



Année Universitaire : 2015-2016



**Master Sciences et Techniques : Géo-ressources et Environnement**

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et  
Techniques

### **Etude des possibilités d'extension de la STEP de SKHIRAT region Rabat-Salé-Zemmour-Zaërs**

**Présenté par:**

**OUALI Ghita**

**Encadré par:**

- Pr. Abderrahim LAHRACH, FST-Fès
- Pr. Faiza BENJELLOUN, FST-Fès
- Mr. Mohamed ZAGHLOUL, REDAL-Rabat

**Soutenu le 14 Juin 2016 devant le jury composé de:**

- Pr. Abderrahim LAHRACH
- Pr. Abdel-Ali CHAOUNI
- Pr. Faiza BENJELLOUN
- Pr. Lahcen BENAABIDATE
- Pr. Mohammed BENABDELHADI

**Stage effectué à : REDAL RABAT,**



## Sommaire

<i>Dédicace</i> .....	v
<i>Remerciements</i> .....	vi
<i>Liste des figures</i> .....	vii
<i>Liste des tableaux</i> .....	viii
<i>Abréviation</i> .....	ix
Introduction .....	1
<i>Chapitre 1</i> .....	2
<b>CADRE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE</b> .....	2
I. Présentation de la ville de SKHIRAT .....	3
1. Contexte géographique.....	3
2. Contexte climatique .....	4
2.1. Température.....	4
2.2. Pluviométrie .....	4
3. Contexte géologique .....	4
4. Contexte hydrogéologique.....	5
5. Contexte hydrologique.....	5
<i>Chapitre 2</i> .....	6
<b>PRESENTATION DE LA STEP</b> .....	6
I. Présentation de la station d'épuration des eaux usées de SKHIRAT .....	7
1. Fiche techniques de la STEP .....	7
2. Les eaux à traiter .....	9
3. Etapes de traitement des eaux usées .....	9
3.2. Le prétraitement des eaux usées .....	10
3.2.1. Dégrillage.....	10
3.2.1.1. Dégrillage grossier .....	10
3.2.1.2. Dégrillage automatique.....	10
3.2.1.3. Compacteur des déchets.....	10
3.2.2. Dessablage-Dégraissage et déshuilage.....	11
3.2.2.1. Classificateur à sable .....	12
3.2.2.2. Désodorisant par charbon actif.....	12
3.3. La décantation primaire .....	12

3.3.1.	Circuit boue et gaz.....	13
3.3.1.1.	Digesteur .....	13
3.3.1.2.	Gazomètre.....	14
3.3.1.3.	Lits de séchage .....	15
3.3.2.	Circuit eau.....	16
3.3.2.1.	Lagunes facultatives .....	16
3.3.2.2.	Lagunes de maturations.....	17
4.	Les eaux traitées.....	17
<i>Chapitre 3</i> .....		19
<b>DIMENSIONNEMENT DU DECANTEUR ET ANALYSE DES DONNEES DE LA STATION</b> .....		19
I.	Dimensionnement du décanteur .....	20
1.	Conception du décanteur.....	20
2.	Le dimensionnement.....	21
II.	Les données actuelles de la station.....	23
II.	Rendement de la STEP.....	24
1.	Paramètres chimique des eaux usées de la ville de SKHIRAT .....	24
<i>Chapitre 4</i> .....		28
<b>POSSIBILITE D'EXTENSION DE LA STEP</b> .....		28
I.	Problématique.....	29
II.	Extension de l'existant .....	30
1.	Principe des lagunes aérées .....	31
2.	Appareils d'aération .....	32
3.	Avantages des lagunes aérés.....	34
4.	Inconvénient des lagunes aérées.....	34
III.	Extension avec changement du type de traitement (bio-disque).....	35
1.	Description du bio-disque .....	35
2.	Principe de fonctionnement.....	36
3.	Les avantages du bio-disque .....	37
4.	Inconvénient du bio-disque.....	37
<i>Chapitre 5</i> .....		38
<b>Comparaison des deux possibilités d'extension de la STEP</b> .....		38
1.	Les contraintes de site.....	39
2.	Le point de vue des performances.....	39
3.	Impacts sur le cadre de vie.....	40

4. Facilité d'entretien .....	40
Conclusion.....	42
<i>Annexe 1 (Méthodes de traitement des eaux usées).....</i>	<i>44</i>
I. Généralités sur l'épuration des eaux usées .....	44
1. Le prétraitement .....	44
2. Le traitement primaire .....	45
3. Le traitement secondaire : .....	45
<i>Annexe 2 (Présentation de l'entreprise).....</i>	<i>46</i>
I. Présentation de l'entreprise.....	46
1. Présentation de Veolia .....	46
2. Présentation de REDAL.....	47
3. Organigramme de REDAL .....	48
4. Direction Eau et Assainissement .....	49
<i>Annexe 3.....</i>	<i>50</i>
<i>Annexe 4 (Réglementation marocaine du rejet des eaux usées).....</i>	<i>52</i>
<i>Références bibliographiques .....</i>	<i>55</i>
<i>Webographie .....</i>	<i>56</i>

## Dédicace

« JE COMMENCE PAR RENDRE GRACE À DIEU ET À SA BONTÉ, POUR LA PATIENCE, LA COMPÉTANCE ET LE COURAGE QU'IL M'A DONNÉ POUR ARRIVER À CE STADE. »

Comme symbole d'une profonde reconnaissance et d'une gratitude égale, je dédie ce modeste travail :

À ma mère **Najiba SLIMANI** qui représente pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

À mon père **Mohamed Najib OUALI** qui, par son exemple constant de courage et de persévérance, m'a appris le sens et la valeur du travail.

À mon frère **Abderrahmane**, à ma Chère tante **Naima** et à mes cousins **Bouchra, Sanae, Aicha et Moncef** pour leur soutien et encouragement continus.

À l'âme de mon deuxième père **Mohamed Tajdine BOUACHRINE**, j'espère que tu habites les paradis.

À toute ma famille, mes amis, et à tous ceux et celles qui ont façonné la trame de mon quotidien.

## Remerciements

La rédaction du présent mémoire me donne le privilège et l'opportunité de remercier très sincèrement les personnes qui, par leur enseignement, leur soutien et leurs conseils, m'ont aidé à sa réalisation.

Mes premières pensées et ma reconnaissance la plus profonde se tournent vers le responsable du département technique assainissement de REDAL, **Mr. Mohamed ZAGHLOUL** qui m'a bien accueilli au sein de son département, en m'accordant un stage au département technique assainissement. Je le remercie aussi pour sa gentillesse et son soutien.

Mes profonds remerciements vont à mon encadrant **Pr. Abderrahim LAHRACH**, professeur à la faculté des sciences et techniques de Fès. Il a conduit ce stage d'une haute compétence et grande disponibilité. J'ai particulièrement été impressionné par ses qualités scientifiques et humaines ainsi que par sa patience et la rigueur avec lesquelles il a mené à bien ce travail.

Mes remerciements s'étendent également à **Mr. Omar ZOURZI** responsable de la STEP de SKHIRAT ainsi que **Mr EL Abdi EL ALAOUI** et **Mme. Meriem DRISSI**, pour leur gentillesse et leur disponibilité à rendre le service.

Je tiens aussi à remercier **Pr. Faiza BENEHLOUN**, **Pr. Abdel-Ali CHAOUNI**, **Pr. Lahcen BENAABIDATE** et **Pr. Mohammed BENABDELHADI** à l'honneur que vous me faites de bien vouloir juger ce travail est l'occasion de vous témoigner de mon profond respect et de ma reconnaissance.

Je voudrais aussi remercier les professeurs du département des sciences de la terre de la FSTF qui m'ont permis de contempler des univers intellectuels à la fois variés et passionnants. Soyez assurés de ma profonde reconnaissance.

## Liste des figures

Figure 1: Vue satellitaire de la ville de SKHIRAT (Google Earth) .....	3
Figure 2: Dégrileur automatique .....	10
Figure 3: Bassin de dessablage-déshuilage .....	11
Figure 4: Pont racleur déssableur-déshuileur .....	11
Figure 5: Décanteur primaire de la STEP .....	13
Figure 7: Le digesteur .....	14
Figure 6: Gouttière qui entoure le décanteur .....	13
Figure 8: Le gazomètre .....	14
Figure 9: Boues sèches .....	15
Figure 10: Lagune facultative .....	17
Figure 11: Lagunes de maturation .....	17
Figure 12: Schéma 3D du décanteur .....	20
Figure 13: Rendement DBO5 (année 2015) .....	25
Figure 14: Rendement DCO (année 2015) .....	26
Figure 15: Rendement du MES (année 2015) .....	27
Figure 16: Fonctionnement de lagune aéré .....	31
Figure 17: Un hydropulse .....	32
Figure 18: Un flopulse .....	33
Figure 19: Turbine lente folttante .....	34
Figure 20: Disque biologique .....	35
Figure 21: Modèle en 3D de la station avec un traitement en bio-disque .....	36
Figure 22: Modèle en 3D de la station avec lagunes aérés .....	41
Figure 23: Investissement de REDAL pendant le contrat de la gestion déléguée .....	47
Figure 24: Dégrileur manuel .....	50
Figure 25: Compacteur des déchets .....	50
Figure 26: Classificateur à sables .....	50
Figure 27: Tour a absorbant .....	50
Figure 28: La torchère .....	51
Figure 29: Les lagunes .....	51

## Liste des tableaux

Tableau 1: Concentration des polluants pour les d'entrée.....	9
Tableau 2: Concentration des polluants après le traitement.....	18
Tableau 3: Données de la STEP (année 2015).....	23
Tableau 4: Concentration, charges et rendement du DBO5.....	24
Tableau 5: Concentration, charges et rendement du DCO.....	25
Tableau 6: Concentration, charges et rendement du MES.....	26
Tableau 7: Valeurs limites spécifiques de rejet applicables aux déversements d'eaux usées des agglomérations urbaines.....	53
Tableau 8: Valeurs limites spécifiques de rejet domestique applicables aux déversements existants d'eaux usées des agglomérations urbaines.....	54

## *Abréviation*

---

REDAL : Régie Autonome de Distribution de L'EAU et D'Electricité et des services d'assainissement

STEP : Station d'Épuration

MES : Matière en suspension

DBO5 : Demande biologique en oxygène en 5 jours

DCO : Demande chimique en oxygène

EH : Equivalent habitant

UFC : Unité Formant Colonie (coliformes fécaux)

## Introduction

L'eau est sans doute le bien le plus précieux sur terre, elle représente un élément vital sans lequel la vie serait impossible. Il est important d'apporter à l'organisme une quantité équivalente chaque jour sous peine de déshydratation. Aujourd'hui, la dégradation croissante de la qualité de l'eau risque de compromettre notre bien-être et celui des générations futures.

Après usage, l'eau usée devient inutilisable aux utilisations habituelles et nécessite d'être traitée avant d'être déversé dans le milieu naturel, qui lui-même jouera le rôle d'épuration naturelle. Au niveau de ce projet on s'intéressera plus aux eaux usées domestiques. Historiquement l'utilisation de ces eaux usées se faisait à l'origine sans traitement, alors qu'actuellement après le développement économique et social dans différents domaines (agriculture, industrie, infrastructure,...) la notion de traitement est devenue de plus en plus utilisée, car ces eaux usées sont un véritable fléau pour les collectivités, et peuvent causer des impacts négatifs sur l'écosystème.

Au niveau de ce travail on va découvrir dans la première partie les techniques d'épuration des eaux usées par lagunage, en se basant sur l'aspect technique de la station par la mise en évidence des deux étapes principales dans le traitement de l'eau : le prétraitement et le traitement biologique qui permettent d'obtenir une eau brute qui sera utilisée pour arrosage et agriculture afin d'obtenir une bonne gestion de cette eau. La seconde partie de ce travail est consacrée pour le dimensionnement du décanteur ainsi qu'une analyse des données actuelle et le rendement de la station. Par contre la dernière partie est conçue pour étude des possibilités d'extension de la station, soit une extension à l'existant ou une extension avec changement de type de traitement (bio-disque).

*Chapitre I*

**CADRE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE**

## I. Présentation de la ville de SKHIRAT

La zone de SKHIRAT, qui fait partie de la meseta côtière, est limitée par l'oued Ykem au Nord-Est et l'oued Cherrat au Sud. Elle est située à 25 Km de Rabat, comptait 43 025 habitants en 2004, c'est une ville balnéaire du Maroc caractérisée par un centre-ville plutôt pauvre et rural, est séparé de la partie balnéaire, très huppée par l'autoroute reliant Rabat à Casablanca.

### 1. Contexte géographique

SKHIRAT est une ville située au Nord-Ouest du Maroc, entre la capitale Rabat, la capitale administrative, et Casablanca, la capitale économique (latitude de 33°51'13''N, longitude de 7°2'8''W et altitude moyenne de 61m).

