

Université Mohamed khider – Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil et d'Hydraulique
Référence :...../ 2018

جامعة محمد خيضر - بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية والري
المرجع:...../ 2018



Mémoire de Master
Spécialité : Hydraulique.
Option : Hydraulique urbaine

Thème :

**Suivi de l'épuration par lagunage naturel des usées
de La ville de Ghardaïa**

Etudiant:

BAHAMOU Yakoub

Encadreurs:

Mme. REZEG Asia

Promotion: Juin 2018

Dédicace

*A ma chère mère Mabrouka et mon père
Abderrahmane pour l'éducation, le grand amour
dont ils m'ont entouré e puis ma naissance et leurs
sacrifices.*

A mes chères sœurs Rahma, Fatima, Hadjer

A mon cher frère Moumen, Ishak.

*Et mon frère Abdallah et leur aide avec moi dans ce
mémoire.*

A mes chers amis : Lahcen, Abdelmalek, Mohamed.

*A tout qui a contribué à la réalisation de ce modeste
travail.*

A tous mes amis

A tous ceux que j'aime

Je dédie ce travail

Yakoub

Remerciements

*Je remercie ALLAH de m'avoir prêté vie et volonté
pour achever ce travail.*

*Je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements
les plus sincères à Madame REZZEG Asia, qui a
encadré ce travail de fin d'études, pour ses efforts
fournis afin de mener à bien cette étude.*

*Je remercie également le Docteur, d'avoir accepté
d'examiner ce travail.*

*Je veux témoigner mon immense gratitude et je tiens
à le remercier pour sa grande disponibilité ainsi que
pour ses nombreux conseils, je lui exprimer ma
reconnaissance pour sa bonne humeur, sa gentillesse
et sa patience.*

*Mes plus sincères remerciements vont également à
mes parents, mes frères et mes sœurs pour leurs
encouragements, et conseils.*

*Sans oublier tous mes amis qui m'ont encouragé et
soutenu.*

Réisme :

L'objectif de cette étude a été de suivre la qualité des eaux usées brutes et épurées de la station d'épuration de Ghardaïa. Le processus de traitement dans cette station est extensif à lagunage naturel. Il comprend les étapes principales de prétraitement, d'un traitement primaire anaérobie et un traitement secondaire facultatif.

Le rendement épuratoire évolue selon le type de la charge polluante. Les pourcentages d'abattement varient en fonction de la nature de polluants de la sorte : $DBO_5 > DCO > MES$, dont les rendements moyens respectifs sont de 69,33 % , 53,39% 22,27 %.

Les bactéries anaérobies dans les bassins primaires convertissent le carbone organique en méthane et dans le processus, éliminent jusqu'à 50% de la DBO. L'effluent du bassin anaérobie est transféré dans le bassin facultatif où la DBO5 est davantage éliminée.

المخلص :

كان الهدف من هذه الدراسة هو مراقبة ومتابعة جودة المياه الخام والنقية من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في غرداية. عملية العلاج في هذا المحطة واسعة النطاق على البحيرات الطبيعية. ويشمل المراحل الرئيسية للمعالجة الأولية والعلاج اللاهوائي الأولي والعلاج الثانوي الاختياري. تتباين كفاءة التنقية وفقاً لنوع الحمل الملوث. تختلف نسب التخفيض حسب طبيعة الملوثات من النوع التالي: $BOD_5 < COD < MES$ ، التي يبلغ متوسط إنتاجيتها 69.33 % ، 53.39 % 22.27 %.

تقوم البكتيريا اللاهوائية في الأحواض الأولية بتحويل الكربون العضوي إلى غاز الميثان ، وفي هذه العملية يتم إزالة 50% من الطلب الأوكسجيني البيولوجي. يتم نقل النفايات السائلة اللاهوائية إلى البركة الاختيارية حيث تتم إزالة BOD5.

Sommaire :

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : EAUX USEES : ORIGINES, MATIERES POLLUANTES ET EPURATION	
I. 1. Introduction	2
I.2. Définition des eaux usées	2
I.3. Origines des eaux usées	2
I.3.1 Eaux domestiques.....	2
I.3.2 Eaux industrielles	3
I.3.3 Eaux pluviales	3
I. 4. Les matières polluantes.....	3
I.4.1 Les matières particulaires.....	3
I.4.2 Les matières organiques	4
I.4.3 Les matières azotées.....	5
I.4.4 Les matières phosphatées	5
I.4.5 Les micropolluants	5
I.4.6 Pollution microbiologique.....	6
I.5 Normes de rejet.....	6
I.5.1 Normes de l'OMS	6
I.5.2 Normes européennes	6
I.5.3 Normes algériennes	7
I.6 Epuración des eaux usées	8
I.6.1 Prétraitement	9
1. Dégrillage.....	9
2. Dessablage	9
3. Déshuilage-dégraissage.....	10
I.6.2 Décantation primaire	10

