kg/j et la concentration du phosphore dans les eaux brutes à l'entrée de la station ne dépasse pas 10 mg/l.</p> <p>50 % de la concentration du phosphore dans les eaux brutes à l'entrée de la station si le flux journalier maximal dépasse 5 kg/j et la concentration du phosphore brute dépasse 10 mg/l.</p> <p>5 mg/l pour milieu récepteur sensible</p>	10 mg/l

Tableau 17 : Qualité physico-chimique du rejet selon l'annexe 1 - révision NT 106.002

Pour les paramètres bactériologiques

Paramètres	Expression des résultats	Concentration de rejet selon le milieu		
		Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Coliformes fécaux	NPP (*) par 100 ml	2 000	2 000	-
Streptocoques fécaux	NPP (*) par 100 ml	1 000	1 000	-
Salmonelles	NPP (*) par 100 ml	Absence	Absence	-
Vibrions cholériques	NPP (*) par 100 ml	Absence	Absence	-
Œufs de Nématodes intestinaux	Moyenne arithmétique	< 1/1000 ml	< 1/1000 ml	-

Tableau 18 : Qualité bactériologique du rejet selon l'annexe 1 - révision NT 106.002

3.1.6 Arrêté du 26 mars 2018

Cet arrêté fixe les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur.

Paramètres	Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Matières en Suspensions (M.E.S) (mg/l)	<ul style="list-style-type: none"> • 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j 	400
Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅) (mg O ₂ /l)	<ul style="list-style-type: none"> • 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j 	400
Demande Chimique en Oxygène (DCO) (mg O ₂ /l)	<ul style="list-style-type: none"> • 125 • 160 si le flux journalier maximal n'excède pas 50 kg/j 	<ul style="list-style-type: none"> • 125 • 160 si le flux journalier maximal n'excède pas 50 kg/j 	1000

Paramètres	Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Nitrates NO ₃ -N (mg NO ₃ /l)	90	50	90
Nitrites NO ₂ -N (mg NO ₂ /l)	5	0,5	10
Azote kjeldahl, NtK (mg N/l)	30	5	100
Phosphore total, Pt (mg/l)	2	2	10

Tableau 19 : Qualité physico-chimique du rejet selon l'annexe 1 de l'arrêté du 26 mars 2018

Paramètres	Expression des résultats	Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Coliformes fécaux	NPP ⁽¹⁾ par 100 ml	2000	2000	—
Streptocoques fécaux	NPP par 100 ml	1000	1000	—
Salmonelles	NPP par 100 ml	Absence	Absence	—
Vibrions cholériques	NPP par 100 ml	Absence	Absence	—
Œufs de Nématodes intestinaux	Moyenne arithmétique	< 1/1000 ml	< 1/1000 ml	—

Tableau 20 : Qualité bactériologique du rejet selon l'annexe 1 de l'arrêté du 26 mars 2018

IMPLICATION SUR LE DIMENSIONNEMENT DE LA STATION PROJETEE

Les concentrations de rejet imposées par l'arrêté du 26 mars 2018 sont similaires à celles préconisées par les normes préexistantes.

Pour la future station de Tunis Nord, le milieu récepteur final sera la mer.

Les exigences sur la DBO₅ et sur les MES impliquent des performances poussées sur la DCO (paramètre non directement dimensionnant).

Pour l'azote le respect de la concentration maximale en nitrites impose des valeurs plus contraignantes que celles de l'arrêté pour les autres paramètres azotés, dans le dimensionnement de la station.

Pour le phosphore la prise en compte de l'arrêté n'a d'incidence que sur la consommation de réactifs, un traitement physico-chimique étant proposé.

3.2 RAPPEL DES CONTRAINTES DU SITE DE TRAITEMENT RETENU

Les contraintes principales relevées sur le site d'El Hessiane sont rappelées ci-dessous :

- Contraintes foncières : le site appartenant au domaine public maritime, l'implantation de la station pourrait nécessiter une procédure d'expropriation pour l'acquisition de la superficie nécessaire,
- Contraintes d'inondabilité : le site est localisé sur le Garâat Ben Ammar (prés salés inondables) ;
- Contraintes géotechniques : les sondages effectués sur le site ont mis en évidence des caractéristiques géotechniques médiocres, nécessitant, a priori, un renforcement par des fondations spéciales ;
- Eloignement des réseaux d'eau et d'électricité pour la desserte de la station ;
- Proximité de la mer et concentrations importantes des eaux brutes en chlorure, impliquant des mesures de protection des ouvrages (métallerie, béton) contre le risque de corrosion.

3.3 ORIENTATIONS GENERALES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES

Cette section récapitule l'ensembles des orientations générales considérées pour le choix de la solution de traitement, ainsi que le dimensionnement de certains ouvrages. Ces orientations sont les suivantes :

- la solution de traitement par boues activées classique constitue une solution de référence ou de base. Elle permet d'apprécier d'autres solutions permettant de respecter les exigences de traitement et les contraintes du site ;
- la solution de traitement par boues activées ne permet pas une réduction notable de la charge bactérienne, la désinfection des eaux traitées n'est pas prise en compte dans le schéma proposé ;
- la digestion des boues et production de biogaz : cette option permet d'optimiser l'étage biologique, la production et le traitement des boues (solution souhaitée par l'ONAS). Le biogaz produit sera valorisé en production d'énergie électrique, injectée au réseau public de distribution ;
- les sous-produits : les choix proposés permettent de réduire les volumes des sous-produits, d'optimiser les coûts de transport et de rendre leur élimination compatible avec les filières existantes ;
- le dimensionnement (file eau et boues) et l'évaluation des coûts d'exploitation, tiennent compte de l'éventualité d'atteindre la capacité de traitement maximale à la mise en service. En effet l'état des installations existantes permettent difficilement de faire face aux besoins ;
- les exigences de traitement tiennent à la fois compte de la possibilité de réutilisation des eaux traitées en agriculture et/ou de leur rejet au large via l'émissaire en mer ;
- le stockage des boues déshydratées et séchées est dimensionné pour une autonomie de 1 mois. Une évacuation régulière est nécessaire pour garantir la disponibilité, au moins partielle, de l'ouvrage ;

3.4 SOLUTION DE TRAITEMENT PROPOSEE ET PERFORMANCES ATTENDUES

L'analyse croisée des exigences réglementaires en matière de rejet des eaux traitées en mer et de réutilisation en valorisation agricole, a permis de définir les performances de traitement de la future station de traitement de Tunis nord.

La solution de traitement proposée est une boue activée en aération prolongée, à l'instar de la station de Choutrana 2.

Les performances à garantir sont indiquées dans le tableau ci-après :

	Concentration maximale (mg/l)	Rendement associé. (%)
DBO₅	30	95
DCO	90	93
MES	30	95
NGL	15	80
Pt	2	50

Tableau 21 : Performances de traitement attendues

Le dimensionnement de l'installation, a été effectué avec une valeur de 1 mg/l, valeur classique, généralement observée pour des stations de cette taille. Pour rappel l'abattement du phosphore s'effectue par voie physico-chimique (co-précipitation par adjonction de chlorures ferrique). La concentration de rejet n'influe que sur la consommation de réactif et donc le coût d'exploitation.

4 CHAPITRE 4 : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE TRAITEMENT

Les différents étages de la filière de traitement proposée sont les suivants :

FILIERE EAU (4 files principales)

- Première étape de dégrillage grossier à 15 mm ;
- Relevage de tête alimentant plusieurs files de prétraitement ;
- Comptage des eaux brutes ;
- Seconde étape de dégrillage fin à 6 mm ;
- Dessableurs dégraisseurs ;
- Lavage des sables ;
- Décanteurs primaires ;
- Traitement biologique des graisses ;
- Réacteurs biologiques d'aération prolongée
- Décantation secondaire pour la séparation des phases ;
- Comptage des eaux traitées
- Relevage final avec chambre de mise en charge pour le transfert des eaux traitées ;

FILIERE BOUES

- Puits d'extraction des boues primaires pour alimenter l'épaississeur en amont de la digestion ;
- Puits de recirculation et d'extraction des boues secondaires pour alimenter les épaississeurs en amont de la digestion,
- Epaississement des boues avant digestion ;
- Digesteur anaérobie ;
- Bâche tampon et de dégazage des boues déshydratée
- Atelier de déshydratation constitué de centrifugeuses ;
- Serres de séchage solaire dimensionnées pour une siccité minimale de 45 % avec compartiment de stockage des boues déshydratées avant évacuation.