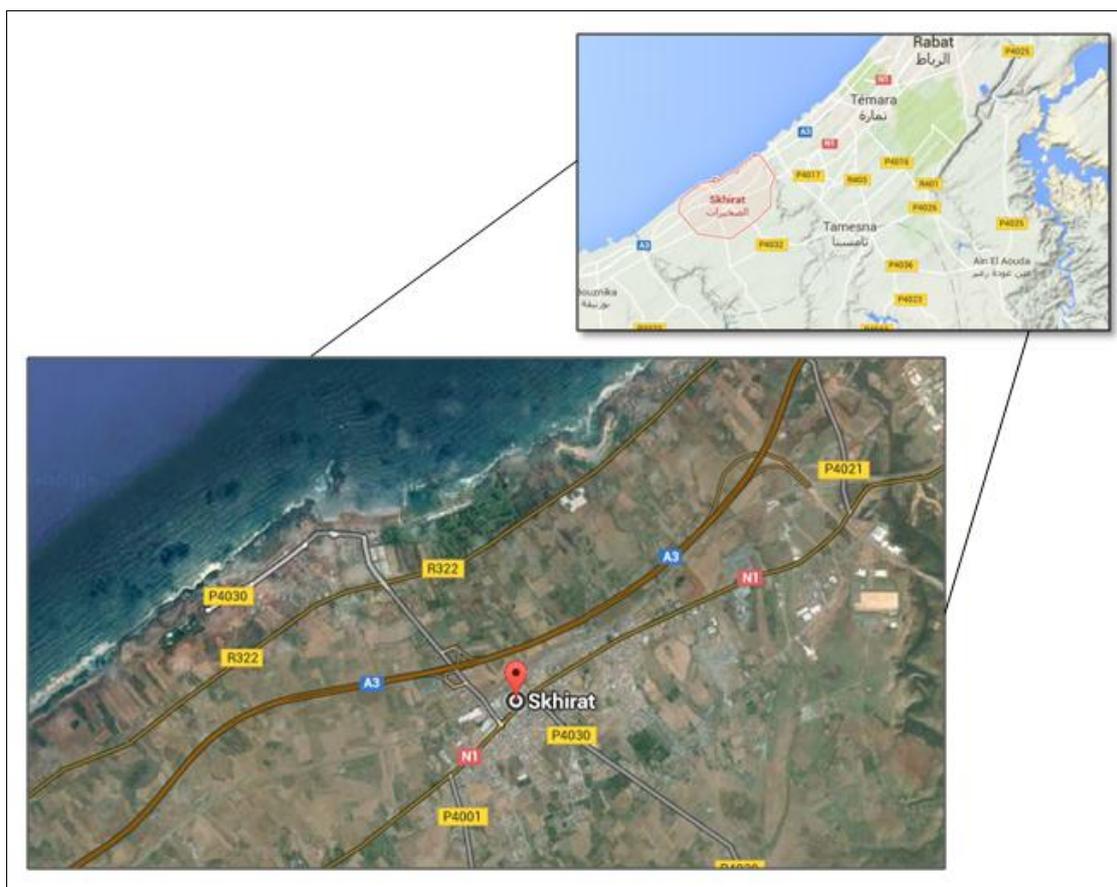


Figure 1: Vue satellitaire de la ville de SKHIRAT (Google Earth)

## 2. Contexte climatique

La ville de SKHIRAT, qui fait partie de la région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaïers, est entourée de cinq stations pluviométriques. La station Rabat-Salé-Aéroport demeure la plus représentative du climat de la région, en raison des longues durées d'observations effectuées aussi bien pour la pluviométrie que pour la température.

### 2.1. Température

La zone littorale de Rabat se caractérise par une température moyenne annuelle de l'ordre de 17,5°C à 17,6°C. Ainsi, l'influence tempérante de la masse océanique se traduit par des températures minimales mensuelles extrêmes de l'ordre de 10°C à 12°C seulement pendant la période fraîche hivernale et de 20°C à 24°C au cours des périodes sèches et chaudes estivales avec des maxima extrêmes ne dépassant que très rarement 32°C. Les températures moyennes mensuelles sont régulièrement croissantes en été et décroissent régulièrement en hiver.

### 2.2. Pluviométrie

Les précipitations moyennes annuelles de la région sont supérieures à 580 mm. Les précipitations maximales moyennes annuelles enregistrées au cours de ces trois dernières décennies atteignent plus de 800 mm sur les zones littorales et continentales élevées. Les précipitations moyennes minimales y atteignent, certaines années, moins de 250 mm.

## 3. Contexte géologique

La lithostratigraphie de la région de SKHIRAT s'individualise par deux principales formations (Ressources en Eau du Maroc, Hydrogéologie du Maroc, 1975):

- **Formations primaires** : surtout schisteuse, gréseuse et quartzitiques, mais également parfois calcaires, granitiques et basaltiques.
- **Formations Mio-Plioquaternaire**: ce sont des formations récentes d'âge Miocène et plioquaternaire plus ou moins abondantes selon les endroits, ces formations sont subhorizontales transgressives sur le primaire pénéplanisé, c'est une couverture néogène qui joue un rôle primordial dans l'hydrologie de la Meseta primaire. Le miocène est présenté par des marnes bleues, des mollasses et du calcaire, ce sont des dépôts qui se déposent sur les grés et les schistes du dévonien et du carbonifère. Le plio-quaternaire

est constitué des dépôts de sables, de poudingues, du gravier et du calcaire détritique marins qui viennent se déposer sur les marnes du Miocène.

#### 4. Contexte hydrogéologique

La Meseta primaire, qui s'étend depuis l'Océan jusqu'aux chaînes du Moyen Atlas est constituée de deux parties l'une au relief accidenté appelé le massif du Maroc Central et l'autre appelé la Meseta côtière subtabulaire. La caractérisation hydrogéologique des différents terrains de la Meseta primaire, se distingue comme suit :

- Terrains primaires : D'une façon générale, les terrains paléozoïques sont imperméables ou seulement très peu perméables. Seuls les calcaires pourraient à la rigueur fournir des niveaux véritablement aquifères mais ils sont assez rares et leur alimentation est très limitée. Les schistes forment ainsi la majeure partie de la Meseta, le reste étant constitué de grès et surtout de quartzites.
- Les terrains néogènes et quaternaires : On parle généralement des calcaires miocènes et des grès calcaires du plioquaternaire. La Meseta côtière, surbaissée, a été le siège de transgressions miocènes et pliocènes plus ou moins étendues, en couverture sur le substratum primaire. Ces transgressions jouent, alors, un rôle très important au point de vue hydrogéologique, du fait de leur perméabilité et de leur porosité, en général, excellentes.

#### 5. Contexte hydrologique

Un seul système de prélèvements des eaux de surface est exploité pour l'alimentation en eau, à partir des volumes régularisés du barrage, est le système Bouregreg qui représente la ressource principale.

- Barrage SMBA : système Bouregreg, la ressource en eau pour l'alimentation des villes côtières entre Salé et Casablanca est assurée principalement par le barrage Sidi Mohamed Ben Abdellah (SMBA), construit sur l'oued Bouregreg, d'une capacité de 1000 Mm<sup>3</sup>. L'adduction à partir de ce barrage se fait sur une distance de 80km jusqu'à Casablanca, en desservant les villes de Rabat-Salé, Temara-Skhirat, Bouznika, Ben Slimane, Mohammedia et Casablanca. Après la surélévation du barrage, finalisée en 2006, le volume régularisable garanti à 100% est de 300 Mm<sup>3</sup>. Les apports moyens annuels au barrage sont estimés à 659 Mm<sup>3</sup>.

*Chapitre 2*

**PRESENTATION DE LA STEP**

## I. Présentation de la station d'épuration des eaux usées de SKHIRAT

La station d'épuration de SKHIRAT a été réalisée pour la dépollution de la zone balnéaire et pour la sauvegarde de l'environnement, pour l'amélioration de l'écosystème et pour un meilleur cadre de vie des habitants. La station est installée à l'extrémité d'un réseau de collecte, sur le collecteur principal, juste en amont de la sortie des eaux vers le milieu naturel, s'étend sur une superficie de 13 ha, elle est de type lagunage naturel avec digestion anaérobie des boues. La STEP de SKHIRAT est destinée à assurer une épuration de l'ensemble des eaux usées produites par la ville de SKHIRAT. Elle est caractérisée par une capacité de traitement des eaux usées égal à 63 500 EH pour le prétraitement et 31 750 EH pour le traitement et un débit moyen journalier de 2968 m<sup>3</sup>/j et une charge journalière de 950 Kg/j de DBO<sub>5</sub>.

### 1. Fiche techniques de la STEP

Désignation	Caractéristiques
Station de pompage SKHIRAT centre	3 pompes, 36 l/s chacune, 30 kwh chacune, 59 m HMT, longueur conduite de refoulement : 2 741 ml.
Population maximale	63 500 équivalents habitants
Dégrillage grossier	Ecartement des barreaux : 50 mm
Dégrillage automatique	Ecartement des barreaux : 15 mm
Dégrillage by-pass	Ecartement des barreaux : 20 mm
Déssableur-déshuileur	Longueur : 10 m Largeur : 4 m, Profondeur : 3,30 m Volume : 110 m <sup>3</sup> Temps de séjours : 11,22 min Aération : 3 aérateurs / Puissance : 1,5 Kw / aérateur Fosse à graisse : 6 m <sup>3</sup> Extraction Sable : 1 470 Kg/j

	<p>Débit Pompe extraction sable : 20 m<sup>3</sup>/h</p> <p>Graisse : 296 Kg/j</p> <p>Désodorisation : air à traiter 3 000 m<sup>3</sup>/h. <math>21,7 \times 11,7 \times 4,5 = 1\ 140</math> m<sup>3</sup></p>
Décanteur primaire	<p>50 % débit (300 m<sup>3</sup>/h)</p> <p>Diamètre : 13,20 m</p> <p>volume : 304 m<sup>3</sup>, Hauteur : 3,35 m</p> <p>Temps de séjour : 1 h</p> <p>Abattement MES : 60 %</p> <p>Abattement DCO, DBO<sub>5</sub> : 30 %</p>
Digesteur	<p>Diamètre : 12,50 m, haut : 7,5 m</p> <p>Volume : 506 m<sup>3</sup></p> <p>Temps de séjour : 53j</p> <p>remplissage / j : 2 m<sup>3</sup>/j,</p>
Gazomètre	<p>Volume : 90 m<sup>3</sup></p> <p>hauteur : 5 m / diamètre : 4,8 m</p>
Lits de séchage	<p>6 lits, longueur : 21 m, largeur : 8 m/</p> <p>Superficie : 168 m<sup>2</sup> / lit ;</p> <p>980 kg/j boues à sécher</p>
Lagunes facultatives	<p>Volume : 20 000 m<sup>3</sup> / Superficie : 1,27 ha/ Longueur: 191 m/ largeur : 61 m/ Temps de séjour : 21 j / Hauteur utile : 1,8 m/ Rendement DBO<sub>5</sub> : 82 %</p>
Lagune de maturation 1	<p>Volume : 5 600 m<sup>3</sup> / Superficie : 0,6 ha/ Longueur: 141 m/ largeur 36 m/ Temps de séjour : 6 j / Hauteur utile : 1m</p>
Lagune de maturation 2	<p>Volume : 3 000 m<sup>3</sup> / Superficie : 0,34 ha/ Longueur : 88 m/ largeur : 30 m/ Temps de séjours : 3,15 j / Hauteur utile : 1m</p>
Plan d'eau total STEP	70 000 m <sup>2</sup>
Charge d'exploitation	77 500 DH/mois
<p>Le rendement moyen des lagunes est de 78 % en DBO<sub>5</sub>, en DCO l'abattement moyen est de 71 %, et celui des MES est de 68%.(bilan 2010)</p>	

## 2. Les eaux à traiter

**Tableau 1: Concentration des polluants pour les d'entrée**

Désignation	Valeur moyenne
Débit d'entrée moyen journalier	2100 m <sup>3</sup> /j
DBO <sub>5</sub> des eaux usées	360 mg/l
DCO des eaux usées	609 mg/l
MES des eaux usées	375 mg/l

## 3. Etapes de traitement des eaux usées

L'objectif de la station d'épuration n'est pas de rendre l'eau potable mais acceptable par la nature. Les eaux sales provenant des égouts sont tout d'abord filtrées pour éliminer les débris. En les laissant ensuite reposer, on peut facilement récupérer les graisses qui flottent et les particules solides qui coulent. Il ne reste qu'à introduire des bactéries dans les bassins. Elles vont se nourrir des derniers déchets avant de couler. L'eau, enfin propre, peut retourner à la nature. On peut distinguer trois opérations principales dans le traitement de l'eau :

- **Le prétraitement et le traitement primaire :** qui comprend le dégrillage (élimine les déchets volumineux), le dessablage (permet d'extraire les sables), le déshuilage (débarrasse l'eau de ses corps gras) et la décantation primaire où la boue est récupérée au fond du bassin.
- **Le traitement secondaire :** se fait le plus souvent de manière biologique « lagunage », le traitement secondaire comprend l'oxygénation (de l'oxygène est inséré dans l'eau pour la défaire des substances grasses restantes) et la décantation secondaire (qui permet d'extraire une deuxième quantité de boue).
- **Le traitement des boues :** s'effectue parallèlement aux traitements de l'eau.

### 3.1. Collecte des eaux usées

Un réseau d'égouts d'une longueur de 25 km permet de recueillir par gravité les eaux usées de SKHIRAT. Il s'agit d'un réseau dit « pseudo-séparatif » où les eaux usées domestiques sont séparés des eaux de pluie. Les eaux de pluie ne sont pas acheminées à la station d'épuration, néanmoins une partie des eaux de pluies, cours, balcons,...) est acheminée par les égouts domestiques.