I.6.3	Traitement secondaires (Biologique)	10
I.6.3.1	Traitement biologique extensifs	11
I.6.3.2	Traitement biologique intensifs	13
I.6.4	Clarification	13
I.6.5	Procédés de traitement des boues	14
1.	Réduction du pouvoir fermentescibles ou stabilisation	14
2.	Réduction du volume	14
I.6.6	Traitement tertiaire	15
1.	La dénitrification	15
2.	La désinfection	15
3.	Déphosphatation	16
I.7	Conclusion	17

CHAPITRE II : DESCRIPTION DE LA STEP DE GHARDAÏA

II.1	Introduction	18
II.2	Présentation de la Wilaya de Ghardaïa	18
II.3	Présentation de la station d'épuration de Ghardaïa	18
II.4	Description des ouvrages de traitement de la STEP	21
II.4.1	Prétraitement	21
II.4.2	Ouvrages de répartition	22
II.4.3	Bassins primaires	23
II.4.4	Bassins secondaires	24
II.4.5	Traitement des boues	26
II.5	Conclusion	27

CHAPITRE III : QUALITE DES EAUX USEES BRUTES ET EPUREES DE LA STEP DE GHARDAÏA

III.1	Introduction	28
III.2	Méthodes d'analyses	28

1. Potentiel d'hydrogène (pH)	28
2. Température	28
3. Conductivité	28
4. Matières en suspension (MES)	29
5. Oxygène dissous (O ₂).....	30
6. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	30
7. Demande Chimique en Oxygène (DCO)	31
8. Matière azotées	32
9. Orthophosphates (PO ₄ ⁻³).....	32
III.3 Suivi de la qualité des eaux usées brutes et épurées.....	32
1. Température	32
2. Oxygène dissous	33
3. Potentiel d'hydrogène (pH)	34
4. Demande Biologique en oxygène (DBO ₅).....	35
5. Demande chimique en oxygène (DCO).	37
6. Matière en suspension (MES)	39
7. Conductivité électrique	40
8. Nitrites et Nitrates	41
9. Orthophosphates (PO ₄ ⁻³).....	42
III.4 Conclusion	43
CONCLUSION GENERALE.....	45
Références.....	46

Liste des figures :

Figure I. 1 : Cycles biologiques d'une lagune.....	12
Figure I. 2 : Lagunage naturel.....	13
Figure II. 3 : Situation géographique de la STEP (Google earth, 2013).....	19
Figure II. 4 : Collecteurs d'amenée des eaux usées.....	20
Figure II. 5 : Station de traitement des eaux usées de Ghardaïa.....	20
Figure II. 6 : Vue aérienne de la STEP de Ghardaïa.....	21
Figure II. 7 : Dégrilleur et dessableur.....	22
Figure II. 8 : Répartiteurs principales vers les bassins primaires et secondaires.....	23
Figure II. 9 : Principe de fonctionnement des bassins primaires.....	23
Figure II. 10 : Principe de fonctionnement des bassins secondaires.....	25
Figure II. 11 : Lits de séchage.....	26
Figure II. 12 : Rejet final vers oued M'Zab.....	27
Figure III. 13 : Appareils de mesure des matières en suspension (MES).....	29
Figure III.14 : Mesure de la DBO ₅	30
Figure III. 15 : Spectrophotomètre (DR3900).....	31
Figure III. 16 : Variations des moyennes mensuelles de la température des eaux brutes et épurées.....	33
Figure III. 17 : Variations de l'oxygène dissous des eaux usées brutes et épurée de la STEP.....	34
Figure III. 18 : Valeurs des moyennes mensuelles du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	35
Figure III. 19 : Variations moyennes mensuelles de la DBO ₅ à l'entrée et à la sortie.....	36
Figure III. 20: Variations moyennes mensuelles de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	38
Figure III. 21 : Variations moyennes mensuelles des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	40
Figure III. 22: Variations de la conductivité électrique en dans les eaux brutes et épurée...40	

Figure III. 23: Variations des moyennes mensuelles de nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	42
Figure III. 24 : Variations des moyennes mensuelles des nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	42
Figure III. 25: Variations des ions orthophosphates dans les eaux brutes et les eaux traitées.....	43

Liste des tableaux :

Tableau I. 1 : Normes de rejet des eaux usées selon l'OMS	6
Tableau I. 2 : Normes européennes de rejet des eaux usées	7
Tableau I. 3 : Normes algérienne de rejet des eaux usées	8
Tableau II. 4 : Caractéristiques des bassins primaires.....	24
Tableau II. 5 : Caractéristiques des bassins secondaires.....	25
Tableau III. 6 : Moyennes mensuelles de DBO5 dans les eaux brutes et les eaux traitées.....	36
Tableau III. 7 : Moyennes mensuelles de la DCO dans les eaux brutes et les eaux traitées..	38
Tableau III. 8 : Moyennes mensuelles des MES dans les eaux brutes et les eaux traitées.....	39