FILIERE ENERGETIQUE

- Gazomètre pour le stockage du biogaz,
- Centrale électrique à gaz pour la production d'électricité,
- L'électricité produite par la station sera utilisée sur site ou injectée sur le réseau public de distribution

Les caractéristiques principales de chaque étage de traitement sont détaillées ci-après. Le pré dimensionnement proposé est basé sur quatre files de traitement.

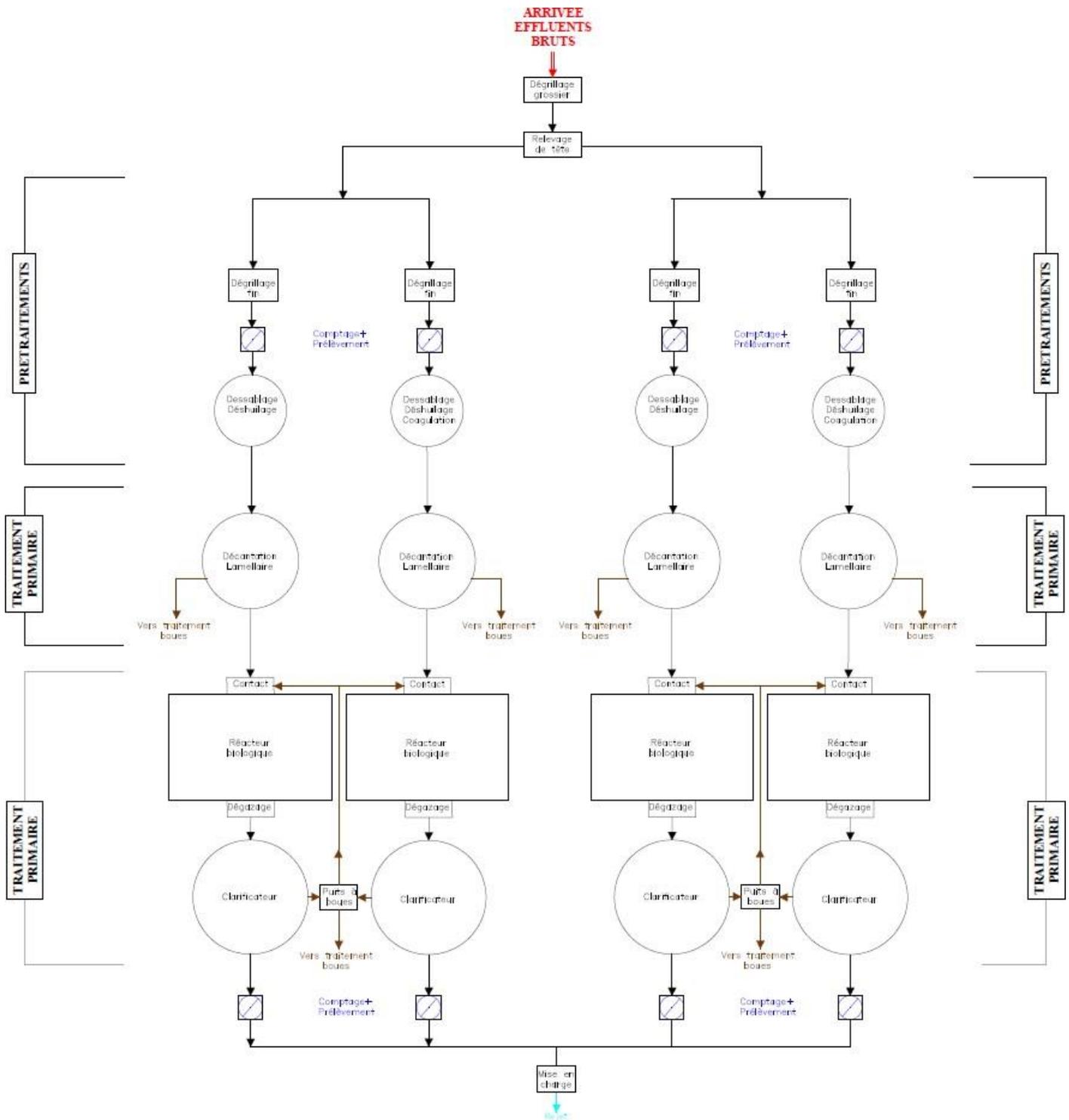


Figure 3 : Synoptique de la filière eau

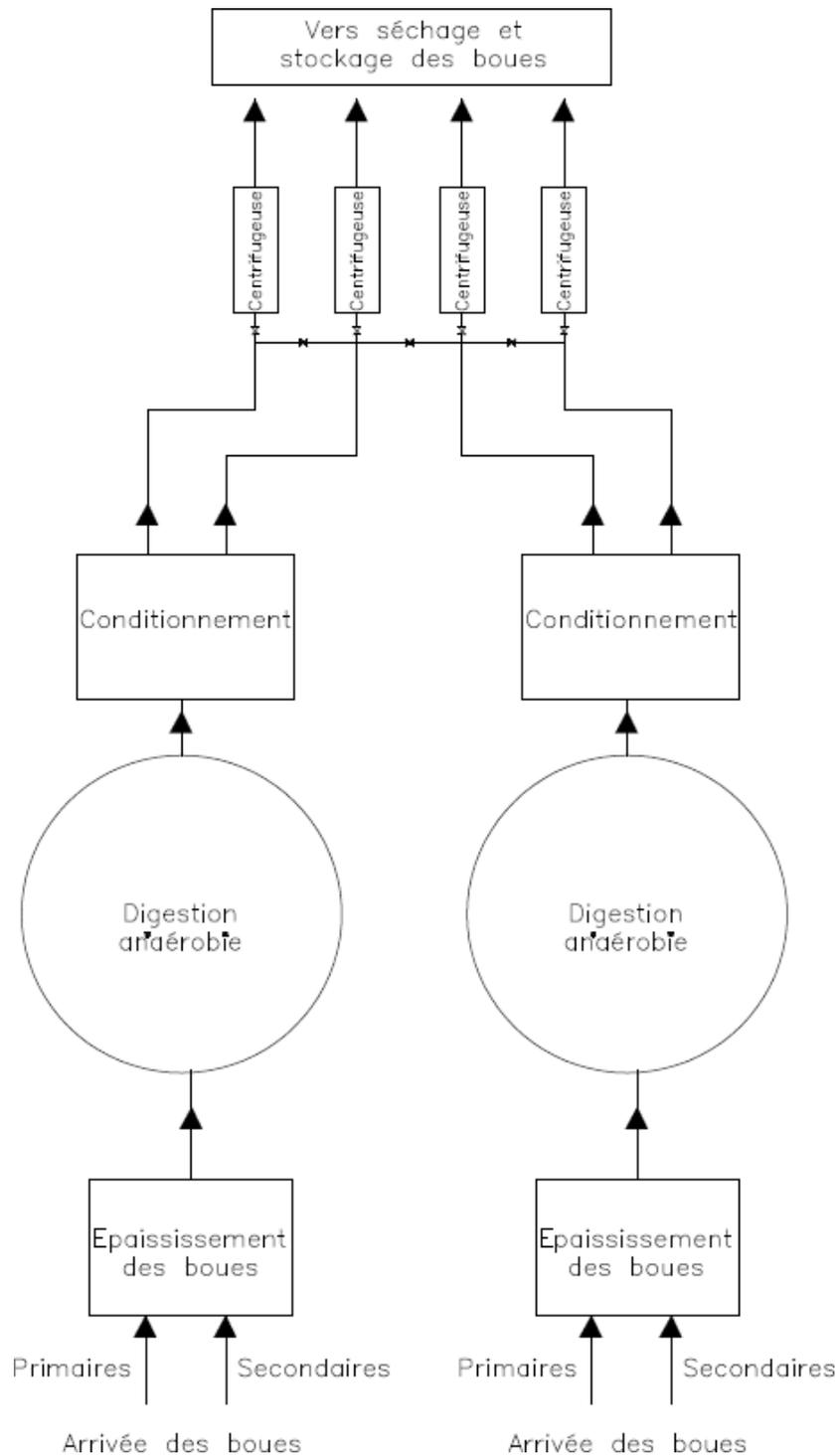


Figure 4 : Synoptique de la filière boues

4.1 FILIERE EAU

4.1.1 Arrivée des effluents

La station sera alimentée par pompage par les stations de Yamama (1.570 m³/s) et de Kalâat El Andalous (0.195 m³/s). Ces débits sont à mettre en cohérence avec les charges et débits à traiter tels qu'annoncé dans l'étude STUDI-SGI. Les effluents arriveront dans un regard qui alimente la bêche de relevage en tête.