## 3.2. Le prétraitement des eaux usées

Le prétraitement a pour but d'éliminer les éléments solides ou particuliers les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : déchets volumineux (dégrillage), sables (dessablage) et corps gras (dégraissage – déshuilage).

### 3.2.1. Dégrillage

#### 3.2.1.1. Dégrillage grossier

L'eau à épurer transite tout d'abord par le dégrilleur manuel qui permet de récupérer les déchets volumineux et encombrants afin de soulager le dégrillage automatique. Le dégrilleur assure la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Le plus souvent il s'agit de grilles qui récupèrent les déchets plus ou moins volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement. (Annexe3 : figure 24)

#### 3.2.1.2. Dégrillage automatique

Ce dégrilleur permet d'éliminer les déchets de taille supérieure à 15 mm. Le nettoyage automatique de la grille est assuré par un peigne à fonctionnement cyclique.



**Figure 2: Dégrilleur automatique**

#### 3.2.1.3. Compacteur des déchets

Le compacteur de déchets est spécialement conçu pour compacter et essorer les refus du dégrillage. Ces déchets sont par suite stockés dans des sacs pour déchet qui par suite sont évacués avec les ordures ménagères. (Annexe3 : figure 25)

### 3.2.2. Dessablage-Dégraissage et déshuilage

Après l'élimination des déchets, L'eau arrive ensuite dans un bassin qui permet d'enlever le sable qui se dépose au fond du bassin et d'évacuer les graisses qui flottent à la surface d'eau. Cela se fait par une injection des microbulles d'air qui permettent d'accélérer la flottation des graisses. Les sables sont récupérés par pompage et envoyés vers une vis classificatrice de sable, alors que les graisses sont raclées en surface vers une fosse à graisse.

On enlève ainsi de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns ainsi que 80 à 90 % des graisses et matières flottantes (REDAL, 2003).



**F** **Figure 4: Pont racleur déssableur-déshuileur**

### 3.2.2.1. Classificateur à sable

Le classificateur à sable ou séparateur à spirale par le mouvement rotatif du vis sans fin permet de piéger toutes les particules de sable, des gravillons et les amener vers une benne. (Annexe3 : figure 26)

### 3.2.2.2. Désodorisant par charbon actif

L'épuration des eaux résiduaires est fréquemment à l'origine de mauvaises odeurs : les eaux usées sont chargées en matières organiques qui induisent, directement ou indirectement, la formation de composés malodorants au cours de processus physico-chimiques et biologiques. Les émanations qui en résultent conduisent à des nuisances olfactives pouvant être plus ou moins gênantes suivant leur nature, leur intensité et la sensibilité de chacun. A cet égard le tour à absorbant joue un rôle important pour la désodorisation de la salle de prétraitement et traite l'air évacué dans l'atmosphère par charbon actif. (annexe3 : figure 27)

## 3.3. La décantation primaire

La décantation consiste à récupérer les matières insolubles extrêmement fines en les faisant passer dans un décanteur (réservoir de section cylindrique avec un fond conique) ; les matières en suspension descendent doucement au fond du décanteur et sont extraites à la base du cône vers la fosse à boue, alors que l'eau clarifiée s'écoule par trop-plein vers les lagunes.



**Figure 5: Décanteur primaire de la STEP**

L'eau nettoyée de ces saletés se jette dans une gouttière entourant le bassin pour s'acheminer vers les lagunes. Le décanteur permet un abattement de 70% de la matière en suspension.



**Figure 6: Gouttière qui entoure le décanteur**

### 3.3.1. Circuit boue et gaz

#### 3.3.1.1. Digesteur

Les boues fraîches provenant du décanteur, sont pompées pour être envoyées dans des cuves circulaires en Digestion. Dans ces cuves, les boues fraîches (à l'état liquide) passent un séjour d'environ 53 jours à l'abri de l'air. Cette digestion anaérobie appelant méthanisation ou

fermentation méthanique transforme la matière organique en compost, méthane et gaz carbonique par un écosystème microbien complexe fonctionnant en absence d'oxygène. Elle est utilisée afin d'éliminer la pollution organique en consommant peu d'énergie, en produisant peu de boues et en générant une énergie renouvelable.



**Figure 7: Le digesteur**

### 3.3.1.2. Gazomètre

Le biogaz est composé de 65% de méthane( $\text{CH}_4$ ) et 35% de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) ainsi que d'une infime partie d'hydrogène sulfuré ( $\text{H}_2\text{S}$ ) qui est responsable de l'odeur désagréable.

Le gazomètre a pour rôle de :

- lisser la quantité de gaz produit quotidiennement,
- stocker un type de gaz qui s'intégrera dans un processus industriel,
- stocker le gaz produit la nuit, pour qu'il soit utilisé le jour,
- d'avoir une pression constante dans les tuyauteries du système d'exploitation.



**Figure 8: Le gazomètre**

Ce gaz stocké dans un réservoir par la suite sera brûlé à l'aide d'une torchère. (Annexe3 : figure 28)

### 3.3.1.3. Lits de séchage

Le reste des boues est séché dans des lits de séchage, des bacs de 160m<sup>2</sup> qui réduisent par infiltration et évaporation la matière à 30% de son volume. L'aire de séchage est composée d'une couche supérieure de sable, d'une couche intermédiaire de gravier fin (calibre 5 à 15 mm) et d'une couche inférieure de gros graviers (calibre 10 à 40 mm) reposant sur le sol imperméabilisé et soigneusement nivelé. Des drains en ciment ou en plastique sont disposés, avec une légère pente, dans la couche de base. Les boues épandues liquides sur une épaisseur de 10 à 20 cm perdent d'abord une partie de leur eau (jusqu'à 80%) par drainage à travers le sable. Un séchage atmosphérique par évaporation se produit ensuite et achève la déshydratation des boues qui pourront alors être enlevées manuellement.

L'efficacité du lit de séchage sera d'autant plus grande que les prescriptions suivantes seront respectées :

- le lit sera exempt de toute végétation ;
- un arrosage du lit avant la coulée de boues est assurée pour faciliter la filtration.
- une boue liquide filtrera plus facilement qu'une boue épaisse ;
- la couche de boue coulée sur le lit n'excédera pas 20 cm si les boues proviennent d'un clarificateur, 10 cm si les boues proviennent d'un silo concentrateur ou d'un digesteur anaérobie.
- après séchage, le lit sera dégagé avant toute nouvelle extraction ; l'enlèvement s'effectue à la fourche à cailloux.
- après quelques extractions, enlèvements sur un même lit, il est nécessaire d'apporter du sable jusqu'à concurrence de 5 cm.



**Figure 9: Boues sèches**

### 3.3.2. Circuit eau

L'eau arrive dans les lagunes. Ce sont des énormes bassins qui ont pour destination de diminuer la teneur en substances organiques contenues dans les eaux usées. La technique de l'épuration des eaux usées par lagunage consiste à faire circuler lentement un effluent (prétraité) dans une succession de bassins (appelés lagunes). Au cours de ce cheminement, la dégradation de la matière organique est assurée principalement par des micro-organismes. L'oxygène nécessaire à l'activité de ces micro-organismes provient d'une part de l'agitation de la surface de l'eau par le vent, d'autre part et surtout, de la photosynthèse d'algues microscopiques (appelées microphytes) qui, en présence du soleil et de chaleur, absorbent le gaz carbonique dissous dans l'eau et rejettent de l'oxygène. Le développement de petits crustacés (daphnies par exemple), principalement en périodes chaudes et dans des bassins peu chargés, contribue à la clarification de l'eau.

Enfin, le rayonnement ultra-violet du soleil détruit de nombreux germes pathogènes et assure une certaine décontamination de l'effluent. La dégradation de la matière organique s'accompagne d'une sédimentation des matières décantables de l'effluent. Il se forme ainsi des boues qui se développent au fond des bassins, où l'oxygène ne parvient plus. La dégradation se poursuit alors sous l'action de bactéries anaérobies (qui n'ont pas besoin d'oxygène pour vivre). Il y a alors fermentation, marquée par des dégagements de gaz et la minéralisation des boues.

Sur 13 hectares (130 000 m<sup>2</sup>) s'étendent 9 lagunes de profondeurs différents, 3 lagunes dites 'facultatives' d'une profondeur de 2 mètres sont suivies de 6 (3x2) bassins de 'maturité' d'une profondeur respectives d'un mètre et de 80 centimètres. (Annexe3 : figure 29)

#### 3.3.2.1. Lagunes facultatives

Les lagunes facultatives ont habituellement des temps de détention plus longs que les lagunes aérées. L'oxygène provient de la croissance photosynthétique des algues dans la couche de surface des lagunes. Elles sont conçues pour que leur partie supérieure soit aérobie, alors que les couches inférieures n'ont pas d'oxygène. Le lagunage anaérobie est habituellement sans oxygène dans toute sa profondeur.



**Figure 10: Lagune facultative**

### 3.3.2.2. Lagunes de maturations

L'eau circule suivant la gravité c'est à dire du bassin le plus profond vers le bassin le moins profond appelé « lagune de maturation ». Ce lagunage est utilisé comme procédé de finition avant l'évacuation finale des effluents. Les lagunes de maturation sont habituellement conçues pour permettre des temps de rétention et de contact à la lumière suffisants à l'élimination ou à la mort des pathogènes.



**Figure 11: Lagunes de maturation**

## 4. Les eaux traitées

Après les étapes de traitement, la concentration moyenne en  $DBO_5$ , DCO et MES des eaux usées brutes mesurée se situe parfaitement dans la fourchette des normes déterminées par la réglementation marocaine de déversement (Annexe 4).

**Tableau 2: Concentration des polluants après le traitement**

Désignation	Valeur moyenne
DBO <sub>5</sub> des eaux traitées	32 mg/l
DCO des eaux traitées	77 mg/l
MES des eaux traitées	116 mg/l
Coliformes fécaux	163 UFC/ 100 ml
Boues traitées	480 t

D'après le contrôle de la qualité des eaux usées traitées, l'eau n'est pas potable mais est épuré de ses polluants et n'est plus nocive pour l'environnement dans lequel elle est rejetée dans le milieu naturel **Oued cherrat**. Cette eau peut même être revalorisée, actuellement elle est utilisée pour irrigation et arrosage.

*Chapitre 3*

**DIMENSIONNEMENT DU DECANTEUR ET ANALYSE DES  
DONNEES DE LA STATION**

## I. Dimensionnement du décanteur

La décantation, procédé qu'on utilise dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Ces particules s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée.

### 1. Conception du décanteur

Le décanteur permet la séparation mécanique, sous l'action de la gravitation, de plusieurs phases non-miscibles dont l'une au moins est liquide..Toute particule présente dans l'eau est soumise à deux forces. La force de pesanteur, qui est l'élément moteur, permet la chute de cette particule. Les forces de frottement dues à la traînée du fluide s'opposent à ce mouvement.

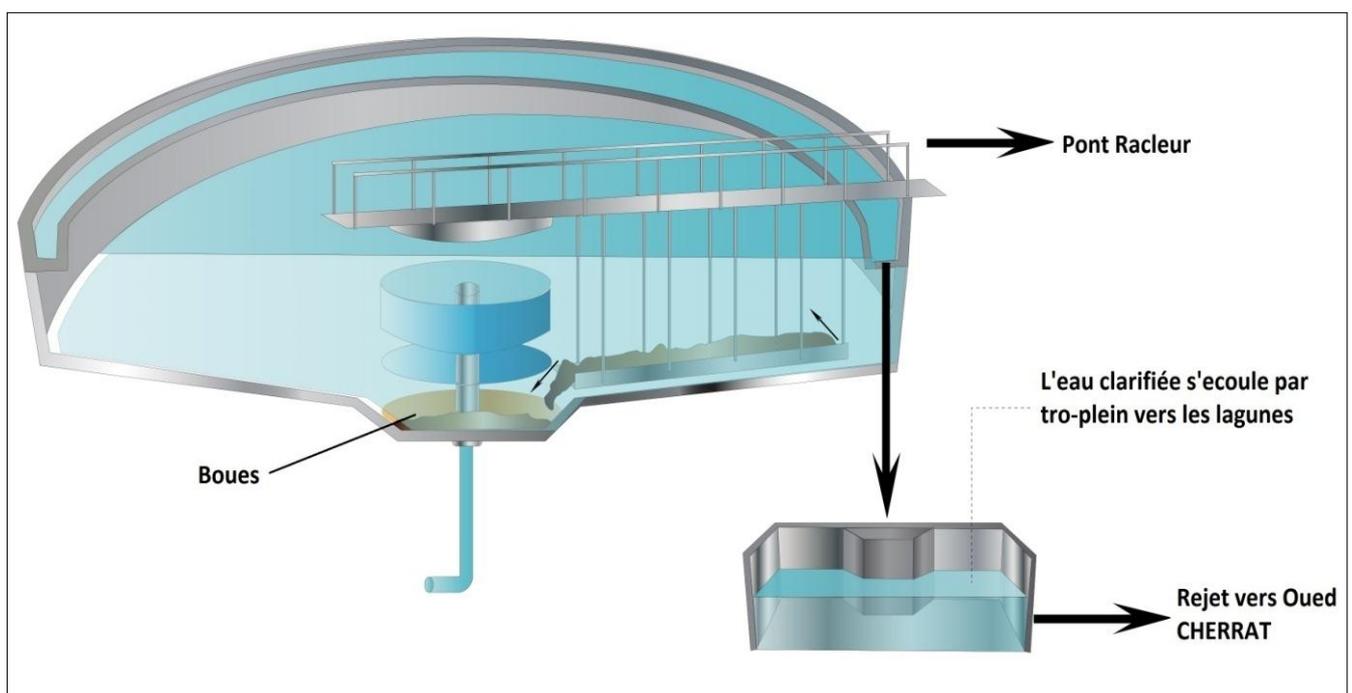


Figure 12: Schéma 3D du décanteur

## 2. Le dimensionnement

Le dimensionnement du décanteur consiste à déterminer la surface nécessaire de sorte que la vitesse de chute de la particule soit supérieure à la vitesse de transfert du fluide dans le décanteur. Pour dimensionner les décanteurs, l'élément essentiel sur lesquels on se basera est le taux de débordement  $\tau$ .