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Des quantités de plus en plus importantes d'eaux usées sont rejetées dans les écosystèmes aquatiques du monde entier. Ces eaux véhiculent des polluants en solution ou en suspension de nature chimique (molécules organiques, métaux lourds, sels nutritifs, ...) ou microbiologique (bactéries, parasites) qui, dépassant certains seuils, conduisant un déséquilibre du fonctionnement naturel des écosystèmes aquatiques. Pour faire face à cette situation les eaux usées doivent subir une épuration avant d'être rejetées dans le milieu récepteur. L'épuration des eaux usées domestiques fait appel à des techniques physico-chimiques et biologiques. Parmi ces dernières, le lagunage naturel acquiert de plus en plus d'importance dans le monde et particulièrement dans les pays à climat chaud où le rendement photosynthétique est important, signalé par une prolifération d'algues (OUESLATI, 2000) qui croissent sous l'effet conjugué de la présence des dérivés azotés et phosphorés dans l'eau et de la photosynthèse. Des nombreux travaux ont alors été effectués sur le comportement des bassins de lagunage vis-à-vis des paramètres physico-chimiques et environnementaux (SHELEF et AZOV, 1996 ; FAGROUCH et al., 2010).

En Algérie, le volume d'eaux usées rejetées est estimé actuellement à près de 800 millions de m³ et dépassera 1.5 milliards de m³ à l'horizon 2020 (MRE, 2014). L'Algérie dispose à l'heure actuelle de 137 stations d'épuration des eaux usées dont le volume d'eau usées épurées est estimé à 16 millions de mètres cube (ONA ,2017).

Dans le cadre de cette étude, nous évaluons la performance du traitement des eaux usées au niveau de la station d'épuration par lagunage naturel à Ghardaïa. Pour une période d'étude allant d'avril 2017 à mars 2018, nous suivons les moyennes mensuelles (avril 2017 à mars 2018) des paramètres indicateurs de pollution des eaux usées brutes et épurées.

Cette étude est organisée en trois chapitres :

- ∅ Le première chapitre présente une synthèse bibliographique sur l'origine et les caractéristiques de la pollution des eaux usées comme il expose l'ensemble de techniques usuelles adoptées pour l'épuration des eaux usées.
- ∅ Le deuxième chapitre décrit les ouvrages de la station d'épuration de Ghardaïa en montrant les étapes de traitement adoptées pour réduire la charge polluante.
- ∅ Le dernier chapitre décrit les méthodes analytiques effectuées sur les eaux usées et étale et discute tous les résultats obtenus pendant notre période d'étude.

CHAPITRE I

EAUX USEES: ORIGINES, MATIERES POLLUANTES ET EPURATION

I. 1. Introduction

Les eaux usées peuvent être d'origines domestiques, pluviales et industrielles et elles contiennent des matières en suspension, des microorganismes, des débris et de substances chimiques

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. L'objectif final d'une épuration biologique est de traiter une eau urbaine de façon que le rejet ne nuit pas l'environnement et la santé publique.

Les principales étapes de l'épuration des eaux usées urbaines sont basées sur l'élimination de la pollution en suspension et dissoute (minérale et organique).

I.2. Définition des eaux usées

Une eau est considérée comme usée lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques. Les eaux usées, ou les eaux résiduaires, sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non provenant de l'activité humaine industrielle ou agricole et parvenant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées. Elles représentent, une fraction du volume des ressources en eaux utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel.

3. Origines des eaux usées

Les eaux usées peuvent être classées selon leur origine comme suit:

I.3.1 Eaux domestiques

Elles contiennent des matières minérales et organiques dans les trois phases; solide, liquide et gazeuse. Les eaux usées domestiques véhiculent aussi les micro-organismes pathogènes ou saprophytes et virus. Elles proviennent essentiellement (REJSEK, 2002) :

- ❖ Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protéides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- ❖ Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- ❖ Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;

- ❖ Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme.

I.3.2 Eaux industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées. Elles peuvent également contenir :

- ❖ Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage);
- ❖ Des hydrocarbures (raffineries);
- ❖ Des métaux (traitements de surface, métallurgie);
- ❖ Des acides, des bases et produits chimiques divers (industries chimiques divers, tanneries);
- ❖ De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques);
- ❖ Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs)

Dans certains cas, avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux industrielles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels. Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution.

I.3.3 Eaux pluviales

Ces eaux peuvent être fortement polluées, en particulier au début de pluie à cause :

- ❖ de la dissolution des fumées dans l'atmosphère.
- ❖ du lavage des chaussées grasses et des toitures chargées de poussière.
- ❖ du lessivage des zones agricoles traitées (épandage de désherbants et d'engrais).

Les polluants présents dans ces eaux peuvent être des matières organiques biodégradables ou non, des matières minérales dissoutes ou en suspension

I. 4. Les matières polluantes

I.4.1 Les matières particulaires

La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à 10µm, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). Ces matières en suspension représentent l'un des paramètres globaux de pollution les plus facilement perceptibles mais l'un des plus difficilement mesurables en continu.

Cette pollution particulaire et de nature organique (fragments d'aliments ou résidus de digestion) ou de nature minérale (sable ou argile). Son rejet dans le milieu naturel réduit la limpidité de ce milieu, limitant la vie des organismes photosynthétique et entraînant des dépôts qui peuvent perturber la vie benthique et créer un engorgement du cours d'eau.