4.1.2 Relevage de tête

La station de relevage de tête sera constituée de 8 pompes équipée chacune d'une colonne de relevage afin de mieux maîtriser la répartition du débit et assurer le comptage par débitmètre électromagnétique (sur chaque colonne). Le relevage est dimensionné, à l'instar de la station de traitement, pour garantir les performances de traitement attendues sur 3 files principales (la quatrième file servant de secours).

Les pompes seront équipées de variateurs de fréquence pour couvrir des plages de fonctionnement allant de 85 % à 115 % du débit nominal. Le secours est assuré d'une part grâce à la marge de 15 % par rapport au débit nominal sur chaque pompe.

Caractéristiques de la station de relevage de tête

Relevage en tête	
Nombre de pompes	8
Débit max par pompe (fréquence maxi)	1 583 m ³ /h
Hauteur manométrique totale	12.20 m
Dimensions de la bêche	25 m x 4 m (10 démarrages heure – marnage 1.5 m)

Equipements principaux du relevage de tête

Equipement relevage de tête
8 pompes de relevage et organes associés
8 colonnes de relevage DN450 mm en inox
8 poires de niveau
8 débitmètres électromagnétiques

4.1.3 Prélèvement des eaux brutes

En plus du comptage des effluents, il est prévu une mesure de pH et de température (sonde combinée) et l'installation d'un préleveur automatique de type multi-flacons réfrigéré en poste fixe. Les prélèvements seront proportionnels au débit.

Equipements de prélèvements

Mesures et prélèvements d'échantillons par file
1 mesure température + pH
1 préleveur réfrigéré multi-flacons

Ces équipements sont placés à l'aval des dégrilleurs fins avant les retours en tête (qui se feront dans le dessableur-déshuileur) afin de mesurer les débits et flux de pollution arrivant réellement sur la station.



Figure 5 : Exemple de préleveur automatique

4.1.4 Prétraitement

DEGRILLAGE GROSSIER ET FIN

L'étape de dégrillage permet de protéger les équipements situés en aval en retenant les éléments les plus grossiers contenus dans les effluents en entrée de station, éléments susceptibles de perturber le fonctionnement des équipements ou de les endommager.

Le dégrillage grossier sera assuré par 2 dégrilleurs droits à nettoyage automatique d'entrefer 15 mm installés au niveau du regard d'arrivée.

Le dégrillage fin sera assuré par 4 dégrilleurs automatiques à vis sans âme avec compacteur intégré de maille 6 mm.

Les dégrilleurs sont capotés (confinement des odeurs) et en inox 316 (tenue optimale des matériaux).

Chaque dégrilleur est isolable en amont par batardeaux et chaque file du dégrillage doit accepter le débit maximum de pointe réparti sur 3 ouvrages (soit 1 545 m³/h).

Caractéristiques des canaux de dégrillage fin

Nombre de files	4
Débit max admissible sur chaque file	1 583 m ³ /h
Largeur d'un canal	1.50 m
Hauteur d'eau dans le canal	0.5 m

Equipements des canaux de dégrillage grossier et fin

2 dégrilleurs droits automatique d'entrefer 15 mm (placés en amont de la bêche de relevage)
4 dégrilleurs automatiques capotés entrefer 6 mm
1 poire de niveau amont pour détection de colmatage par dégrilleur
1 jeu de batardeaux amont par dégrilleur
4 vis convoyeuses compacteuses capotées

Les refus de dégrillage (grossier et fin) sont évacués, par des vis convoyeuses, vers les bennes de stockage après compactage. Les bennes seront de type sur pneus accessibles pour leur manutention par camion remorque). Toutes les vis sont capotées pour des raisons de sécurité, d'hygiène et de confinement des odeurs. Elles seront en inox 316.



Figure 6 : Dégrilleurs automatiques couverts

DESSABLAGE DESHUILAGE

L'étape de dessablage-déshuilage permet d'éliminer les sables par décantation physique et les graisses par flottation après apport d'air. Le dessablage-déshuilage est réalisé dans 4 ouvrages rectangulaires identiques.

En fonctionnement normal, chaque ouvrage admet 25 % du débit de pointe.

En cas de problème sur une file de traitement, les files restantes seront à même d'accepter l'intégralité du débit de pointe sans dégrader notablement la qualité de traitement.

Éléments de dimensionnement des dessableurs-déshuileurs

Max admissible	6 333 m ³ /h
Surface utile totale	317 m ²
Volume utile total	790 m ³
Nombre de files	4
Vitesse superficielle à Qmax	20 m/h
Temps de séjour à Qmax	< 10 min

Caractéristiques de chaque dessableur-déshuileur

Dessableur-déshuileur	
Géométrie	Rectangulaire
Dimensions unitaires	13 m x 6 m
Surface unitaire totale	79 m ²
Hauteur utile de l'ouvrage	3.5 m
Volume liquide d'un ouvrage	277 m ³

Equipements de chaque dessableur-déshuileur

Sables
1 système air-lift
1 pont racleur et équipements annexes
Graisses
1 surpresseur d'air
1 pont racleur et équipements annexes (même équipement pour sables et graisses)

TRAITEMENT DES SABLES

Les sables récupérés en fond d'ouvrage et en amont des stations de pompage sont traités sur le laveur de l'installation.

La quantité de sables à traiter sur la station est estimée à environ 3 325 kg/j. Les sables, décantés au fond des dessableurs, sont extraits par air-lift, alimenté par un compresseur d'air, et refoulés vers le laveur à sables. Le volume d'eau sableuse est de 2 m³/j.

Le passage dans la vis sans fin du classificateur laveur avec aspersion d'eau industrielle assure leur nettoyage et leur essorage avant stockage dans une benne de 10 m³ assurant une autonomie de 5 jours en moyenne.

Une fosse à sable sera prévue pour le dépotage des sables issus du curage des réseaux.



Figure 7 : Exemple d'un laveur de sables

TRAITEMENT DES GRAISSES

Les graisses récupérées en surface des dessableurs-déshuileurs sont dirigées vers le traitement biologique des graisses.

Le traitement est réalisé par voie aérobie consistant à acclimater une culture biologique au substrat particulier que constituent les graisses.

Les graisses issues des prétraitements sont recueillies dans une fosse équipée d'un agitateur à vitesse rapide. Cet ouvrage tampon permet l'hydrolyse des graisses avant transfert par surverse vers l'ouvrage de digestion anaérobie.

Les nutriments nécessaires à l'ensemble de cette activité biologique sont apportés sous forme :

- d'urée (apport d'azote),
- d'acide phosphorique (apport de phosphore),
- de soude (régulation du pH).

Tous ces réactifs sont injectés dans le réacteur à l'aide de pompes doseuses.

L'apport d'oxygène ainsi que le brassage sont assurés en continu par un aérateur de surface de type turbine lente équipée d'un démarreur progressif électronique. Ce dispositif permet d'éviter les phénomènes de moussage fréquents dans les réacteurs de traitement biologique des graisses.

Eléments de dimensionnement du traitement biologique des graisses

DCO entrée station en moyenne	66 115 kg DCO/j
Graisses à traiter	3 471 kg DCO/j
Charge volumique appliquée au réacteur	3 à 5 kg DCO/m ³ .j
Temps de séjour	90 jours
Volume utile	870 m ³

Eléments de dimensionnement de la production d'air

Total besoin en air	2 450 kgO ₂ /j (0,7 kgO ₂ /kg DCO)
Coefficient de pointe horaire	1,8
Besoins horaires en air	190 kgO ₂ /h

Caractéristiques du réacteur de traitement biologique des graisses

Fosse d'hydrolyse	
Volume utile	100 m ³
Hauteur totale de l'ouvrage	4,50 m
Réacteur de traitement biologique des graisses	
Géométrie	Rectangulaire
Fond de l'ouvrage	Plat
Surface	250 m ²
Hauteur liquide maximum de l'ouvrage	3,50 m
Volume liquide de l'ouvrage	875 m ³

Equipements du réacteur de traitement biologique des graisses

Aération réacteur biologique
1 aérateur de surface type turbine lente
1 démarreur progressif électronique
Agitation fosse d'hydrolyse
1 agitateur à vitesse rapide
Instrumentation
1 mesure pH + Redox
1 sonde de niveau
Stockage réactifs
1 cuve d'acide phosphorique
1 cuve d'urée
1 cuve de soude
Injection réactifs
1 pompe doseuses urée
1 pompe doseuses acide phosphorique
1 pompe doseuses soude
1 coffret de protection commun
1 pompe de secours commune

4.1.5 Décantation primaire

La décantation primaire doit permettre de réduire les charges en entrée du réacteur biologique, sans pour autant déséquilibrer l'effluent (carence en matière organique pouvant nécessiter une réinjection de méthanol dans le traitement biologique). Par ailleurs les boues primaires sont plus fermentescibles pour la production de biogaz.