Les caractéristiques techniques à adopter pour le décanteur primaire sont :

- Diamètre : 13.20m ;
- Hauteur : 3.35 m ;
- Pente du fond : 9° ;
- Taux de débordement  $\tau$  :  $\tau = 2 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{m}^2$ .
- Débit de pointe : 300m<sup>3</sup>/h

On calcule la surface totale du décanteur par la formule suivante :

$$St = \frac{Q_{conc}}{\tau}$$

On calcule le débit de conception par la formule suivante :

$$Q_{conc} = \frac{Q_{pointe}}{60}$$

Donc :

$$Q_{conc} = \frac{300}{60 * 60} = 0.083 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Donc la surface totale :

$$St = \frac{0.083 \times 3600}{2} = 149.9 \text{ m}^2$$

La surface unitaire des décanteurs est calculée comme suit :

$$Su = 13.20 \times 3.35 = 44.22m^2$$

Le nombre des décanteurs est :

$$N = \frac{St}{Su} \approx 2$$

La surface totale corrigée est donnée par :

$$St = N \times Su = 2 \times 44.22 = 88.44 m^2$$

## II. Les données actuelles de la station

Tableau 3: Données de la STEP (année 2015)

Principaux indicateurs	janv-15	févr-15	mars-15	avr-15	mai-15	juin-15	juil-15	aout-15	sept-15	oct-15	nov-15	déc-15	Total 2015	Total 2014
Quantité estimée de dégrillage en m3	40	40	40	40	40	38	44	40	40	40	40	40	482	480
Quantité estimée de boues extraites sèches en m3	5,8	5,3	5,5	5,7	5,8	5,9	5,7	5,9	5,8	5,9	5,5	5,9	69	68
débit moyen d'entrée d'eaux brutes (m3/j)	2138	2 162	2 156	2 141	2 165	2 131	2 204	2 193	2 236	2 164	2 230	2 246	2 181	2 174
volumes d'eaux brutes mensuelles (m3)	66290	60541	66827	64221	67121	63923	68332	67989	67080	67072	66904	69640	795940	797476
charges de pollution (E. brutes) de DBO5 en Kg/mois	17832	16286	12898	24276	29131	33496	37993	34606	40047	40000	31846	43755	362166	246238
charges de pollution (E. brutes) de DCO en Kg/mois	35134	32087	22922	55487	63899	64690	79607	67853	67480	67500	61351	91725	709735	496178
charges de pollution (E. brutes) de MES en Kg/mois	27710	25307	16375	26459	26174	34518	37856	29099	28174	28200	22747	41815	344434	294138
Quantité estimée du biogaz produit en m3	2060	1 880	1 807	2 509	2 560	2600	2650	2 620	2 605	2 600	2 530	3 150	29 571	23 679
Consommation en eau portable (m3/mois)	31	28	31	30	31	35	41	38	33	34	34	58	424	365
Consommation en électricité (KWh/mois)	4604	4 315	4029	2 862	2 809	2137	3892	4538	4 509	3 302	4 335	3 493	45 825	35 841

La caractérisation des rejets urbains de centre urbain de la ville de SKHIRAT a permis de définir la concentration en DBO5 variant de 17832 kg/mois à 43755kg/mois, et des valeurs de DCO variant entre 35134 kg/mois et 91725 kg/mois, ainsi que la concentration de MES comprise entre 27710 kg/mois et 41815 kg/mois ce qui montre le caractère biodégradable des effluents qui peuvent être traités par un système biologique, notamment par le lagunage naturel répandu à l'échelle nationale.

## II. Rendement de la STEP

### 1. Paramètres chimique des eaux usées de la ville de SKHIRAT

#### 1.1. DBO5

La valeur moyenne de la DBO<sub>5</sub> dans notre zone d'étude, qui est de 360.91 mg DBO<sub>5</sub>/l, est proche de la concentration moyenne nationale des eaux usées qui est de 360 mg DBO<sub>5</sub>/l. Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> dépendent fortement de la dotation de la population et du ratio de pollution (pollution produite par habitant). La DBO<sub>5</sub> a été déterminée par la méthode instrumentale à l'aide d'une enceinte de DBO<sub>5</sub> mètre adapté aux conditions de l'incubation et muni d'un agitateur de marque WTW, type TS606/3 (température maintenue à 25°C pendant 5 jours)

**Tableau 4: Concentration, charges et rendement du DBO5**

Concentration/charges Entrée-sortie & Rendements	janv- 15	févr- 15	mars- 15	avr- 15	mai- 15	juin- 15	juil- 15	aout- 15	sept- 15	oct- 15	nov- 15	déc- 15	Total 2015	Total 2014
Volume mensuel eaux usées en m3			66827	64221	67121	63923	68332	67989	67080	67072	66904	69640	669109	797676
Concentration DBO5 en mg/l (sortie)			28	12.8	43	97	42	30.7	22		37	114		
Charge mensuel DBO5 en kg (sortie)			1871	822	2886	6201	2870	2087	1476		2475	7939	28627	25273
Rendement DBO5 (%)			85%	97%	90%	81%	92%	94%	96%		92%	83%	90%	89%
Concentration moyenne DBO5 en mg/l (entrée)			193	378	434	524	556	509	597		476	664	0.433	0.297
charge mensuel DBO5 en kg (entrée)			12898	24276	29131	33496	37993	34606	40047		31846	45545	289836	236607

Il ressort de l'analyse de ce tableau, que les rendements obtenus à la sortie de la STEP sont satisfaisants témoignant ce qui reflète le bon fonctionnement des ouvrages de cette STEP. En effet, les rendements moyens de la DBO<sub>5</sub> varient entre 90% en 2015, 89% en 2014.

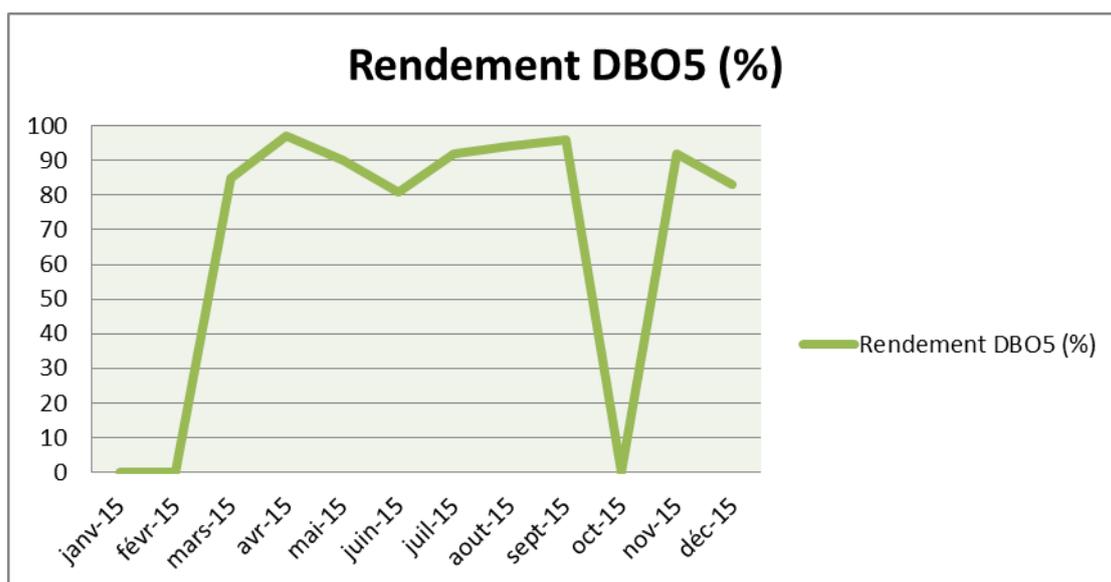


Figure 13: Rendement DBO5 (année 2015)

### 1.2. DCO

Les valeurs de la DCO trouvées sont compatibles avec les valeurs moyennes observées à l'échelle nationale. La DCO a été déterminée par l'oxydation en milieu acide par l'excès de dichromate de potassium en présence du sulfate de fer et d'ammonium à 120°C. Le rendement de la DCO oscille entre 84 % en 2015 et 86% en 2014,

Tableau 5: Concentration, charges et rendement du DCO

Concentration/charges Entrée-sortie & Rendements	janv-15	févr-15	mars-15	avr-15	mai-15	juin-15	juil-15	aout-15	sept-15	oct-15	nov-15	déc-15	Total 2015	Total 2014
Concentration DCO en mg/(Sortie)			78,00	67,00	152,00	191,00	124,00	104,00	86		108,00	404,00		
Charge mensuelle DCO en Kg (sortie)			5213	4304	10202	12209	8473	7071	5769		7226	28135	88 600	61 392
Rendement DCO			77%	92%	84%	81%	89%	90%	91%		88%	71%	84,69%	86,26%
Concentration moyenne DCO en mg/l (entrée)			343,00	864,00	952,00	1012,00	1165,00	998,00	1006		971,00	1371,00		
Charge mensuelle DCO en Kg (entrée)			22 922	55 487	63 899	64 690	79 607	67 853	67 482		61 351	95 476	578 768	446 883

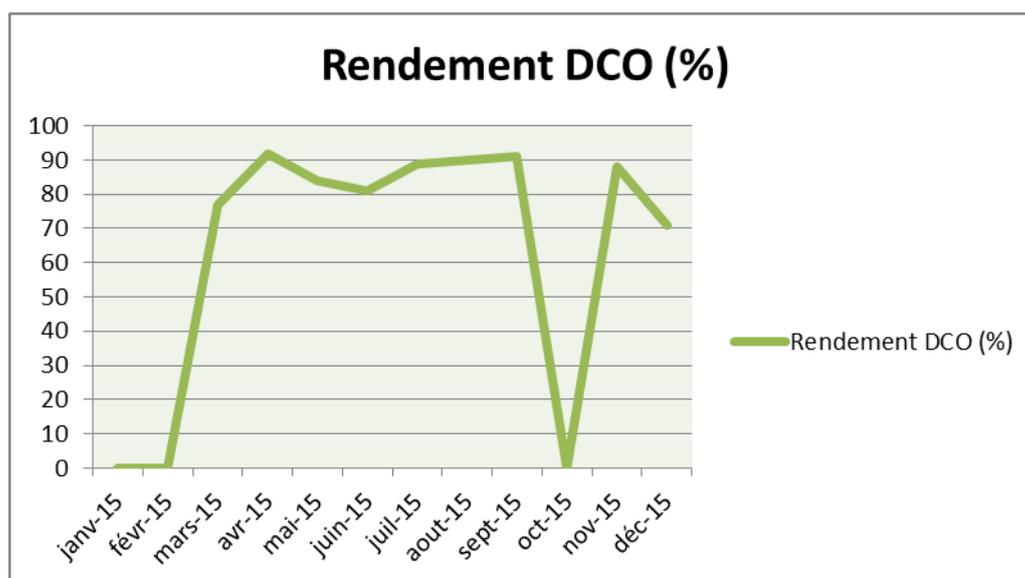


Figure 14: Rendement DCO (année 2015)

### 1.3. MES

L'analyse des résultats des MES montre que les eaux usées étudiées sont caractérisées par une concentration moyenne de 417 mg/l. Ce résultat est lié souvent à la charge importante en matières organiques et minérales. Les matières en suspension ont été déterminées par filtration d'un volume d'eau usée sur filtre cellulose (vide de maille 0,45 µm). Le rendement de la MES a la sortie de la station varie entre 80% en 2015 et 77% en 2014.