La pollution particulaire est appréciée par la détermination de la concentration matières en suspension (MES) de l'eau. Il existe deux grands types de mesure de détermination des MES (GROSCLAUDE, 1999):

- ❖ La méthode gravimétrique résultant d'une séparation physique des MES de l'eau par filtration ou centrifugation ;
- ❖ Les méthodes optiques qui mesurent l'absorption ou la réfraction d'un rayonnement lumineux. Cette détermination est réalisée par turbidimétrie.

I.4.2 Les matières organiques

Elles sont constituées par des molécules dont la structure de base comporte des liaisons covalentes reliant au moins deux atomes de carbone, d'où le nom de pollution carbonée.

Cette pollution organique rejetée dans le milieu récepteur, sans traitement préalable, entraîne, du fait de sa dégradation par les organismes vivants du milieu récepteur (biodégradation), une diminution de la teneur en oxygène dissous de ce milieu et une modification, voire une disparition de la faune existante (REJSEK, 2002) :

Les méthodes de dosage des composés organiques sont essentiellement basées sur la mesure de la consommation en oxygène nécessaire à leur dégradation (demande en oxygène) qui est une mesure globale. Parmi ces méthodes figurent celles qui font l'objet de normes et dispositions réglementaire pour imposer les normes de rejet : demande chimique en oxygène (DCO) et demande biochimique en oxygène (DBO₅), mais aussi les méthodes rapides comme l'oxydabilité au permanganate de potassium à froid.

❖ **Demande biochimique en oxygène (DBO₅).** La DBO₅ représente la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pendant cinq jours pour décomposer la matière organique des eaux usées à une température de 20 °C .

❖ **Demande chimique en oxygène (DCO).** La DCO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique en utilisant du bichromate dans une solution acide et pour la transformer en dioxyde de carbone et en eau. La valeur de la DCO est toujours plus élevée que celle de la DBO₅, car de nombreuses substances organiques peuvent être oxydées chimiquement mais ne peuvent s'oxyder biologiquement.

I.4.3 Les matières azotées

Ce sont des matières organiques et minérales contenant des atomes d'azote. A l'entrée des stations d'épuration l'azote est présent sous forme réduite : sous forme organique (N org.) , et sous forme d'ions ammonium (N-NH₄). Les formes oxydées de l'azote (NO₃⁻ et NO₂⁻) pourront apparaître, au cours du traitement biologique aérobie, au niveau de la station d'épuration (DEGREMONT, 1989 ; REJSEK, 2002).

Les nuisances de cette pollution azotée sont nombreuses et variées. Les rejets d'azote ammoniacal dans le milieu récepteur s'accompagnent d'une consommation de l'oxygène dissous due au processus de nitrification (4,3mg O₂/ mg de N-NH₄ nitrifié). Si le pH du milieu récepteur est élevé, l'ion ammonium se transforme en gaz ammoniac dissous (NH₃), très toxique pour les poissons, comme l'est également l'ion nitrite (NO₂⁻). L'azote ammoniacal et l'azote nitrique contribuent à l'eutrophisation du milieu.

Les formes ammoniacales (NH₄⁺), nitreuse et nitrique (NO₃⁻) sont déterminées par des analyses spécifiques, soit par des méthodes colorimétriques, soit par des méthodes chromatographie ionique ou en flux. L'azote organique ne peut être déterminé de manière isolée mais le sera avec l'azote ammoniacal sous la forme de l'azote Kjeldahl (NK).

A partir de ces dosages, on déterminera l'azote global NGL (REJSEK, 2002):

$$\text{NGL} = \text{NK} + \text{N-NO}_2^- + \text{N-NO}_3^-$$

Cette valeur prend en compte la totalité des formes azotées dissoutes ramenées à leur teneur en azote.

I.4.4 Les matières phosphatées

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Le rejet de phosphore dans le milieu récepteur est une cause essentielle de son eutrophisation. Le phosphore minéral représente entre 50 à 90% du phosphore total. Le phosphore est dosé sous forme d'ions orthophosphate par des méthodes colorimétrique. La minéralisation préalable de l'échantillon permet de transformer l'ensemble des formes du phosphore en orthophosphates (RODIER, 2005).

I.4.5 Les micropolluants

Les eaux usées peuvent également contenir des micropolluants organiques (Hydrocarbures, pesticides, phénols, détergents...etc.) et des micropolluants inorganiques (Fe, Cd, Se, Mn, Cr, Hg, B, Pb, Zn...ect.).

I.4.6 Pollution microbiologique

Cette pollution est due à la présence d'une multitude d'organismes vivants dans les eaux usées apportés par les excréments d'origine humaine ou animale. Des bactéries jouent le rôle de témoins de pollution. La pollution microbiologique devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu récepteur pouvant provoquer des maladies dangereuses pour l'individu.