Pour la station projetée, nous proposons ainsi une décantation simple de type lamellaire permettant de garantir des performances optimales avec des ouvrages compacts. Une décantation physico-chimique, qui aurait permis une plus grande production de boues primaires, mais avec une consommation importante de réactifs est déconseillée.

Eléments de dimensionnement des décanteurs primaires

Zone de décantation	
Qmax admissible	6 333 m ³ /h
Surface utile totale	317 m ²
Volume utile total	1 300 m ³
Vitesse superficielle à Qmax	20 m/h
Temps de séjour à Qmax	12 min
Nombre de files	4 (identiques)

Caractéristiques de chaque décanteur

Zone de décantation	
Géométrie	Rectangulaire
Dimensions unitaires	12 m x 6.60 m
Surface totale	79 m ²
Hauteur utile de l'ouvrage	4.1 m
Volume liquide d'un ouvrage	323 m ³



Figure 8 : Décanteur lamellaire couvert



Figure 9 : Décanteur lamellaire non couvert

4.1.6 Réacteur biologique

Le traitement biologique sera réalisé par aération brassage dans un ouvrage équipé de dispositifs d'insufflation d'air fines bulles alimentés par des surpresseurs d'air. La dégradation de la pollution carbonée ainsi que la nitrification de l'azote organique se fait par oxygénation du milieu tandis que la dénitrification est obtenue en phase anoxique par syncopage de l'aération.

Le brassage sera effectué par des agitateurs grandes pales à vitesse lente. Le pilotage de l'aération sera réalisé à l'aide de sondes oxygène et rédox. La concentration en boues dans le bassin sera régulée par sonde MES.

Le traitement de la pollution phosphorée sera réalisé par voie physico-chimique (co-précipitation dans le bassin d'aération) en injectant des sels de fer ou d'aluminium à l'aide de pompes doseuses.

Pour limiter les nuisances sonores, les surpresseurs sont capotés et regroupés dans un local du bâtiment technique, dont les murs, les plafonds et les portes feront l'objet d'un traitement acoustique.

ZONE DE CONTACT

Equipée d'une agitation rapide et continue, elle permet de mélanger les effluents bruts aux boues recirculées pour une dégradation rapide de la pollution et le maintien d'une population bactérienne stable en limitant les risques de développement de bactéries filamenteuses. Pour un mélange optimum, le débit de recirculation est asservi au débit d'entrée des effluents bruts.

Eléments de dimensionnement de la zone de contact

Zone de contact	
Volume utile total	1 056 m ³
Temps de séjour à Qmax	10 min
Nombre de files	4 (identiques)

Caractéristiques de chaque bassin de contact

Zone de contact	
Géométrie	Rectangulaire
Dimensions unitaires	8 m x 5.5 m
Surface par bassin	44 m ²
Hauteur utile de l'ouvrage	6 m
Volume liquide d'un ouvrage	264 m ³

BASSIN D'AERATION

Eléments de dimensionnement du bassin biologique

Débit maximal admissible	6 333 m ³ /h
DBO ₅ entrée traitement biologique	29 455 kg/j
Charge massique appliquée	0.087 kg DBO ₅ /Kg MV
Concentration en MES	4 à 5 g/l
Volume total du réacteur biologique	80 000 m ³
Nombre de files de traitement	4 files

Caractéristiques de chaque file biologique

Géométrie	Parallélépipédique
Longueur	67 m
Largeur	50 m
Surface du bassin	3 335 m ²
Hauteur liquide	6 m
Volume du bassin	20 000 m ³

Chaque file biologique sera constituée de 4 compartiments équipés chacun de 4 agitateurs.

DEGAZEUR

Le dégazeur est destiné à la libération des gaz en sursaturation dans le milieu. Il permet d'éviter la remontée de ces gaz dans le clarificateur, entraînant par la même occasion des remontées de boues décantées.

Il est placé à la sortie du réacteur biologique. La surface de dégazage est dimensionnée pour une charge hydraulique de 60 m/h (recirculation comprise). Les surnageants sont récupérés en surface et évacués vers la filière de traitement des boues.

Eléments de dimensionnement du dégazeur

Débit maximal admissible	6 333 m ³ /h
Vitesse ascensionnelle sur Qmax (m/h)	60 m/h
Temps de séjour sur Qmax	5 min
Volume total du dégazeur	528 m ³
Nombre de files	4 files

Caractéristiques de chaque dégazeur

Géométrie	Parallélépipédique
Longueur	6 m
Largeur	3.7 m
Surface du bassin	22 m ²
Hauteur liquide	6 m
Volume du bassin	132 m ³

PRODUCTION D'AIR

La production d'air sera assurée par des surpresseurs d'air abrités dans un local couvert et insonorisé.

L'air parvient aux rampes de diffusion par un ensemble de tuyauteries inox plongeantes dans chaque bassin qui est raccordé à un réseau d'amenée d'air provenant de la centrale de production d'air.

Afin de limiter les nuisances sonores des machines, les surpresseurs sont tous capotés et regroupés dans un local. Les murs, les plafonds et les portes du local font l'objet d'un traitement acoustique. Ce local sera, par ailleurs, ventilé.

Des prises d'air à l'aide de grilles verticales seront prévues. Les débits d'air sont comptabilisés, totalisés et enregistrés à l'aide de compteurs installés sur les conduites principales de refoulement des surpresseurs.

Eléments de dimensionnement de la production d'air

Total besoin O ₂ en pointe (oxydation MO + métabolisme endogène des boues)	43 700 kg O ₂ /j
Coefficient global de transfert	0.58
Q _{air} nécessaire en pointe	65 700 Nm ³ /h

Equipements de production d'air par file principale

Aération
16 surpresseurs capotés de 4 100 Nm ³ /h – GM90 ou équivalent
Instrumentation
16 compteurs d'air
16 systèmes de mesure du débit d'air par tubes de Pitot
Tuyauterie
Canalisations en acier inoxydable 1.4307 (304L) y compris vannes d'isolement, piquages, coudes et joints anti vibratiles



Figure 10 : Exemple de réacteur biologique

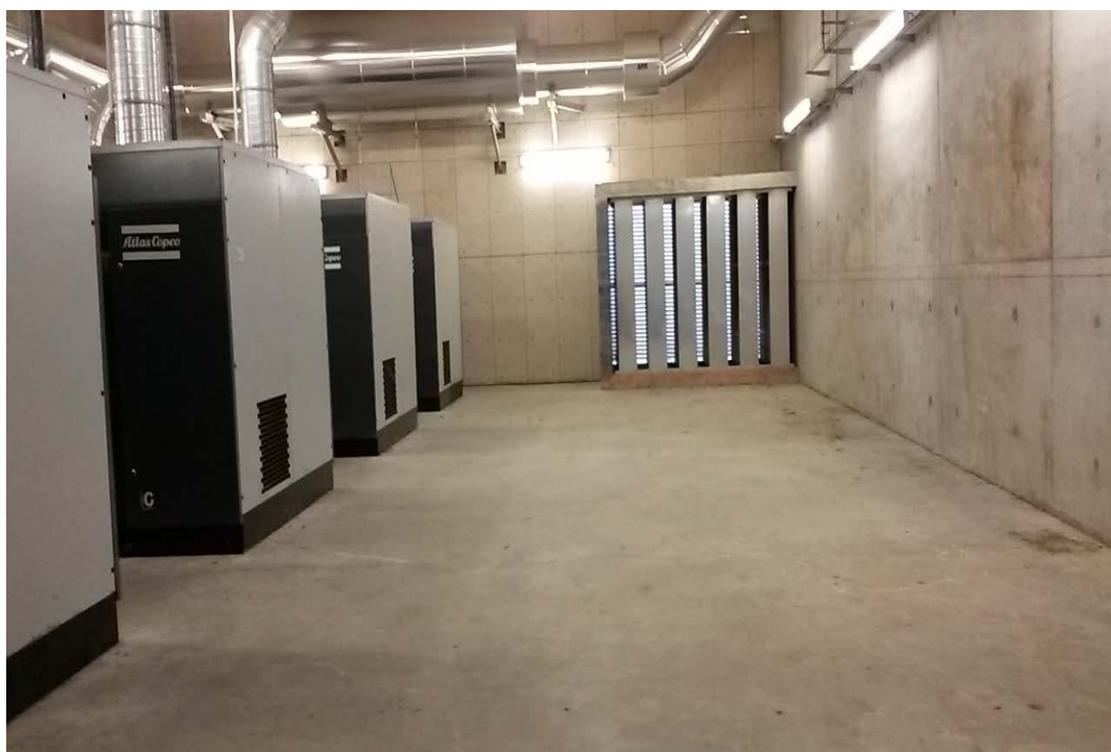


Figure 11 : Exemple de local surpresseurs d'air

4.1.7 Décantation secondaire

La séparation des boues et de l'eau traitée est assurée par le décanteur secondaire ou clarificateur. La liqueur mixte provenant du dégazeur est introduite dans le clarificateur en partie centrale.