Tableau 6: Concentration, charges et rendement du MES

Concentration/charges Entrée-sortie & Rendements	janv-15	févr-15	mars-15	avr-15	mai-15	juin-15	juil-15	août-15	sept-15	oct-15	nov-15	déc-15	Total 2015	Total 2014
concentration MES en mg/l (sortie)			67,00	30,50	103,00	104,00	66,50	66,50	36		56,00	200,00		
charge mensuelle MES en kg (sortie)			4477	1959	6913	6648	4544	4521	2415		3747	15 321	50 545	67 187
rendement MES			77%	93%	74%	81%	88%	84%	91%		84%	65%	80,96%	77,71%
Concentration MES en mg/l (entrée)			245,00	412,00	398,00	540,00	540,00	554,00	428,00		420	340,00	625,00	
Charge mensuelle MES en kg (entrée)			16 373	26 459	26 714	34 518	37 856	29 099	28 174		22 747	43 525	265 465	301 467

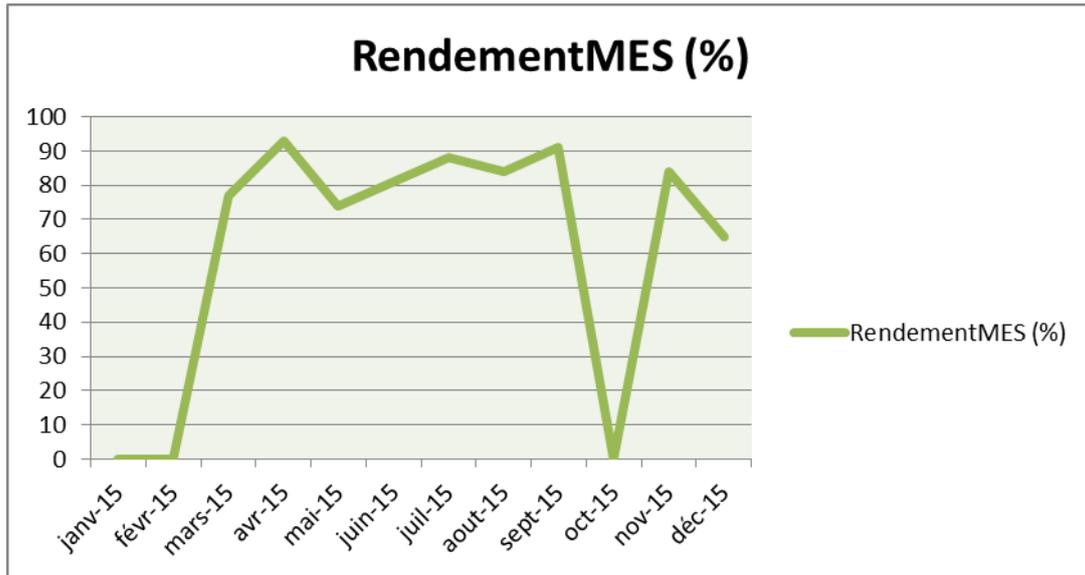


Figure 15: Rendement du MES (année 2015)

*Chapitre 4*

**POSSIBILITE D'EXTENSION DE LA STEP**

Cette partie est consacré pour l'étude des possibilités d'extension de la STEP de SKHIRAT soit par une transformation des lagunes facultatifs en lagunes aérée qui permettent d'attaquer les matières biodégradables par voie aérobie et limitent la fermentation, ou par une extension avec changement du type de traitement.

## **I. Problématique**

La collecte et le traitement des eaux résiduaires urbaines et industrielles génèrent des produits malodorants. En effet, les eaux usées chargées en matière organiques peuvent entraîner la formation d'odeurs désagréables suivant un processus biologiques de fermentation. La décomposition des composés azotés, aboutit à la formation d'ammoniac et d'amines. Ces composés entraînent une forte odeur d'urine ou de poisson. Les autres composés pouvant entraîner une nuisance olfactive sont les mercaptans et les sulfures (principalement l'hydrogène sulfuré H<sub>2</sub>S). Leur présence est caractérisée par une forte odeur d'œuf pourri. L'odeur est déjà très prononcée même à faible concentration.

Sachant que la station est intégré dans le périmètre urbaine de la ville de SKHIRAT cela nous mène a pensé a des solutions adaptées à cette problématique d'odeur nauséabonde qui dérange la population. En limitant, le processus de fermentation qui est un type de métabolisme qui a lieu lorsqu'on a une absence d'oxygène.

- ✓ En oxygénant une étendue d'eau soit par aération artificielle ou par effet de rotation, on limite la fermentation donc on limite le problème d'odeur.

## **II. Extension de l'existant**

Le lagunage aéré est caractérisé par des bassins ou lagunes dans lesquels les charges polluantes sont traitées en aérobiose grâce à un apport d'oxygène dissous dans l'eau artificiellement (aérateurs mécaniques, insufflation d'air, etc.). De plus il n'y a pas de recirculation de la culture bactérienne.

Le traitement secondaire se compose généralement de deux lagunes:

- La lagune d'aération: les aérateurs mécaniques assurent la circulation de l'air dans les bassins ce qui permet d'attaquer les matières biodégradables par voie aérobiose.
- La lagune de décantation ou de finition: séparation des boues de l'eau épurée par la décantation naturelle au fond du bassin.

On distingue classiquement deux types de lagunes d'aération:

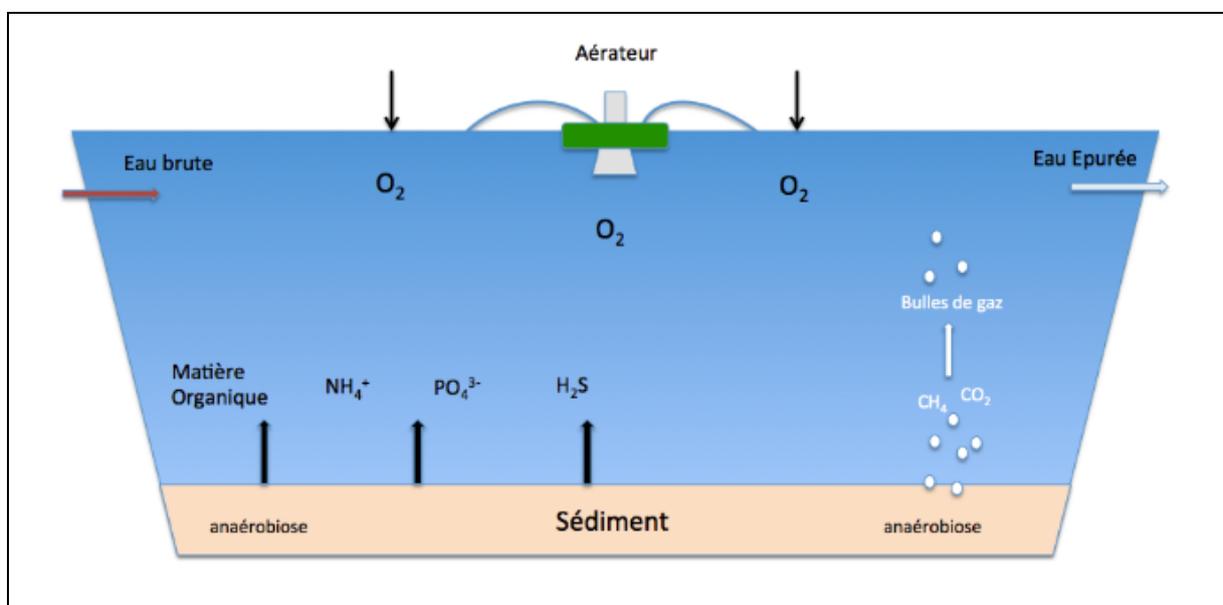
- Le lagunage aéré aérobie « stricte » : dans la lagune d'aération l'énergie de brassage est suffisante pour qu'aucun dépôt ne se forme,
- Le lagunage aéré aérobie-anaérobie « facultatif »: la puissance de brassage de la lagune d'aération est insuffisante pour éviter les dépôts.

Dans cette variante le procédé d'épuration « Lagunage Aéré stricte avec suppression des bassins anaérobies existants en Tête » a été choisi dans l'optique de pallier d'une part au problème des nuisances olfactives, émanant des lagunes anaérobies, et d'autre part d'augmenter la capacité hydraulique et biologique de la station d'épuration existante pour répondre aux besoins des futures années. Les nouveaux bassins à créer seront identiques en nombre et en taille à ceux de la première tranche. Les débits et charges polluantes à traiter seront répartis à égalité entre les bassins existants et les nouveaux bassins projetés. Vu la différence altimétrique entre le point d'arrivée des eaux usées à la STEP et la zone d'implantation des nouveaux bassins aérés, l'alimentation de ces derniers sera effectuée moyennant un poste de relevage à installer à la sortie de l'ouvrage de prétraitement existant.

## 1. Principe des lagunes aérées

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène. IL s'opère dans des grands bassins (plusieurs dizaines de mètres) comportant un système d'aération artificielle qui oxygène les eaux usées. Ce procédé est souvent issu d'une lagune naturelle surchargée où la photosynthèse ne parvient plus à fournir suffisamment d'oxygène pour permettre la dégradation de la matière organique.

La teneur en oxygène des eaux est essentielle pour permettre le bon fonctionnement du lagunage ; elle va permettre le bon fonctionnement des bactéries aérobies, qui vont dégrader la matière organique, mais aussi limiter les mauvaises odeurs.



**Figure 16: Fonctionnement de lagune aéré**

La matière organique colloïdale et dissoute est éliminée au niveau du réacteur biologique dont le principe fondamental consiste à mettre en contact une culture de micro organismes avec la matière organique biodégradable véhiculée par les eaux usées. L'apport d'oxygène dans les lagunes s'opère par échange gazeux entre l'atmosphère et l'eau du bassin. Les aérateurs vont favoriser ces échanges pour permettre une meilleure oxygénation du milieu. On estime que pour éliminer 1 kg de Demande Biologique en Oxygène (DBO) un apport d'oxygène entre 1,5-2 kg d'oxygène est nécessaire.

## 2. Appareils d'aération

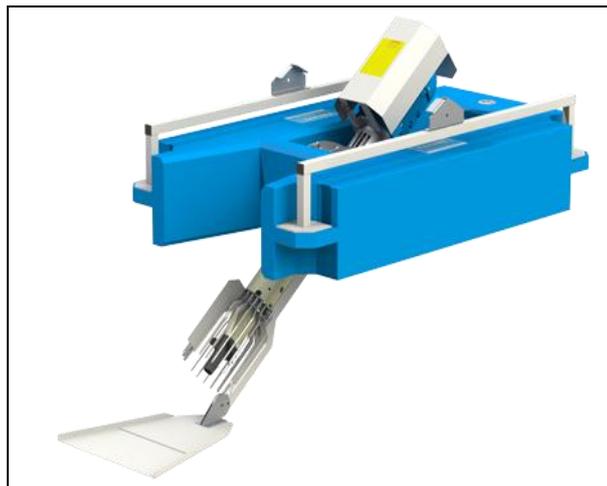
En ce qui concerne les méthodes employées pour l'aération des lagunes, il existe différents appareils qui peuvent assurer cette aération artificielle. Les appareils suivants réalisent l'apport d'oxygène selon différentes méthodes :

- Insufflation d'air dans le bassin via l'hydro-éjecteur : l'Hydropulse ;
- Aération du bassin via un aérateur de surface : le Flopulse ;
- Aération des lagunes via une turbine lente.

### 2.1. Hydro-éjecteur Hydropulse

L'hydropulse injecte l'air dans le puissant courant sous-marin qu'il crée idéal pour l'aération et la mise en mouvement des grands bassins, il est parfaitement adapté aux bassins d'épuration de grandes dimensions. Très performant, il assure à la fois l'oxygénation de l'eau et son brassage. Dans le cas de DBO et DCO à traiter très importantes, l'hydro-éjection pourra être couplée avec le système de surface Flopulse pour renforcer la quantité d'oxygène injectée.

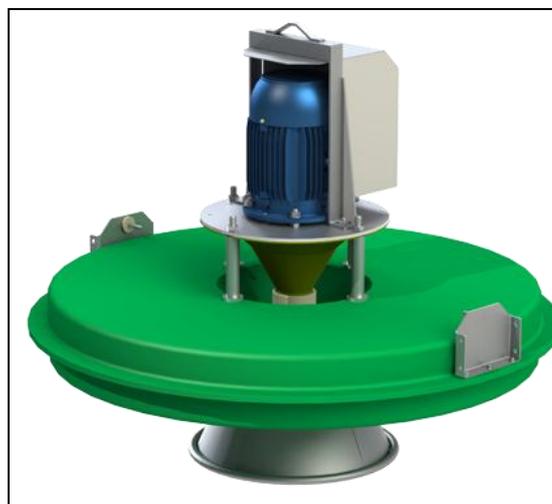
- ✓ Outre son rôle épurateur, l'hydropulse évitera l'apparition des mauvaises odeurs et assurera le bon déroulement de la nitrification par restauration de processus aérobies.



**Figure 17: Un hydropulse**

## 2.2. Flopulse

Le flopulse est celui qui présente les meilleurs rendements en termes de transfert d'oxygène. Pour des bassins plus profonds, il pourra être associé à l'hydro-éjecteur qui assurera un transfert homogène de l'oxygène à l'ensemble de la masse d'eau. Ce type d'appareil assure un abattement significatif des DCO et DBO, ainsi qu'une réduction importante des taux de MES et donc du volume final des boues. Il stimule l'implantation et le développement des bactéries aérobies, évitant ainsi la fermentation des matières organiques et l'apparition de mauvaises odeurs.



**Figure 18: Un flopulse**

## 2.3. Turbines flottantes

La Turbine d'aération flottante et lente type EC 30.01 trouve son application pour le traitement et l'oxygénation des eaux usées et notamment :

- Stations urbaines ou industrielles
- Agroalimentaires
- Lagunage aéré
- Traitement des lisiers

La géométrie de cette turbine assure un fort rendement d'oxygénation ( $> 1,7 \text{ kg O}_2/\text{Kw}$ ) et une bonne agitation. D'autre part, son profil ouvert à l'extrémité évite toute accumulation de filasse. La réalisation des flotteurs en résine polyester, injectés de mousse polyuréthane, les rend insubmersibles.