I.5 Normes de rejet**I.5.1 Normes de l'OMS**

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est considérée comme la plus haute autorité dans le domaine de la santé et donne des recommandations au niveau mondial. Elle propose des normes sanitaires depuis des décennies et elle est en passe de les modifier pour les rendre plus sévères et diminuer les risques sanitaires. Ces normes sont destinées à une utilisation internationale et sont adaptées aux pays en voie de développement (ROTBARDT, 2011).

Tableau I. 1 : Normes de rejet des eaux usées selon l'OMS

Paramètre	Normes	Unités
PH	6.5-8.5	-
Température	<30	°C
DBO5	<30	mg /l
DCO	<90	mg /l
MES	<20	mg /l
NH ₄	<0.5	mg /l
NO ₂	1	mg /l
P ₂ O ⁵	<2	mg /l
Couleur	Incolore	-
Odeur	Inodore	-

I.5.2 Normes européennes

Une directive européenne relative aux eaux urbaines résiduaires a été adoptée par le Conseil des Ministres de la Commission Economique Européenne le 21 mai 1991. Cette directive réglemente les niveaux des rejets des stations d'épuration des eaux usées urbaines (tableau 2).

Tableau I. 2 : Normes européennes de rejet des eaux usées

Paramètre	Normes	Unités
pH	5.5<pH<9.5	-
Température	<30°C, un écart de 5°C est toléré	°C
DBO5	25	mg /l
DCO	125	mg /l
MES	35	mg /l
Azote	15mg/l pour une charge brute de pollution entre 600 et 6000 Kg/jour. 10mg/pour une charge brute de pollution>6000kg/jour.	mg /l
Phosphore	2mg/l pour une charge brute de pollution entre 600 et 6000kg/jour. 1mg/l pour une charge brut de pollution>6000kg/jour.	mg /l
Plomb	0,1	g/l

I.5.3 Normes algériennes

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire. Le Décret Exécutif n° 93-160 du Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides dans son chapitre 1 , article 2, fixe, en son annexe 1, les valeurs limites de ce rejet. Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret Exécutif n° 06 -141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondent au 19 Avril 2006, section 1, article 3. Les valeurs limites maximales de rejet d'effluents fixées par ces deux décrets sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau I. 3 : Normes algérienne de rejet des eaux usées

Paramètre	Valeurs limite	Unité
Température	30	C°
pH	5,5 à 8,5	-
MES	30	mg/l
DBO5	40	mg/l
DCO	120	mg/l
Azote Kjeldahl	40	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0,1	mg/l
Aluminium	05	mg/l
Cadmium	0,2	mg/l
Fer	05	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercuré total	0,001	mg/l
Nickel total	05	mg/l
Plomb total	01	mg/l
Cuivre total	03	mg/l
Zinc total	05	mg/l
Huiles et Grasses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	20	mg/l
Indice Phénols	0,3	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Etain total	02	mg/l

I.6 Epuration des eaux usées

Afin de rendre les eaux usées moins dangereuses aux milieux récepteurs et à l'environnement et par conséquent à la santé humaine il faut donc les épurer pour éliminer le maximum des polluants avant d'être rejetées. Ainsi, une station d'épuration traite les eaux, protège l'environnement et la santé publique et valorise éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement.

Dans un schéma classique d'une station d'épuration, la ligne de traitement complète des eaux résiduaires peut être schématiquement scindée en deux filières: filière eau et filière boue.

La filière eau comprend généralement trois niveaux de traitements définis comme suit:

- Un prétraitement qui permet d'éliminer les matières en suspension déchets grossiers, sables et les huiles.
- Un traitement primaire pour l'élimination des matières en suspension facilement décantables.

→ Un traitement secondaire élimine les matières en solution dans l'eau (matières organiques, substances minérales...).

→ La clarification (décantation secondaire)

→ Certaines stations sont également équipées d'un traitement tertiaire et il 'agit d'un traitement complémentaire ou « affinage » dans le but, soit d'une réutilisation à des fins industrielles ou agricoles, soit de la protection du milieu récepteur pour des usages spécifiques.

I.6.1 Prétraitement

Les prétraitements sont des opérations destinées à alléger les eaux usées des matières grossières qui peuvent gêner le déroulement des traitements ultérieurs. Les principales opérations sont : dégrillage, dessablage, dégraissage et le déshuilage.

1. Dégrillage

C'est une opération préliminaire à tout traitement car elle permet de protéger la station contre l'arrivée intempestive de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.

Il est assuré par des grilles dont l'écartement varie suivant que l'on ait à faire au dégrillage grossier qui arrête les objets volumineux ou dégrillage fin qui retient les détritux de petites dimensions. Les grilles doivent être régulièrement raclées. Le nettoyage s'effectue manuellement lorsque la quantité de détritux de retenue n'est pas importante ou mécanique si les risques de colmatage est plus fréquents. On distingue ainsi deux types de grille:

❖ Grilles manuelles sont composées de barreaux, de section cylindrique ou rectangulaire. Elles peuvent être verticales, mais souvent inclinées de 60 à 80° dans le cas où le débit d'effluent est important.