Les eaux clarifiées sont évacuées par une goulotte périphérique équipée d'une paroi siphonide en inox pour éviter les départs de flottants vers le rejet. Les flottants sont récupérés grâce au raclage de surface et évacués dans le puits à boues.

Le clarificateur est équipé d'un pont radial avec lames de raclage de fond et de surface. Les boues ainsi collectées sont envoyées vers le puits à boues. Une mesure de voile de boues permet le déclenchement, pour un niveau haut, de la mise en route des pompes de recirculation et pour un niveau très haut une alarme.

Un dispositif de nettoyage automatique du canal périphérique par une brosse en U complété d'un système de nettoyage par de l'eau sous pression est installé sur le pont racleur au droit du canal périphérique et de la paroi siphonide.

Éléments de dimensionnement des clarificateurs

Qmax admissible	6 333 m ³ /h
Vitesse ascensionnelle à Qmax	0.8 m/h
Surface utile totale	7 916 m ²
Nombre de files / d'ouvrages	4 (identiques) / 8 ouvrages (2 par file)

Caractéristiques de chaque clarificateur

Zone de décantation	
Géométrie	Circulaire (cylindro-conique)
Dimensions unitaires	41 m (diamètre)
Surface unitaire du miroir	1 320 m ²
Hauteur d'eau dans l'ouvrage	4 m



Figure 12 : Exemple de décanteur secondaire (clarificateur)

4.1.8 Comptage et rejet des eaux traitées

Les eaux issues de chaque file de traitement passent dans un canal de comptage doté d'un Venturi préfabriqué (dont la plage de mesure doit couvrir 1/3 du débit de pointe, soit 2 111 m³/h) et d'une sonde de niveau à ultrasons.

Après comptage, les eaux traitées sont ensuite acheminées vers un regard de mise en charge permettant d'alimenter gravitairement le bassin de régulation (bassin de stockage pour réutilisation en agriculture) et la station de pompage alimentant le rejet en mer. La mise en place d'une station de pompage peut, ainsi, être évitée.

Il est également prévu un échantillonneur automatique réfrigéré, de type multi-flacons, en poste fixe au niveau du regard de mise en charge. Les prélèvements doivent pouvoir être proportionnels au temps ou au débit.

4.2 FILIERE BOUES

Les boues à traiter sont issues :

- des matières en suspension retenues (par décantation lamellaire) dans le décanteur primaire,
- des boues physico-chimiques issues de la précipitation du phosphore,
- des boues secondaires issues du traitement biologique,
- les boues issues du traitement biologique des graisses.

La production totale de boues a été estimée sur la base de la capacité de traitement maximale à l'horizon du projet.

4.2.1 Extraction épauissement des boues

EXTRACTION BOUES PRIMAIRES

Les boues décantées sont extraites à partir de 2 puits à boues (1 puits pour 2 files de décantation), ayant également une fonction d'épauissement, puis envoyées vers la bêche de mélange et d'épauissement en amont de la digestion. Chaque puits est équipé de 3 pompes (dont 1 e secours). Les pompes seront de type immergé à roues Vortex de capacité unitaire 30 m³/h équipées de variateurs de vitesse.

Les débits sont comptabilisés, totalisés et enregistrés à l'aide d'un débitmètre électromagnétique installé sur chaque conduite de refoulement.

Eléments de dimensionnement de l'extraction des boues primaires

Quantité de boues primaires à extraire	24 685 kg MS/j
Concentration des boues	20 g MS/l
Volume de boues à extraire par jour	1 235 m ³ /j.
Durée de fonctionnement par jour	12 h/j

Equipements de l'extraction des boues primaires

Extraction
2 puits à boues de 20 m ³ chacun (L=3 ; l=3 ; H=2.3)
6 pompes Vortex 30 m ³ /h (2 +1 secours par puits)
Instrumentation
2 débitmètres électromagnétiques
2 mesure de MES
Tuyauterie
2 canalisations inox ou PRV + coudes, vannes, piquages et vannettes de prise

RECIRCULATION - EXTRACTION DES BOUES SECONDAIRES

Afin de maintenir une concentration optimale des boues dans le bassin biologique et de réguler le niveau du voile de boues dans le clarificateur, il est nécessaire d'une part de recirculer les boues du clarificateur vers le bassin biologique et d'autre part d'en extraire le surplus vers le traitement des boues (bâche de mélange en amont de la digestion). Ce double rôle est assuré par le puits à boues.

Le taux de recirculation proposé est de 100 % sur le débit de pointe (soit un débit de recirculation de 4 630 m³/h) afin de fiabiliser le traitement biologique.

2 puits à boues seront installés (1 pour 2 files de traitement).

Eléments de dimensionnement de la recirculation et de l'extraction des boues biologiques

Recirculation	
Taux de recirculation	100 %
Débit de recirculation totale	6 333 m ³ /h
Débit de recirculation par puits	3 166 m ³ /h
Extraction	
Quantité de boues à extraire (bio et physicochimique)	30 375 kg MS/j
Concentration des boues	8 g MS/l
Volume de boues à extraire	3 800 m ³ /j
Durée de fonctionnement par jour	12 h/j
Débit total d'extraction	320 m ³ /h
Débit d'extraction par puits	160 m ³ /h

Equipements de la recirculation et de l'extraction des boues biologiques

Extraction + recirculation
2 puits à boues de 79 m ³ chacun (L=6.3 ; l=5 ; H=2.5)
6 pompes Vortex de 1 583 m ³ /h (2 +1 secours par puits) pour la recirculation
6 pompes Vortex de 80 m ³ /h (2 +1 secours par puits) pour l'extraction
Instrumentation
4 débitmètres électromagnétiques
4 mesures de MES
Tuyauterie
4 canalisations inox ou PRV + coudes, vannes, piquages et vannettes de prise

EPAISSISSEMENT DES BOUES AVANT DIGESTION

Les différentes boues produites par la station de traitement (boues primaires, boues biologiques et physicochimiques et boues issues du traitement biologique des graisses), sont mélangées et épaissies dans 2 épaississeurs statiques en amont de la digestion (un épaississeur pour 2 files).

Eléments de dimensionnement de l'épaississement avant digestion

Quantité totale de boues à épaissir	55 060 kg MS/j
Volume total de boues à épaissir	5 035 m ³ /j.
Concentration des boues épaissies	50 g MS/l
Volume total de boues épaissies	1 100 m ³ /j.
Durée d'alimentation du digesteur	20 h/j
Débit d'alimentation du digesteur	55 m ³ /h.

Equipements de l'épaississement des boues

Extraction épaississement des boues
2 épaississeurs statiques de 2 520 m ³
4 pompes Vortex 30 m ³ /h (1 + 1 de secours par épaississeur) pour transfert vers digesteur
Instrumentation
2 débitmètres électromagnétiques
2 mesures de MES
Tuyauterie
2 canalisations inox ou PRV + coudes, vannes, piquages et vannettes de prise

4.2.2 Digestion anaérobie des boues

Les boues primaires (issues de la décantation primaire) et secondaires (issues du traitement biologique, y compris des graisses) seront digérées dans le digesteur anaérobie permettant leur stabilisation. Le gaz produit par l'activité bactériologique sera utilisé pour alimenter un générateur pour la production d'énergie électrique dans le but d'alimenter les équipements de la station.