**Figure 19: Turbine lente foltante**

### 3. Avantages des lagunes aérés

- Bonne élimination de la pollution bactériologique ;
- Efficace sur des effluents peu concentrés ;
- Bonne réactivité à des variations de charges polluantes ;
- Très faible consommation énergétique ;
- Bonne intégration paysagère ;
- Exploitation simple ;
- investissement modéré pour peu que l'on dispose de surfaces adaptées ;
- bonnes performances épuratoires ;
- exploitation simplifiée et moins coûteuse ;
- limite la fermentation ce qui permet la diminution d'odeur nauséabonde

### 4. Inconvénient des lagunes aérées

- Performances épuratrices faibles
- Sensible aux effluents concentrés
- Besoin en surface important
- Entretien des berges des bassins
- Curage tous les 10ans

### III. Extension avec changement du type de traitement (bio-disque)

Pour des raisons de la situation géographique de la station, on doit renoncer à la réalisation d'une installation centrale, alors on doit recourir à une proposition de changement de l'installation du type de traitement des eaux usées urbaines. Pour l'épuration biologique des affluents provenant de sites urbains de la ville de SKHIRAT de dimension moyenne, un cycle de processus idéal est constitué par un dégrilleur, une décantation primaire avec chambre de digestion des boues (bassin Imhoff), un traitement biologique (bio-disque) et une extraction des boues en hauteur.

#### 1. Description du bio-disque

Le bio-disque est un traitement biologique se fait par un rouleau partiellement immergé sur lequel se forme la biomasse. En remplacement du bassin de clarification final, il est prévu d'utiliser un filtre à toile, constitué d'un tambour horizontal en tôle perforée revêtu d'une toile spéciale filtrante et associé au système adapté pour l'enlèvement de la boue séparée. Cette technique est basée sur la rotation lente de disques circulaires, situés sur un axe, à courtes distances les uns des autres, partiellement submergés. Cette rotation apporte de l'oxygène aux bactéries qui se chargent de nettoyer l'eau. Après épuration, les bio-disques rejettent de l'eau clarifiée et de la boue.

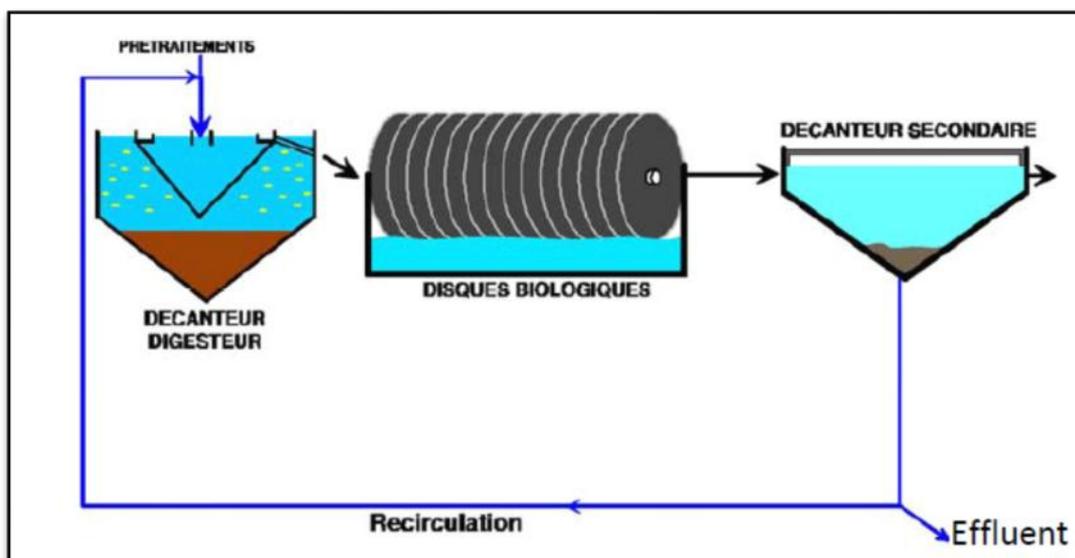


Figure 20: Disque biologique

## 2. Principe de fonctionnement

La phase d'épuration biologique est réalisée par bio-disque constitué de disques parallèles en polypropylène montés sur un axe central, dont le diamètre varie selon la taille de l'installation de 2,00 m à 2,40 m. Ces disques sont immergés pour 40% de leur surface dans les eaux à épurer, et constituent un support idéal pour la croissance de la flore bactérienne, principal moteur de la sédimentation biologique. Le filtre à toile, remplace le bassin de clarification secondaire. L'eau épurée biologiquement peut être rejetée dans le milieu en ne passant que par la toile filtrante; la surface de cette toile se recouvre à peu près régulièrement d'une couche de boue suffisante pour augmenter les pertes de charge. Un capteur de niveau déclenche donc une pompe qui, grâce à un groupe d'aspiration placé au contact de la toile, prélève depuis l'intérieur du tambour l'eau nécessaire pour le rétro-lavage de la toile elle-même.

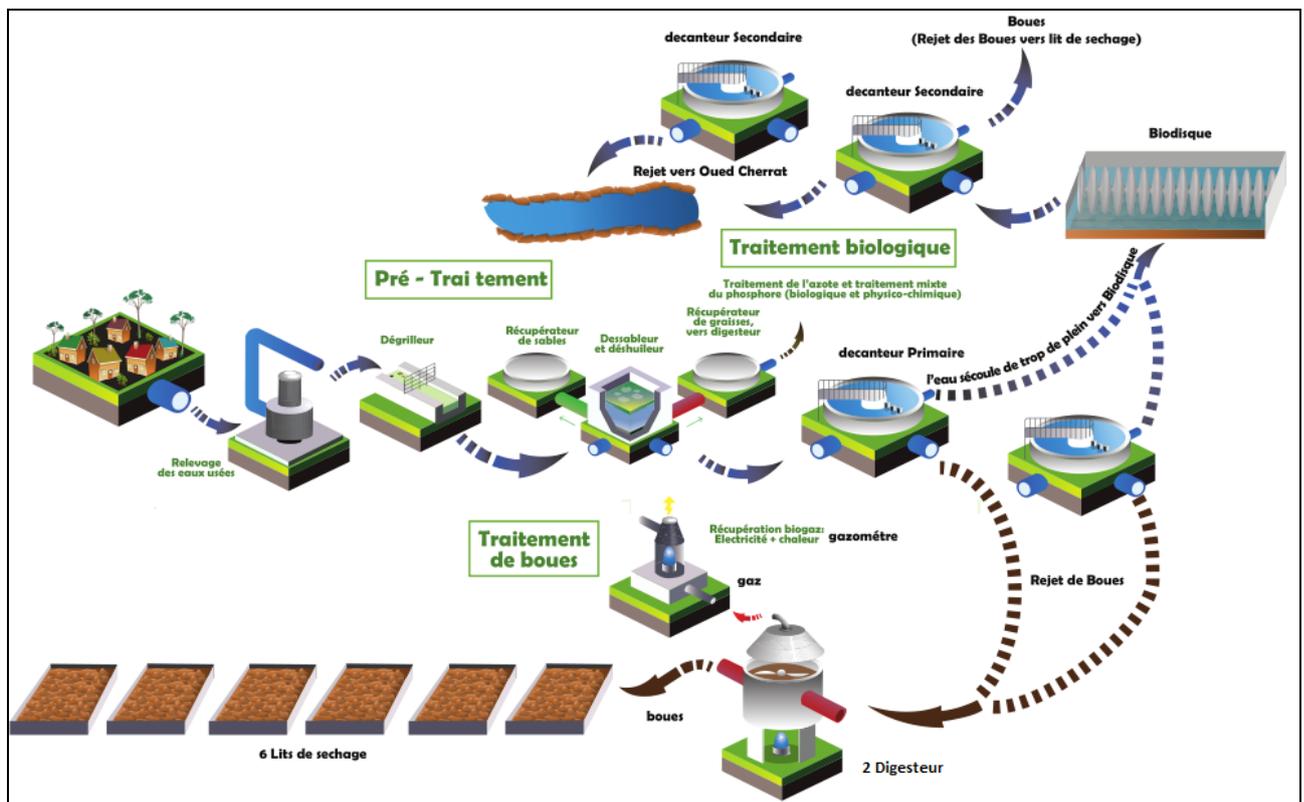


Figure 21: Modèle en 3D de la station avec un traitement en bio-disque

### 3. Les avantages du bio-disque

Les avantages les plus évidents du système sont :

- Sa consommation énergétique minimale ;
- Sa maintenance limitée à quelques interventions simples ;
- Ses dimensions réduites ;
- Son rendement constant même en cas de charges variables et non moins essentiel ;
- Son absence de bruit et d'émanation désagréables ;
- Aucune nuisance olfactive ou sonore ;
- Aucun risque bactériologique ni risque de mauvaise odeur ;
- Aucunes nuisances d'insectes ou rongeurs ;
- Aucune consommation d'eau de ville (pas de nettoyage, ni d'arrosage).

### 4. Inconvénient du bio-disque

- Nécessité d'un personnel ayant des compétences en électromécanique (mais fiabilité en nette progression) ;
- Abattement limité de l'azote en dimensionnement classique ;
- Sensibilité aux coupures d'électricité prolongées qui entraînent un développement inégal du film biologique entre les parties émergées et immergées (dessiccation de la partie émergée pendant l'arrêt).

***Chapitre 5***

**Comparaison des deux possibilités d'extension de la STEP**

Dans ce chapitre, nous allons faire une étude comparative des différentes solutions de traitements précédents afin de choisir la technique la plus appropriée. Pour ce faire, il est désormais nécessaire de conduire une démarche rigoureuse étudiant l'ensemble des contraintes qui caractérisent cet investissement. La comparaison des différents procédés de traitement porte sur l'aspect technique et économique.

## **I. Etude technique**

Pour comparer techniquement les deux types de traitements, on abordera les points suivants :

- Les contraintes du site ;
- Le point de vue des performances ;
- La facilité d'entretien ; - L'énergie requise ;
- Impacts sur le cadre de vie (odeurs, bruit, impacts visuelles...).

### **1. Les contraintes de site**

Avant l'implantation de toute station d'épuration, une étude préalable de terrain s'avère nécessaire, celle-ci concerne la structure géologique et hydrogéologique du site choisi. D'après la première partie, le terrain issu pour l'extension de la STEP est un terrain vaquant au sein de la STEP actuelle qui présente des caractéristiques satisfaisantes à savoir la perméabilité, la topographie. Pour le site récepteur, les eaux traitées seront évacuées dans l'oued Cherrat. On constate donc que le site ne présente pas des contraintes au niveau structural et géographique.

### **2. Le point de vue des performances**

Les différentes techniques doivent avant tout répondre à l'objectif fixé, relatif au respect des normes de rejet à la sortie de la STEP. On rappelle que L'objectif de qualité retenu est la réduction de la pollution avec un traitement primaire et secondaire. Les valeurs limites de rejets directs définies par la réglementation marocaine sont les suivantes : (Voir annexe 3)

- DBO5 : 120 mg/l ; MES : 150 mg/l ; DCO : 250 mg/l.

### 3. Impacts sur le cadre de vie

- Odeurs : le problème majeur rencontré lors d'exploitation de la STEP est l'odeur insupportable provenant des bassins anaérobies.
- Bruits : Les nuisances sonores proviennent du fonctionnement des appareils électromécaniques, à savoir les dégrilleurs automatiques, les racleurs de surface et les aérateurs de surface.

### 4. Facilité d'entretien

Cas des bio-disque: au-delà de 5000 Equivalents Habitants (EH) : l'exploitation et l'entretien demandent une formation adaptée à la gestion des ouvrages de traitement. Les stations d'épuration conçues sur la base de lagunage aéré ne nécessite pas beaucoup d'entretien puisque, les aérateurs et les dégrilleurs sont contrôlables automatiquement.

## II. Etude économique

La comparaison économique des différentes filières de traitement portera sur les frais d'exploitation et les coûts de financement. Ceux-ci sont généralement difficiles à évaluer. Cependant, une approche statistique peut être utilisée, en se basant sur des études statistiques conduites sur les coûts de réalisation portant sur des échantillons importants de stations d'épuration

La méthode statistique est souvent utilisée par les maitres d'ouvrages, elle exprime les coûts unitaires des différents ouvrages et équipements des stations d'épuration en fonction de la population équivalente. Une autre approche utilisée est celle de l'entreprise, cette démarche consiste à calculer le coût des ouvrages à partir de leurs composants élémentaires, en les découpant en composants de base (béton, ferrailage,...). Dans notre cas vu le manque d'information nous allons adopter une estimation pour comparer les deux variantes.

- Pour le bio-disque on doit changer tout le type de traitement qui sera couteux par rapport au premier choix des lagunes aéré, Par contre les lagunes aéré serrant moins

couteux car elle nécessite que sur un achat des appareils d'aération vu le type de traitement actuelle de la station.

### III. Choix de la solution finale

Dans le contexte marocain, il ressort que le facteur financier est le plus déterminant au choix final de la station à installer. Concernant la qualité de traitement, les deux filières de traitement sont comparables et respectent bien les normes marocaines des rejets. Cependant, si on parle au point de vue technique, on constate que le lagunage aéré est le plus approprié. En effet, selon l'étude précédente ce procédé présente des solutions pour les problèmes d'odeurs en plus de sa bonne intégration paysagère. Ces deux paramètres doivent être pris en considération vu l'extension du périmètre urbain de la ville SKHIRAT, et la direction des vents qui est vers la ville, ainsi toute source de nuisance olfactive est à éviter. A ces avantages s'ajoute le coût du revient qui est faible par rapport aux autres procédés.