❖ Grilles mécaniques: Ce sont des grilles à nettoyage automatique. On distingue les grilles mécaniques à nettoyage par l'aval et grilles mécaniques à nettoyage par l'amont.

2. Dessablage

C'est une opération permettant la sédimentation des particules minérales de diamètre > 200 µm contenues dans l'effluent brut et ceci par simple gravité. Les buts du dessablage sont :

❖ Protection des conduites et des pompes contre l'abrasion,

❖ Protection des canalisations du colmatage par une sédimentation au cours du traitement.

On distingue plusieurs types de dessableurs, suivant la géométrie des bassins ou la circulation du fluide. Les principaux types sont:

- ❖ Les dessableurs à couloirs à section rectangulaire,
- ❖ Les dessableurs circulaires également connus sous l'appellation de centrifuges ou encore cyclones .

3. Déshuilage-dégraissage

C'est une opération permettant la réduction des graisses et des huiles car elles présentent plusieurs inconvénients à plusieurs niveaux :

- difficile à dégrader, elles diminuent le rendement du traitement biologique,
- la formation d'un film isolant à la surface de l'eau empêchant les échanges et transfert air – eau et donc l'activité aérobie
- mauvaises sédimentation et envahissement des décanteurs,
- risques de bouchage des canalisations et des pompes.

La réduction est basée sur la séparation gravitaire et améliorée par insufflation d'air où des graisses émulsionnées remontant à la surface.

I.6.2 Décantation primaire

La décantation primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation) (BELAID, 2013).

I.6.3 Traitement secondaires (Biologique)

Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées (DESJARDINS, 1997).

Les traitements secondaires agissent donc sur la pollution organique biodégradable par des procédés biologiques. On constate ces catégories:

- Les procédés biologiques extensifs. Cas du lagunage : c'est un procédé qui consiste en un lent écoulement de l'eau dans un ou plusieurs réservoirs peu profonds, où prolifèrent naturellement des bactéries, algues et autres organismes vivants..

- Les procédés biologiques intensifs à cultures fixées: cas des lits bactériens et les procédés biologiques intensifs à boues activées: les bactéries sont en suspension dans l'eau des bassins.

I.6.3.1 Traitement biologique extensif (lagunage)

Le procédé d'épuration des eaux usées par lagunage a été créé aux Etats-Unis en 1901. Dès 1920 le lagunage s'est développé aux USA, Canada, Suède et France (BAHAZ, 2017).

Le lagunage est un procédé de traitement biologique, en cultures libres. Les procédés par lagunage sont les méthodes de traitement les plus communes lorsque on dispose de grandes surfaces de terrain, et lorsqu' on ne désire pas assurer en permanence une haute qualité de l'effluent.

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur.

Le lagunage naturel est un procédé rustique de traitement des eaux usées domestiques. Les effluents sont dirigés dans des bassins étanches, à l'air libre (GAÏD, 2007). Dans un premier bassin, des bactéries interviennent pour éliminer les déchets (la matière organique) et les transformer en sels minéraux et en gaz. Par la suite, dans un deuxième bassin, ces produits sont récupérés par les plantes pour permettre leur développement. Les micro-algues (phytoplancton) seront consommées dans les derniers bassins par le zooplancton (animaux microscopiques). L'épuration par lagunage naturel repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en cultures libres et d'algues (figure 1).

L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques des végétaux en présence de rayonnements lumineux (ALEXANDERE ET AL., 1997).