Eléments de dimensionnement de la digestion des boues en excès

Quantité de boues à digérer	55 060 kg MS/j
Volume de boues à digérer	1 100 m ³ /j
Temps de séjour mini	15 jours
Volume utile du digesteur	16 550 m ³
Charge volumique appliquée	2.1 kg MV/m ³ .j
Rendement d'abattement des MV	30 %
Ratio production de biogaz	0.9 Nm ³ /kg MV
Quantité de biogaz produite	Entre 5 400 Nm ³ /j et 7 400 Nm ³ /j
Volume du gazomètre (semaine type)	2 480 m ³
Autonomie	8 heures
Pouvoir calorifique	6.25 kWh/Nm ³
Puissance disponible (temps sec)	Entre 34 000 kWh/j et 46 400 kWh/j
Puissance valorisable	Entre 32 500 kWh/j et 44 000 kWh/j

Caractéristiques des digesteurs

Nombre de digesteurs	2
Volume utile unitaire	8 275 m ³
Hauteur utile	10 m
Surface utile unitaire	827.5 m ²
Diamètre d'un digesteur	32 m



Figure 13 : Exemple de digesteur

4.2.3 Déshydratation des boues

Il est prévu la déshydratation par centrifugation sur la base d'un fonctionnement de 5 jours par semaine et 8 heures par jour.

EXTRACTION DES BOUES DIGEREES

Les boues digérées sont extraites du digesteur puis envoyées vers 2 puits de dégazage et de stockage tampon. L'alimentation de l'atelier de déshydratation se fait depuis ces puits. Les débits sont comptabilisés, totalisés et enregistrés à l'aide d'un débitmètre électromagnétique installé sur chaque conduite de refoulement.

Eléments de dimensionnement de l'extraction des boues en excès

Quantité de boues digérées	46 800 kg MS/j
Quantité hebdomadaire de boues à déshydrater	340 200 kg MS/sem
Quantité journalière de boues à déshydrater	67 540 kg MS/j
Concentration des boues	42 g MS/l
Volume de boues à extraire par jour	1 610 m ³ /j.

Equipements de l'extraction des boues

Extraction des boues
2 bâches tampon de dégazage de 200 m ³ chacun (L=8 ; l=8 ; H=3)
6 pompes Vortex de 100 m ³ /h (2 + 1 de secours par bâche)
4 variateurs de vitesse (1 par pompe)
Instrumentation
4 débitmètres électromagnétiques
4 mesures de MES
Tuyauterie
4 canalisations inox ou PRV + coudes, vannes, piquages et vannettes de prise

DESHYDRATATION DES BOUES DIGEREES

Il est prévu la mise en place de 4 centrifugeuses capotées de capacité unitaire maximale 2 150 kg MS/h (50 m³/h), munies de variateur de fréquence et fonctionnant 8h/j, 5j/7 (40 heures par semaine).

Éléments de dimensionnement de la déshydratation des boues

Fonctionnement centrifugeuse	5 j/7, 8 h/j
Flux journalier à traiter	67 540 kg MS/j
Flux horaire à traiter	8 445 kg MS/h
Débit maxi à traiter	200 m ³ /h
Taux de polymère pour floculation	11 kg/t MS

Equipements de la déshydratation

Polymère
4 stations de préparation automatique de 1.5 m ³ chacune
8 pompes d'injection de polymère à vis excentrée de 2 m ³ /h (4 + 4 secours)
Déshydratation
4 centrifugeuses + vis de convoyage (D5)
Instrumentation
Détecteur CH ₄ et H ₂ S dans local déshydratation
4 débitmètres polymères
Evacuation
4 pompes à rotor excentré de 5 à 15 m ³ /h

En sortie de déshydratation, les boues sont évacuées au moyen de pompes à rotor excentré vers l'aire de stockage des boues.

Les centrifugeuses, les pompes et la station de préparation automatique de polymères ont placées dans un local carrelé. Les boues produites présenteront une siccité minimale de 20 % sans chaulage.



Figure 14 : Centrifugeuse (déshydratation des boues)

4.2.4 Stockage des boues déshydratées

Le volume de boues produite est estimé à 67.5 tonnes de matières sèches par jour à la capacité maximale (95 000 m³/j d'eau traitées), soit 340 m³ de boues brutes à 20 % de siccité.

Pour le séchage des boues à 45 %, il est proposé la construction de serres solaires.

Une aire de stockage couverte permettra le contrôle de la qualité des boues produites avant évacuation. Nous proposons une autonomie d'un mois soit 2500 m².

Eléments de dimensionnement du séchage des boues

Stockage sur aire à boues couverte	
Serres solaires	
Surface	25 000 m ²
Aire à boues couverte	
Volume utile	4 500 m ³
Hauteur de stockage des boues	1.8 m
Surface de stockage	2 500 m ²
Autonomie totale	1 mois
Chargement – évacuation vers destination finale	
1 Chargeur à demeure sur site + 2 camions (à acheter)	

4.3 POSTES COMMUNS

4.3.1 Traitement de l'air

Il n'est pas envisagé un traitement de l'aire pour le site d'El Hessiane. En effet d'après les conclusions de l'étude STUDI-SGI, le risque de nuisance est très limité, étant donné l'éloignement des zones d'habitation.

4.3.2 Fonctions annexes

POSTE TOUTES EAUX

Deux postes toutes eaux sont prévues.

1 poste qui récupère les eaux d'égoutture du bâtiment de prétraitements (lavage des sols et machines - vis convoyeuses-compacteuses des refus de dégrillage grossier et fin – tamisage et lavage des sables).

1 poste qui récupère les eaux issues de la centrifugation, des purges de la désodorisation, des siphons de sol des différents locaux, du lavage des locaux, des égouttures et des eaux vannes.

Les eaux du poste toutes eaux sont acheminées par pompage en amont du dessableur-déshuileur.

Chaque poste est équipé de 2 pompes submersibles dont 1 en secours de capacité unitaire 200 m³/h. Les pompes permutent automatiquement après chaque phase de fonctionnement. Chaque pompe refoule sur une file de façon à répartir les volumes sur les deux files de traitement.

Caractéristiques du poste toutes eaux

Poste toutes eaux	
Géométrie	Rectangulaire
Fond de l'ouvrage	Forme de pente
Surface	6 m ²
Longueur utile de l'ouvrage	2,50 m
Largeur utile de l'ouvrage	2,50 m
Hauteur totale de l'ouvrage	2,00 m
Hauteur liquide de l'ouvrage	1,50 m
Couverture	Béton + trappes métalliques
Equipement	
2 + (1) pompes Vortex 100 m ³ /h à 10 m de HMT chacune	
1 sonde de niveau ultrasonique et jeu de poires de secours	
Conduites inox 1.4307 (304L) y compris coudes, coupes et raccords	

EAU INDUSTRIELLE

L'eau traitée est de qualité suffisante pour être utilisée sur le site afin de diminuer la consommation en eau potable pour les besoins du process et des lavages. Afin de s'affranchir d'éventuels problèmes sanitaires liés à la réutilisation d'eau traitée, une partie de l'eau industrielle sera désinfectée au chlore pour l'alimentation des prises d'eau. Un double circuit autonome d'eau industrielle sera donc installé sur le site de la station de traitement.

L'eau industrielle est prélevée au niveau de la bache de stockage d'eau traitée et alimente un groupe de surpression prévu pour distribuer l'eau industrielle à une pression de service de 7 bars pour un débit maximum de 100 m³/h (1 pompes à vitesse variable + 1 en secours). Une filtration et une désinfection seront préalablement mises en place.

La capacité du réseau est calculée pour subvenir aux différents besoins de la station. Il alimente principalement le lavage des points suivants :

- dégrilleurs, vis convoyeuses-compacteuses,
- lavage des sables,
- centrifugeuses,
- zones de stockage des boues,
- nettoyage des différentes zones et locaux techniques,
- etc., ...

Equipements de surpression d'eau industrielle par circuit

Surpression eau industrielle
1 + (1) pompes à vitesse variable 100 m ³ /h
1 filtre à sable
1 ballon de régulation
Désinfection
1 pompe doseuse d'injection
1 mélangeur en ligne
1 cuve de dilution pour eau chlorée
Instrumentation
1 pressostat
1 interrupteur à flotteur

Deux circuits seront mis en place.

EAU POTABLE

Le réseau d'alimentation en eau potable est équipé d'un disconnecteur et d'une vanne d'isolement et alimentera les points principaux suivants :

- première dilution des réactifs
- sanitaires (douches + toilettes),
- laboratoire,
- vestiaires,
- cuisine.

4.3.3 Electricité automatisme

PRODUCTION ELECTRIQUE PAR LA COGENERATION

La production de gaz assurée par la digestion anaérobie des boues, est évaluée entre 32 000 et 44 000 KWH par jour, respectivement à la capacité moyenne et maximale de traitement. Elle permet d'assurer près de 50 % des besoins de la station.