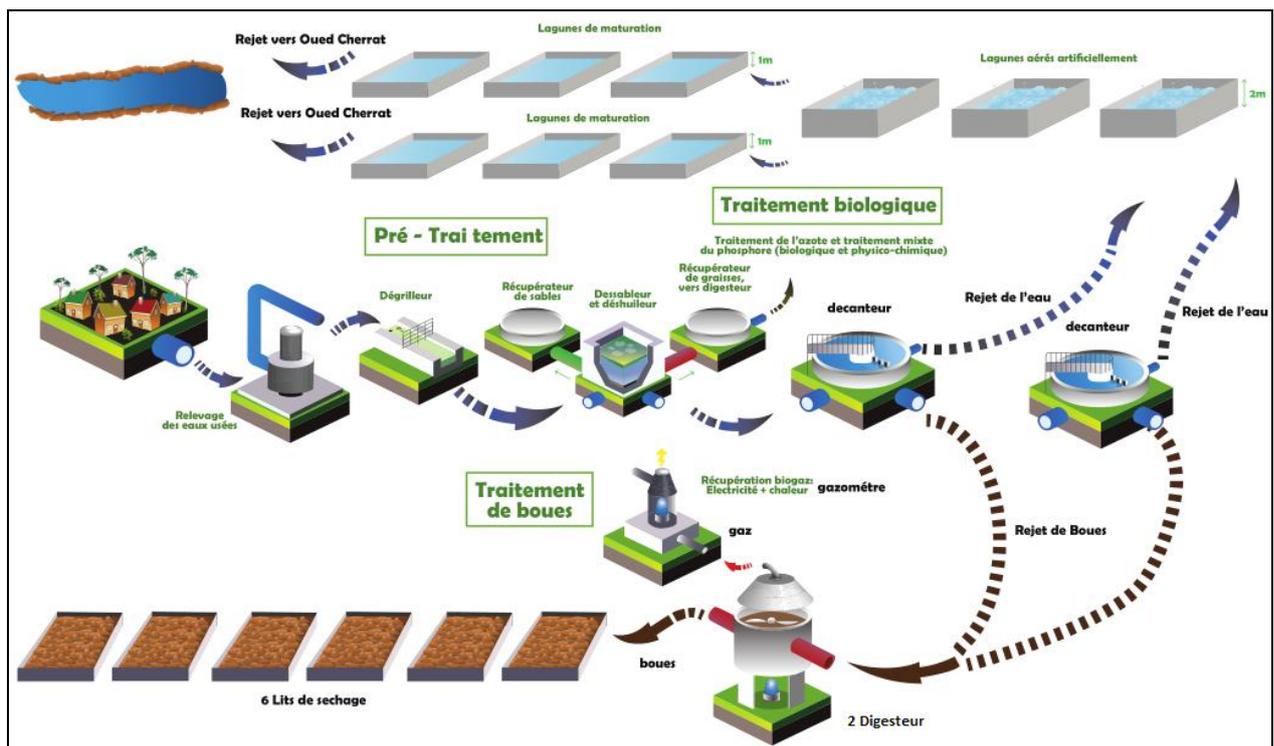


Figure 22: Modèle en 3D de la station avec lagunes aérés

## Conclusion

Au Maroc, le traitement des eaux usées par lagunage de bassin a été recommandé au début de 2000 par le Schéma national directeur d'assainissement liquide (SDNAL), notamment en raison de ses coûts d'investissement et d'exploitation faibles. Pour le cas de la ville de SKHIRAT, un traitement par lagunage aéré avec des bassins anaérobies a montré un bon fonctionnement vu la localisation de la STEP.

A travers ce travail, on a pu faire une analyse de la STEP de SKHIRAT en vérifiant son fonctionnement et ses rendements puis on a proposé des solutions pour pallier aux problèmes d'exploitation de la STEP notamment le problème des odeurs. Ensuite nous avons fait une étude comparative des deux filières de traitement à adopter pour la deuxième tranche de la STEP.

La première alternative proposée est le procédé de lagunes aérées, cette technique a donné des résultats satisfaisants concernant le respect des exigences épuratoires des normes marocaines. De plus, elle est moins coûteuse et ne nécessite pas beaucoup d'entretien. Le problème qui se pose pour ce type de filière de traitement extensive est le besoin important en terrain qui est disponible au sein de la station actuelle.

La deuxième alternative proposée est le procédé des bio-disque, celle-ci a donné des bons résultats en termes de la qualité de l'effluent traité, en plus elle ne nécessite pas beaucoup de terrain, mais elle est plus coûteuse sans omettre le changement totale de type de traitement.

Notre choix a porté sur le lagunage aéré. Ce choix est motivé par de nombreux critères cités dans le dernier chapitre. D'un point de vue économique l'entretien d'une station de lagunage aéré est moins coûteux et moins long qu'une station avec bio-disque. De plus, cette technique présente une bonne intégration et permet de résoudre les problèmes rencontrés dans la STEP existante notamment le problème d'odeurs. Aussi la transformation des bassins anaérobies de la STEP existante en lagunes aérées va nous permettre d'atteindre un double objectif, d'une part minimiser considérablement l'emprise du terrain et d'autre part l'élimination des odeurs produites par les lagunes anaérobies.

Pour une bonne optimisation, un fonctionnement durable et une meilleure rentabilité de cette nouvelle station, quelques recommandations s'imposent

- Transformer les lagunes de bassins anaérobies existants en lagunes aérées pour minimiser le terrain ;
- Prévoir une réutilisation des eaux traités pour l'irrigation en agriculture ;
- Exploiter les boues produites dans l'épandage des terrains agricoles ;
- Etablir un bon planning de maintenance des différents ouvrages de la STEP ;
- Assurer un curage régulier des boues de lagunes pour augmenter l'efficacité du traitement.

## *Annexe 1 (Méthodes de traitement des eaux usées)*

### **I. Généralités sur l'épuration des eaux usées**

Au Maroc comme partout d'ailleurs, l'épuration des eaux usées reste un outil fondamental pour la protection des milieux naturels. Les eaux usées issues de l'utilisation domestiques et industrielles sont acheminées via un système d'assainissement pour arriver aux stations d'épuration (STEP). Celle-ci a pour but de traiter ces eaux polluées avant leur rejet dans le milieu naturel ou encore réutilisées dans le domaine d'agriculture. Pour ce faire, les stations d'épurations disposent d'un processus d'élimination des composés polluants en passant par différentes phases du traitement.

En général l'épuration des eaux usées se fait en trois phases principales : le prétraitement, le traitement primaire et le traitement secondaire. Si une réutilisation des eaux épurées est demandée, un traitement tertiaire est nécessaire pour améliorer la qualité des rejets. Les refus issus des différents processus trouvent souvent leur utilisation dans l'agriculture.

#### **1. Le prétraitement**

Le prétraitement ou le traitement préalable a pour but d'éliminer les matières solides, les composants décantables et les composés volumineux comme les sables, les graviers et les graisses. Ceci permet de protéger les ouvrages en aval.

Le prétraitement se fait généralement en trois étapes :

- Le dégrillage : il est destiné à retenir les matières solides volumineuses à l'aide de grilles droites verticales ou inclinées, ou de grilles courbes.
- Le dessablage : il a pour but d'extraire de l'effluent les graviers et sables d'une granulométrie généralement supérieure à 200  $\mu\text{m}$ , dans le but de protéger les éléments situés en aval contre l'ensablement.
- Le dégraissage est une étape qui s'effectue en injectant de l'air au fond d'un bassin. Les graisses remontent à la surface et flottent. Elles sont raclées puis éliminées.

## 2. Le traitement primaire

Le traitement primaire nous permet d'obtenir une épuration partielle des eaux usées grâce aux décanteurs primaires. Ceux-ci sont généralement équipés de racleurs à entraînement mécanique qui poussent continuellement la boue collectée vers une trémie dans le fond de la cuve d'où elle est pompée pour être acheminée aux installations de traitement des boues, graisse et huile. Les traitements primaires regroupent les procédés physiques ou physico-chimiques pour but d'éliminer par décantation une proportion importante de matières minérales ou organiques en suspension, après le traitement primaire 30% à 40% de la DBO<sub>5</sub> sera éliminée.

## 3. Le traitement secondaire :

L'objectif du traitement secondaire est le traitement ultérieur de l'effluent pour éliminer les matières organiques résiduelles et les matières en suspension. Le traitement secondaire implique l'élimination de la matière organique biodégradable dissoute et les composants colloïdaux, en utilisant des procédés de traitement biologique aérobie. Plusieurs processus biologiques aérobies sont utilisés pour le traitement secondaire, ils diffèrent essentiellement dans la manière dont l'oxygène est fourni aux microorganismes et dans la vitesse à laquelle les organismes métabolisent les matières organiques. On distingue deux types de traitements : les procédés extensifs et les procédés intensifs.

- Les techniques intensives concentrent le traitement de l'eau dans l'espace, souvent parce que l'on manque de foncier. Par conséquent, s'il y a beaucoup d'eau à traiter, il faut que le traitement soit rapide. Donc on utilise des produits chimiques et des bassins d'aération pour accélérer le traitement. Les boues activées sont une technique typiquement intensive
- Les techniques extensives, comme leur nom l'indique, prennent de la place et du temps. Il s'agit de procédés les plus proches possible d'une action naturelle, comme l'utilisation de plantes. Le lagunage est une technique typiquement extensive.

## Annexe 2 (Présentation de l'entreprise)

### I. Présentation de l'entreprise

#### 1. Présentation de Veolia

Veolia Environnement est une des plus grandes entreprises privées françaises et le leader mondial des services à l'environnement depuis 153 ans. Présent dans 78 pays, réunissant 271 150 collaborateurs, 4 divisions développent une expertise globale en s'appuyant sur des activités complémentaires :

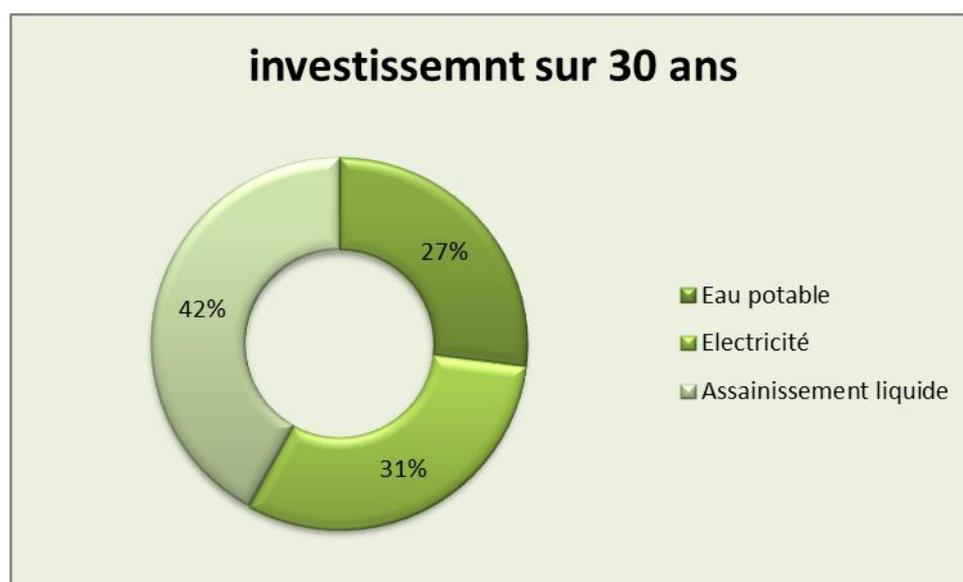
- **Veolia Eau** : Spécialiste de la gestion déléguée des services d'eau et d'assainissement pour le compte de collectivités locales ou d'entreprises industrielles et tertiaires, Veolia Eau est aussi l'un des premiers concepteurs mondiaux de solutions technologiques et de construction d'ouvrages nécessaires à l'exercice des services de l'eau
- **Veolia Propreté** : fournit des services de propreté et de logistique (collecte, assainissement, nettoyage, gestion des flux de déchets) et effectue des opérations de traitement et de valorisation du déchet.
- **Veolia Energie** : Gestion de réseaux de chaleur, d'unités de production d'énergie et de fluides, services d'ingénierie et de maintenance d'installations énergétiques, services techniques liés au fonctionnement des immeubles tertiaires et industriels, prestations de gestion globale des bâtiments : Dalkia répond aux attentes de ses clients par des solutions complètes et personnalisées de confort et d'efficacité énergétique.
- **Veolia Transport** : Partenaire des collectivités locales, Veolia Transport est un acteur majeur de l'environnement. Ses services de transport public de voyageurs apportent des solutions à la circulation urbaine, à la limitation des gaz à effet de serre et contribuent à l'amélioration de la qualité de la vie.