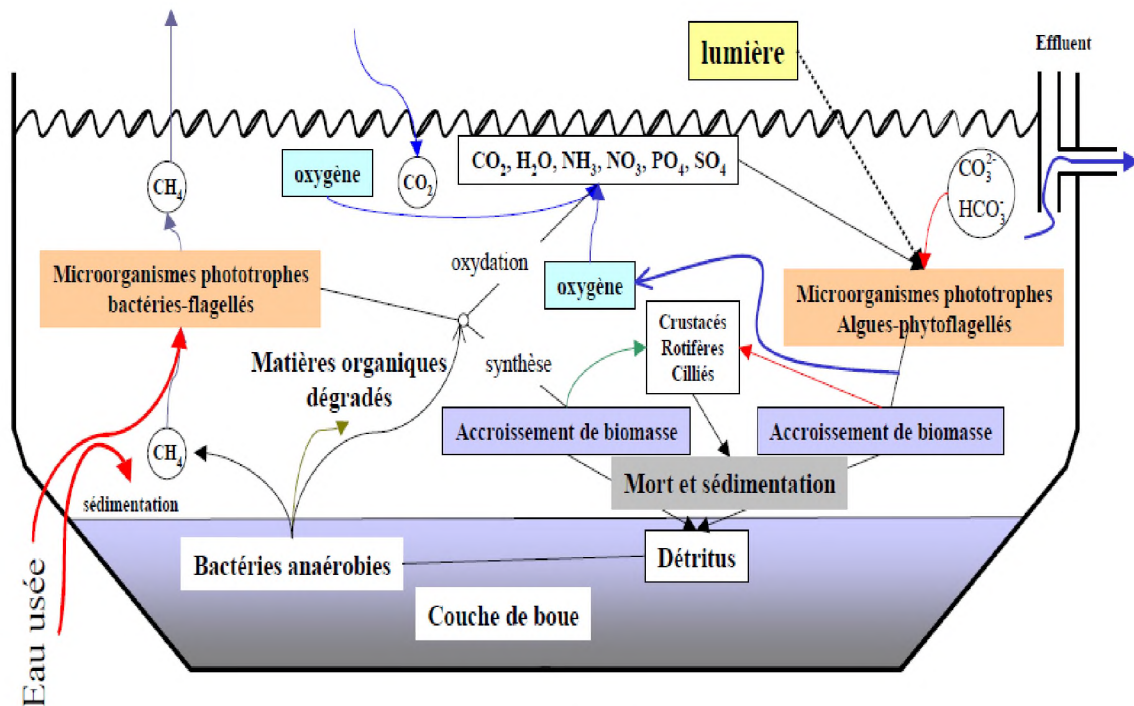


Figure I. 1 : Cycles biologiques d'une lagune

❖ Les avantages du lagunage naturel :

- Excellente élimination de la pollution microbiologique.
- Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement.
- Aucune source d'énergie.

❖ Les inconvénients du lagunage naturel:

- Difficultés d'extraction des boues.
- Surface nécessaire très importante.
- Rendement faible au climat froid.

Par ailleurs, le lagunage anaérobie n'est applicable que sur des effluents très concentrés et, le plus souvent comme prétraitement avant un étang aérobie. Les temps de séjour sont souvent supérieurs à 50 jours. La profondeur du bassin doit être de l'ordre de 2.5 à 5 m. L'eau n'est ni aérée ni agitée ni chauffée. La dégradation anaérobie produit du CO₂ et du méthane. La couverture de ces lagunes et le traitement des gaz produits sont nécessaires vu les risques de nuisances élevés (odeurs).



Figure I. 2 : Lagunage naturel

Dans le lagunage aéré, l'aération des lagunes (bassin de stabilisation) est forcée. Elle se fait par des aérateurs de surface (turbine flottantes ou fixes) mécanique ou à diffuseur. Cette aération permet d'abrèger le temps de séjour (entre 5 et 15 jours) (MEOT ET ALAMY, 1990). En utilisant ce type de lagunage, on réduit le temps de séjour des eaux usées et on peut accroître la profondeur de la lagune (entre 1 et 4 m) et aussi on peut homogénéiser le contenu des bassins pour éviter les dépôts.

Malgré que la concentration en bactéries est plus importante que le lagunage naturel, le rendement de l'épuration peut être 80% puis que le temps de se jours est court donc ces bactéries ne prennent pas de longues durées pour dégrader le maximum de la matière polluante.

I.6.3.2 Traitement biologique intensifs

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. Trois grands types de procédés sont utilisés : les boues activées, les disques biologiques et lits bactériens.

I.6.4 Clarification

La décantation secondaire permet de séparer l'eau épurée et les boues ou résidus secondaires issus de la dégradation des matières organiques. Cette décantation est opérée dans des bassins spéciaux (clarificateurs). L'eau épurée peut alors être rejetée dans le milieu naturel. Les boues

récupérées en fond d'ouvrage sont pour partie renvoyées vers le bassin d'aération pour y maintenir la concentration voulue en micro-organismes épuratoires et , pour partie , extraites et envoyées sur la ligne de traitement des boues (BOUMEDIENE, 2013).

I.6.5 Procédés de traitement des boues

La boue qui résulte de la station d'épuration est composée essentiellement de bactéries mortes, de matières organique, des matières minérales et d'eau. Elles ont pour caractère commun d'être liquide, fermentescibles et contiennent des microorganismes qui peuvent être pathogènes. On distingue différents types de boues selon le traitement appliqué pour épurer l'eau (les boues primaires et les boues biologiques appelées boues secondaires).

Avant d'être acheminées pour être éliminées, les boues vont subir différents traitements en vue de réduire leur pouvoir fermentescibles ainsi que leur volume.

1. Réduction du pouvoir fermentescibles ou stabilisation

Les boues primaires et secondaires sont très riches en matières organiques et en germes pathogènes. Ces dernières doivent être stabilisées. Il existe différentes techniques pour diminuer ces paramètres, les principales sont :

❖ La stabilisation biologique:

- la stabilisation aérobie consiste à mettre les boues dans des bassins d'aération dits bassins de stabilisation aérobie.
- la stabilisation ou la digestion anaérobie: dégradation de la matière organique par fermentation.

❖ La stabilisation chimique qui consiste en l'incorporation de chaux Ca(OH)_2 dans les boues fraîches.

2. Réduction du volume

❖ L'épaississement. Elle est généralement la première étape du traitement des boues. Il s'agit d'un procédé simple, consommant peu d'énergie. Il sert principalement à réduire le volume des boues brutes et constitue une étape préalable aux traitements suivants. Le taux de siccité obtenu peut atteindre jusqu'à 10% de matière sèche. Quelle que soit la technique utilisée, l'eau récupérée doit être recyclée en tête de station.