POSTES DE LIVRAISON ET TRANSFORMATEURS

Le site sera alimenté par un réseau haute tension pour assurer les besoins en électricité. Le fonctionnement de la station nécessitera l'installation de transformateurs HT/BT (25 kV / 400 V) pour une puissance totale de (y compris réserve de capacité de 20 %) de :

Puissance électrique (KVA)	4 500
----------------------------	-------

Le local transformateur sera installé à l'intérieur de la station. La puissance nécessaire sera transformée par un ou deux postes de transformation électrique installés dans ce local (4 500 kVA ou 2 x 2 250 kVA).

L'alimentation se fera par une boucle HTA équipée de :

- une cellule HTA d'arrivée de boucle avec protections homopolaires,
- une cellule HTA de comptage,
- une cellule HTA de coupure d'artère,
- une cellule HTA de protection transformateur par interrupteur fusible combiné.

ECLAIRAGE

L'ensemble des locaux techniques est éclairé par des luminaires fluorescents étanches.

L'ensemble des locaux d'exploitation est éclairé par luminaires fluorescents basse luminance et l'éclairage de sécurité est réalisé par blocs autonomes.

L'éclairage extérieur est réalisé par des candélabres équipés d'une lanterne le long des voies de circulation et des projecteurs montés en applique sur les façades du bâtiment.

Les niveaux d'éclairage sont les suivants :

- bureaux et laboratoires : ⇒ 400 lux
- postes de travail et de sécurité : ⇒ 300 lux
- ambiance générale des ateliers :
 - magasins, locaux sanitaires, garages, etc... ⇒ 150 lux
 - aires de circulation à l'intérieur des bâtiments ⇒ 100 lux
- pour les installations extérieures
 - abords de bâtiments, points dangereux ⇒ 75 lux
 - voirie principale ⇒ 30 lux

BILAN DE PUISSANCE

Le bilan de puissance est estimé sur la base d'un fonctionnement normal de l'ensemble des appareils électromécaniques de la station en fonction. L'estimation de la puissance électrique nécessaire au fonctionnement des installations est présentée dans le tableau ci-dessous :

Puissance installée (KW)	Puissance consommée (KW)
3 600	3 100

CONSOMMATION

La consommation énergétique est estimée à partir du fonctionnement individualisé de chaque organe. La consommation électrique annuelle est estimée à environ :

Consommation annuelle (kWh/an)	29 851 614
--------------------------------	------------

Le bilan détaillé est présenté dans le tableau ci-après.

Estimation/Bilan des Consommations Energétiques											
Equipements installés	Nombre	Nombre en marche	Nombre en secours	P installée unitaire kW	P totale installée kW	P absorbée unitaire kW	P totale absorbée kW	Temps fonct. h/j	Consom. kWh/j	Consom. kWh/sem	Consom. kWh/an
Arrivée des effluents - Prétraitements											
Dégrillage grossier											
dégrilleur 15 mm à nettoyage automatique	2	2	0	1	2	1	1	16	19	134	6 989
vis convoyeuse - compacteuse	2	2	0	3	6	2	5	8	38	269	13 978
Relevage de tête											
pompes de relevage	8	4	4	90	360	72	288	16	4 608	32 256	1 677 312
Dégrillage fin											
dégrilleur 6 mm à nettoyage automatique	4	4	0	1	2	0	2	16	31	215	11 182
vis convoyeuse - compacteuse	4	4	0	3	12	2	10	8	77	538	27 955
Dessableur-Deshuileur											
pont racler de surface	4	4	0	0	1	0	0	24	7	50	2 621
compresseur "air lift"	4	4	0	3	12	2	10	2	12	84	4 368
Traitement des sables											
laveur de sables	1	1	0	3	3	2	2	2	5	34	1 747
Traitement biologique des graisses											
broyeur	1	1	0	0	0	0	0	2	1	4	233
agitateur fosse	1	1	0	2	2	2	2	24	42	296	15 375
pompe de reprise 30 m3/h	1	1	0	3	3	2	2	12	29	202	10 483
agitateur traitement biologique	2	2	0	2	4	2	4	24	84	591	30 751
aérateur de surface	1	1	0	62	62	49	49	24	1 181	8 266	429 811
pompes doseuses	4	4	0	1	4	1	3	12	38	269	13 978
pompes extraction des boues	6	4	2	5	20	4	16	12	192	1 344	69 888
Total prétraitements					493		394		6 364	44 551	2 316 671
Traitement primaire											
raclage des boues	4	4	0	0	1	29	116	12	1 392	9 744	506 688
Total traitement primaire					1		116		1 392	9 744	506 688
Traitement biologique des eaux											
Bassin biologique											
agitateur zone de contact	4	4	0	3	12	2	10	24	230	1 613	83 866
agitateur bassin biologique	16	16	0	3	48	2	38	24	922	6 451	335 462
injection de chlorures ferriques	8	4	4	3	12	2	10	16	154	1 075	55 910
surpresseur d'air	16	16	0	110	1 760	98	1 568	14	21 952	153 664	7 990 528
recirculation des boues	6	4	2	95	380	76	304	16	4 864	34 048	1 770 496
Total traitement biologique des eaux					2 212		1 930		28 122	196 851	10 236 262
Traitement des boues											
préparation polymère	8	4	4	1	4	1	4	8	28	197	10 250
pompes injections polymères	8	4	4	2	7	1	5	16	87	609	31 683
pompe extraction boues primaires	6	4	2	2	6	1	5	10	48	336	17 472
pompe extraction boues secondaires	6	4	2	2	6	1	5	10	48	336	17 472
pompe alimentation digesteurs	4	2	2	3	6	2	5	20	99	694	36 109
énergie pour chauffage digestion									34 414	240 898	12 526 696
pompe extraction boues digérées	4	2	2	3	6	2	5	10	50	347	18 054
pompe alimentation centrifugeuse	6	4	2	5	20	4	16	8	128	896	46 592
centrifugeuse	4	4	0	70	280	56	224	8	1 792	12 544	652 268
vis sous centrifugeuse	4	4	0	2	8	2	6	8	51	358	18 637
vis convoyage boues	4	4	0	5	20	4	16	8	128	896	46 592
Total traitement des boues					364		291		36 873	258 112	13 421 845
Poste toutes eaux											
pompes	2	1	1	15	15	12	12	4	48	336	17 472
Total poste toutes eaux					15		12		48	336	17 472
Divers											
	4	2	2	15	30	12	24	4	96	672	34 944
chauffage : 2 CTA+ventilateurs	2	2	0	50	100	40	80	14	1 120	7 840	407 680
ventil. extr. air chaud local surpresseur	4	4	0	6	24	5	19	24	461	3 226	167 731
éclairage	1	1	0	20	20	16	16	10	160	1 120	58 240
groupe surpression eau industrielle	1	1	0	30	30	24	2	8	14	101	5 242
monte charge 1 T	1	1	0	18	18	14	2	1	2	13	655
Total divers					192		117				638 893
Total consommation STEP					3 276		2 860		72 799	509 595	27 137 831
Pertes en ligne + conso diverses: 10 %									7 280	50 959	2 713 783
Total STEP					3 604		3 146		80 079	560 554	29 851 614
Energie produite par la cogénération									44 129	308 903	16 062 956
Bilan général pour la station									-35 950	-251 651	-13 085 876

4.3.4 Supervision et GMAO

L'exploitation et la conduite d'une installation doivent assurer les fonctions suivantes :

- Contrôle : connaissance en permanence de l'état de fonctionnement des équipements.
- Réglage : correction ou modification du fonctionnement des équipements ou paramètres.
- Commande : action en cas de nécessité ou d'urgence sur des équipements.
- Gestion : archive et analyse des résultats d'exploitation.

Les fonctions décrites ci-dessus peuvent être exécutées localement (à partir des armoires ou châssis de distribution et coffrets situés à proximité des machines) ou à distance (à partir du poste de supervision de la salle de supervision).

L'ensemble de l'installation sera supervisé depuis un poste central, installé dans une salle de supervision.

Le poste est équipé de plusieurs écrans affichant des synoptiques représentant les installations, avec le report de toutes les indications nécessaires à la conduite de l'installation (état marche-arrêt, défaut, franchissement de seuil, mesures, alarmes ...).

La commande manuelle des équipements (fonctionnement exceptionnel en cas d'intervention locale ou de panne) doit se faire, au plus près des unités correspondantes pour des raisons de sécurité d'exploitation, par l'intermédiaire de commandes en façade des armoires de distribution de puissance (écrans tactiles).