Veolia Environnement est présente au Maroc depuis 2002 via des contrats de gestion déléguée dans les domaines de la distribution d'eau et d'électricité, de l'assainissement (AMENDIS à Tanger-Tétouan, REDAL à Rabat-Salé) et des contrats de collecte d'ordures ménagères et de nettoyage (Veolia propreté à Rabat, Oujda et Safi). Elle a pris le contrôle à 100% de la

société REDAL auprès d'un groupe d'investisseurs espagnols et portugais. Elle est chargée de la gestion déléguée des services d'assainissement liquide et de la distribution d'eau potable et d'électricité de la Wilaya de Rabat-Salé pour une durée de 26 ans.

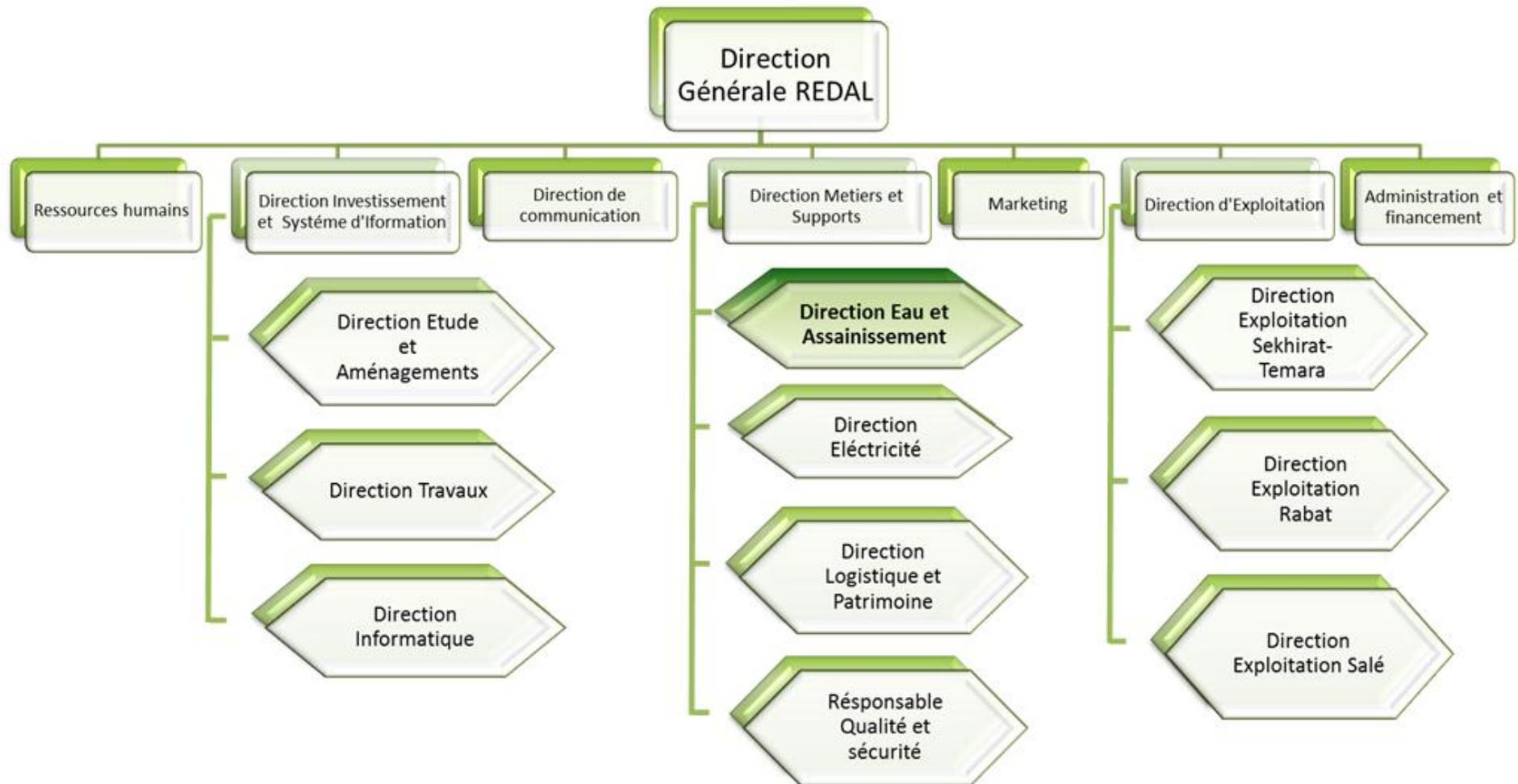
## 2. Présentation de REDAL

REDAL est à la disposition des citoyens de la Wilaya de Rabat-Salé-Zaër-Zemmour pour l'amélioration de leur cadre de vie. Elle est chargée depuis 1999 de la gestion déléguée des services d'assainissement liquide et de distribution d'eau potable et d'électricité, l'entreprise dessert près de deux millions d'habitants et compte plus de 1 700 collaborateurs. REDAL contribue à un environnement plus sain et à une meilleure qualité de vie. REDAL prévoit un programme d'investissements sur 30ans, notamment pour améliorer la qualité des services rendus à la clientèle et étendre les réseaux afin d'assurer une couverture totale de la population. Cette dernière investira un montant global près de 14 milliards de dirhams dans les métiers de l'eau, de l'électricité et d'assainissement liquide.



**Figure 23:** Investissement de REDAL pendant le contrat de la gestion déléguée

## 3. Organigramme de REDAL



#### 4. Direction Eau et Assainissement

Le système d'assainissement liquide géré par REDAL en 2014 était composé par le patrimoine suivant :

- 570km de réseau principal ;
- 1445km de réseau de desserte ;
- 60319 ouvrages annexes ;
- 32 stations de pompage en services ;
- 1 station d'épuration des eaux usées de la ville de SKHIRAT ;
- 1 station de prétraitement des eaux usées Rabat-Temara et rejet par émissaire en mer.

La population totale au sein du périmètre de gestion déléguée de l'assainissement liquide est estimée à 2 millions de personnes (calculée à partir du recensement de la population en 2014).

*Annexe 3*

**Figure 24: Dégrilleur manuel**



**Figure 25: Compacteur des déchets**



**Figure 26: Classificateur à sables**



**Figure 27: Tour a absorbant**



**Figure 28: La torchère**



**Figure 29: Les lagunes**

### *Annexe 4 (Réglementation marocaine du rejet des eaux usées)*

Arrêté conjoint du ministre de l'intérieur, du ministre de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement et du ministre de l'industrie, du commerce et de la mise à niveau de l'économie n° 1607-06 du 29 jourmada II 1427 (25 juillet 2006) portant fixation des valeurs limites spécifiques de rejet domestique.

- **Le ministre de l'intérieur,**
- **Le ministre de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement,**
- **Le ministre de l'industrie, du commerce et de la mise à niveau de l'économie,**

Vu le décret n° 2-04-553 du 13 hija 1425 (24 janvier 2005) relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects dans les eaux superficielles ou souterraines, notamment son article 12,

- **Article premier :** Les valeurs limites spécifiques de rejet visées à l'article 12 du décret n° 2-04-553 susvisé, applicables aux déversements d'eaux usées des agglomérations urbaines, sont fixées au tableau n° 1 annexé au présent arrêté.
- **Article 2 :** Pour les déversements existants à la date de publication du présent arrêté, les valeurs limites spécifiques de rejet mentionnées à l'article premier ci-dessus, ne sont applicables qu'à compter de la onzième (11<sup>ème</sup>) année qui suit la date précitée. Toutefois, pour ces déversements les valeurs limites spécifiques de rejet indiquées au tableau n° 2 annexé au présent arrêté sont applicables pendant la septième (7<sup>ème</sup>), la huitième (8<sup>ème</sup>), la neuvième (9<sup>ème</sup>) et la dixième (10<sup>ème</sup>) année à partir de la publication du présent arrêté.
- **Article 3 :** Les caractéristiques physiques et chimiques des déversements sont conformes aux valeurs limites spécifiques de rejet lorsque pour chacun des paramètres :

- au moins dix (10) échantillons sur douze (12) échantillons présentent des valeurs conformes aux valeurs limites spécifiques de rejet ;
  - les échantillons restants présentent des valeurs ne dépassant pas les valeurs limites spécifiques de rejet de plus de 25%.
- **Article 4 :** La conformité des caractéristiques physiques et chimiques du déversement aux valeurs limites spécifiques de rejet, est appréciée sur la base d'au moins douze (12) échantillons composites de vingt quatre (24) heures prélevés à intervalles réguliers pendant la première année, et quatre (4) échantillons composites de vingt quatre (24) heures prélevés à intervalles réguliers durant les années suivantes, si les résultats des analyses des échantillons prélevés la première année montrent que les caractéristiques du déversement sont conformes aux valeurs limites spécifiques de rejet. Si l'un des quatre (4) échantillons présente des valeurs ne satisfaisant pas les valeurs limites spécifiques de rejet, douze (12) échantillons sont prélevés l'année suivante.
- **Article 5 :** Les échantillons prélevés lors des inondations, des pollutions accidentelles ou des catastrophes naturelles ne sont pas pris en considération pour l'appréciation de la conformité des caractéristiques physiques et chimiques du déversement.
- **Article 6 :** Les caractéristiques physiques et chimiques des déversements sont déterminées conformément aux normes d'essai, d'analyse et d'échantillonnage en vigueur.
- Article 7 :** Le présent arrêté conjoint est publié au Bulletin Officiel.

**Tableau 7: Valeurs limites spécifiques de rejet applicables aux déversements d'eaux usées des agglomérations urbaines**

Paramètres	Valeurs limites spécifiques de rejet domestique
DBO5 mg O <sub>2</sub> /l	120
DCO mg O <sub>2</sub> /l	250
MES mg/l	150

*MES = Matières en suspension.*

*DBO5 = Demande biochimique en oxygène durant cinq (5) jours.*

*DCO = Demande chimique en oxygène.*

**Tableau 8: Valeurs limites spécifiques de rejet domestique applicables aux déversements existants d'eaux usées des agglomérations urbaines**

Paramètres	Valeurs limites spécifiques de rejet domestique
DBO5 mg O <sub>2</sub> /l	300
DCO mg O <sub>2</sub> /l	600
MES mg/l	250

### *Références bibliographiques*

---

- BOUTAYEB. O, 2012 : Etude de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de cinq villes de la région de la Chaouia – Ouardigha (Maroc) ; Faculté des Sciences et Techniques, Settat, 6p.
- El HIFNAWY. C, 2012 : Conception d'une station d'épuration, PFE, Ingénierie, Conservatoire national des arts et métiers ; Paris, 61p.
- KONE.D, 2002 : Epuration des eaux usées par lagunage a microphytes er a macrophytes en Afrique de l'ouest et du centre ; thèse, école polytechnique fédérale de Lausanne, Belgique, 194p.
- METTAHRI. M, 2012 : Elimination simultanée de la pollution phosphatée et azotée des eaux usées traitées par des procédés mixte ; thèse, faculté des sciences biologique et agronomique, Algérie, 172p.
- SADOWSKIA, 2002 : Méthode de calcul d'une filière de traitement, rapport du laboratoire SHU-ENGEES ; France, 77p.
- ZOURZIO, 2003 : Station d'épuration des eaux usées de la ville SKHIRAT, REDAL, 19p.
- ZOURZIO, 2016 : STEP ville SKHIRAT, REDAL, 4p.

## *Webographie*

---

- <http://www.hellopro.fr/aerateurs-pour-traitement-des-eaux>
- <http://www.eau-seine-normandie.fr/>
- <http://www.fuchs-germany.com/>,
- <http://www.memoireonline.com/>,
- <http://www.isilf.be/>,
- <http://hmf.enseeiht.fr/>,
- [http://www.pseau.org/outils/ouvrages/onep\\_guide\\_assainissement\\_liquide\\_douars\\_marcains.pdf](http://www.pseau.org/outils/ouvrages/onep_guide_assainissement_liquide_douars_marcains.pdf);



## Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom: OUALI Ghita

Année Universitaire : 2015/2016

Titre: Etude des possibilités d'extension de la STEP de SKHIRAT

### *Résumé*

Ce travail a pour but d'étudier les étapes de traitement des eaux usées par les lagunes au niveau de la station d'épuration de la ville de SKHIRAT. Cette étude a été réalisée dans la région de SKHIRAT, qui a subi une augmentation du mouvement d'urbanisation ainsi qu'une intégration visible des habitations économiques au périmètre de la STEP. Tous cela nous mène opter à des propositions d'extension de la station d'épuration de la ville de SKHIRAT, aussi pour éviter l'un des problèmes majeurs rencontrés lors d'exploitation de la STEP actuelle, qui est l'odeur insupportable provenant des décanteurs et parfois des bassins facultatifs. Ce paramètre doit être considéré comme un critère important pour le choix de la nouvelle filière à adopter.

Dans une unité de traitement, les sources principales des odeurs sont les bassins anaérobies, les décanteurs. En effet, une variation importante de la charge polluante à l'entrée peut induire des odeurs au niveau du décanteur, fonctionnant en sous charge hydraulique pendant la période hivernale.

En se basant sur ces critères, on constate que le procédé de lagunage aéré ou de bio-disque est plus avantageux, car ce procédé s'adapte bien à la variation de la charge hydraulique. De plus, la transformation des bassins anaérobies en bassins aérés soit par aération artificielle ou par effet de rotation du bio-disque va limiter considérablement les nuisances olfactives au niveau de la STEP existante.

**Mots clés:** STEP, eaux usées, lagunes aérées, bio-disque