Le dialogue entre le poste de supervision et les automates locaux sera assuré par réseau ETHERNET réalisé en fibre optique et connexion RJ45.

En complément, les documents d'exploitation et de suivi de gestion, ainsi que les documents de suivi de la maintenance sont traités par une Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO).

4.3.5 Télésurveillance et astreinte

Pour reprendre les informations de la station et assurer la gestion d'astreinte de la station, celle-ci est équipée d'un système de télésurveillance de type SCADA, SOFREL, PERAX ou équivalent.

Le système de télésurveillance réalise les tâches d'acquisition, de mémorisation et de diffusion de l'information et en particulier les fonctions de :

- télésignalisation,
- téléalarme,
- télécomptage,
- télémesure.

En cas d'incident sur la supervision, le transmetteur assure une télésurveillance autonome avec report d'alarmes vers l'agent d'astreinte.

4.3.6 Système de contrôle commande

Le système de contrôle-commande comprend :

- Une chaîne de mesures complète destinée à surveiller les paramètres de fonctionnement et de régulation de la station :
 - mesures des niveaux et de débits (eau, boues),
 - suivi des paramètres tels que la température, l'O₂ dissous,
 - préleveurs d'échantillons et analyses en continu.
- Un système à base d'automates programmables redondants affectés à chacune des grandes fonctions de la station de traitement et destinés à assurer principalement :
 - les fonctions de supervision à base de logiciels spécialisés qui permettent la projection de synoptiques fonctionnels sur écrans d'ordinateur (micro-informatique multiposte),
 - les fonctions de régulation tant hydraulique que d'adjonction de réactifs ou encore de commande de la production d'air,
 - les fonctions d'édition de journal de bord et de maintenance préventive.

Les appareillages de commande et de contrôle sont regroupés dans les armoires installées dans les locaux électriques.

La mise en place d'une télégestion permettra à l'exploitant en astreinte d'être au courant instantanément en cas de déclenchement d'alarme, et de pouvoir intervenir si besoin.

4.3.7 Manutention des équipements

Les moyens de levage, de transport et d'évacuation en dehors des bâtiments sont indispensables pour les équipements nécessitant un entretien courant, notamment les pompes, les moteurs, les agitateurs, ...

A l'intérieur des locaux seront installés des monorails avec palan ou des potences de levage pour l'entretien et la maintenance des appareils (dégrilleurs, local centrifugeuses, local surpresseur, ...).

Les équipements situés en sous-sol pourront être levés via la zone de circulation verticale.

Le chargeur télescopique servira également à toutes les manutentions de la station (livraisons de matériel et réactifs, déplacement de bennes ou containers, levage d'équipement divers...).

4.3.8 Sécurité du personnel

Des barres anti-chute et des garde-corps seront mis en place pour assurer la sécurité du personnel,

Les effluents bruts peuvent contenir certains gaz dangereux comme l'H₂S et le CH₄. C'est pourquoi, il est prévu d'équiper plusieurs locaux et ouvrages de détecteurs de gaz, chacun associé à une alarme lumineuse (gyrophare) et sonore.

4.3.9 Instrumentation

Mesure des débits

Mesure	Implantation	Type de mesure
Débit effluent brut	En amont des dégrilleurs	Electromagnétique
Débit effluent traité	Sortie traitement	Venturi
Débit boues recirculées	Conduite de recirculation	Electromagnétique
Débit boues digérées	Amont digesteur	Electromagnétique
Débit boues extraites	Amont centrifugeuses	Electromagnétique
Débit air process	Canalisation d'air	Compteur
Débit poste toutes eaux	Conduite de relevage	Electromagnétique

Prise d'échantillons

Prélèvements	Implantation	Type de prélèvement
Effluent brut	En amont dessableurs/déshuileurs	Préleveur automatique
Effluent traité	Sortie décanteurs secondaires	Préleveur automatique
Boues extraites	Amont centrifugeuses	Prélèvements locaux

Sondes et mesures de régulation

Zones	Mesures
Entrée station	Mesures CH ₄ , H ₂ S
Local centrifugeuses	Mesures CH ₄ et H ₂ S
Bassins biologiques	O ₂ + MES + redox

D'une façon générale, toutes les entrées et sorties des réactifs, sous-produits, sont mesurées ainsi que les niveaux dans les bâches et bassins.

4.4 PRESCRIPTIONS POUR LE DIMENSIONNEMENT DU GENIE CIVIL

4.4.1 FONDATIONS

Une campagne géotechnique a été réalisée sur le site retenu d'El Hessiane, en 2016. Elle a porté sur la réalisation de :

- 4 sondages pressiométriques à 20 m de profondeur, avec essais pressiométriques tous les 3 m sur les 10 premiers m et tous les 4 m au-delà ;
- Deux sondages carottés à 20 m de profondeur, avec prélèvement d'échantillons et essais au laboratoire. Un des sondages a été équipé en piézomètre pour le suivi de la nappe.

Les résultats de la campagne ont permis de mettre en évidence les compositions suivantes :

- Une couche de terres végétales de 20 à 50 cm de profondeur,
- Une alternance d'argiles silteuses (plastiques, grisâtres et vaseuses) et de sables fins (bruns-grisâtre), avec présence de débris de coquilles, sur une épaisseur de 7 m à 12.3 m,

Les conclusions que l'on peut retenir à l'issue de la campagne sont les suivantes :

- La présence d'une nappe à -1.3 m en moyenne par rapport au TN,
- L'eau du sol est moyennement agressive avec des teneurs en sulfates variant entre 550 mg/l et 850 mg/l,
- Les compositions rencontrées présentent des caractéristiques mécaniques globalement médiocres,
- La profondeur d'investigation n'a pas permis de rencontrer un substratum,
- Les essais de consolidation montrent un sol non consolidé dans son état actuel, ce qui justifie en grande partie leur caractéristique jugée médiocre. Une consolidation avant la réalisation des ouvrages permettrait une grande amélioration des caractéristiques géotechniques.

Une nouvelle campagne de sondages à 40 m est en cours, les résultats permettront de mieux appréhender les contraintes du sol et de proposer les solutions de fondations adéquates.

Une attention particulière sera apportée au niveau des joints d'étanchéité à mettre en place.

La qualité des ciments tiendra compte de la proximité de la mer (environnement salin nécessitant une bonne protection des aciers) vis-à-vis de leur teneur en chlorures et sulfates.

4.4.2 HYPOTHESES A PRENDRE EN COMPTE POUR LES CALCULS

Charges permanentes

- poids propre des ouvrages en béton (2,5 t/m³),
- charges permanentes liées au process.

Charges d'exploitation

- eau d = 1,1 t/m³,
- charges dues aux équipements (stockages divers, engins, ...),
- charges climatiques (vent et neige).

Béton

Les résistances caractéristiques des bétons seront :

- Fc 28 30 MPa pour les bétons courants,
- Fc 28 35 MPa pour les poteaux et ouvrages fortement chargés.

La fissuration est considérée comme très préjudiciable pour les bassins en eau.

Acier

Les armatures pour béton auront les caractéristiques suivantes :

- Fe 500 MPa pour les aciers haute adhérence,
- Fe 235 MPa pour les aciers doux.

Etanchéité

Pour réaliser l'étanchéité des bassins il est prévu les dispositions suivantes :

- un hydrofuge dans la masse est ajouté au béton,
- les joints de reprise sont traités par mise en place de feuillards ou de joints hydrogonflants,
- la contrainte de traction est limitée dans les calculs,
- un ciment à faible chaleur d'hydratation et à faible teneur en chlorures est retenu.

L'étanchéité peut être améliorée en prenant soin de bien compacter le béton en optimisant le phasage de construction pour limiter les retraits différentiels au droit des encastremements, notamment des voiles avec les radiers.

Accès à la station :

Il n'existe actuellement aucun accès direct au site. L'accès au site se fera à partir des routes côtières par une bretelle d'une centaine de mètres de longueur à aménager pour une desserte par des véhicules lourds.

Voiries :

Les voiries de circulation extérieure sont prévues pour l'accès des véhicules lourds aux bâtiments. Elles ont une largeur minimum de 5,00 m.

Une aire de retournement est prévue devant le bâtiment des prétraitements (desservant la zone de stockage des sous-produits) et devant l'aire à boues.

Les places de stationnement suivants sont à prévoir :

- parking exploitation/visiteurs : 20 places pour véhicules légers dont une adaptée aux personnes à mobilité réduite,
- 2 places pour camions.