❖ La déshydratation. Elle constitue la seconde étape de réduction du volume des boues sur les boues épaissies, afin d'obtenir une siccité plus poussée (en moyenne comprise entre 20 et 30% selon la nature des boues)

❖ Le séchage. C'est une opération du traitement des boues consistant à évaporer l'eau dans les boues traitées. Le séchage thermique vient obligatoirement après une étape de déshydratation, mais la technique du lit de séchage ne nécessite pas de déshydratation préalable

I.6.6 Traitement tertiaire

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires. Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.

1. La dénitrification

La dénitrification consiste à éliminer les nitrates présents dans l'eau. L'élimination a lieu par la transformation des nitrates en gaz inerte. La dénitrification aura lieu par l'intermédiaire d'organisme vivant qui ont besoin d'oxygène pour leur propre respiration. La thiobacillus denitrificans est une bactérie qui utilise l'oxygène des nitrates et réduit ces derniers en azote gazeux. Ce processus a donc lieu lorsque la bactérie se trouve en présence de nitrates dans un milieu pauvre en oxygène. Plus le milieu est pauvre en oxygène, plus les bactéries vont trouver l'oxygène qui leur manque dans les nitrates.

2. La désinfection

Pour les zones sensibles, il est primordial de rejeter une eau épurée ne contenant pas de concentration élevée en éléments pathogènes. C'est pourquoi la désinfection est parfois réalisée. Cette opération peut s'effectuer par différentes méthodes, notamment la chloration, les rayons ultraviolets et l'ozonation.

❖ La chloration : La méthode la plus ancienne de désinfection est l'utilisation de chlore. Le chlore est injecté directement dans les eaux usées. Il peut être utilisé sous forme de chlore gazeux, hypochlorite de sodium et bioxyde de chlore. Cet oxydant très puissant permet l'élimination de la plupart des microorganismes pathogènes même à faible dose. En effet, il endommage les membranes des cellules. C'est une technique très facile à mettre en place et peu coûteuse. Toutefois, la désinfection des eaux usées par chloration peut avoir un impact

négatif sur la faune et flore aquatique (toxicité du chlore résiduel). De plus, les réactions entre le chlore et les matières organiques restantes dans les eaux peuvent former des sous-produits organochlorés, parfois cancérigène.

❖ Les rayons ultraviolets (UV): Le traitement par rayons ultraviolets utilise des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement aux flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes (METAHRI, 2012).

Le principe d'action des UV repose sur le fait que les rayons ultraviolets sont des ondes électromagnétiques qui correspondent à une gamme de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nm. L'absorption de ces rayons par les micro-organismes provoque une modification de leur ADN qui bloque toute répllication du matériel génétique et engendre leur mort (GAÏD, 2007)

❖ L'ozonation: L'ozone est un procédé de désinfection et il est très efficace dans l'élimination des micro-organismes. L'ozone offre un large spectre d'action. Il est efficace aussi bien pour les virus que les bactéries et agit avec un temps de contact de courte durée (10 min) mais il nécessite pour son exploitation du personnel qualifié.

3. Déphosphatation

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation" peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues.

La déphosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la déphosphatation biologique sont relativement complexes et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées). Le rendement moyen est d'environ 60 %. Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une déphosphatation physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis.

I.7 Conclusion

Les eaux usées présentent des matières polluantes qui peuvent influencer sur la santé et l'environnement.

La pollution particulière limite la vie des organismes photosynthétiques et elle entraîne des dépôts et l'envasement du cours d'eau. La matière organique diminue la teneur en oxygène dissous et conduit à une modification et parfois à une disparition de la faune existante. Les nuisances de la pollution azotée et phosphorée sont nombreuses et variées comme l'eutrophisation du milieu récepteur.

Afin de rendre les eaux usées moins dangereuses aux milieux récepteurs et à l'environnement et par conséquent à la santé humaine, il faut les épurer pour éliminer le maximum des polluants avant d'être rejetées. Une station d'épuration peut comporter plusieurs étapes. L'étape primaire est constituée par les prétraitements et la décantation. L'étape secondaire associe l'épuration biologique et le décanteur secondaire. Enfin, lorsqu'il y a une nécessité, un étage tertiaire est ajouté. Tous ces procédés produisent des déchets (boues) qui grâce à la chaîne de traitement des boues seront utilisés ou rejetés.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DE LA STEP DE GHARDAÏA

II.1 Introduction

Le rôle d'une station d'épuration des eaux est l'élimination de la pollution jusqu'à un niveau définie par la réglementation en vigueur pour assurer que le rejet des eaux traitées n'affecte pas le milieu récepteur et selon cette réglementation, les procédés de traitement sont mis en œuvre selon plusieurs niveaux de traitements

Dans le présent chapitre, nous présentons une description sur la station d'épuration de type lagunage naturel à Ghardaïa. Nous montrons ainsi les étapes de traitement adoptées pour alléger la charge polluante.

II.2 Présentation de la Wilaya de Ghardaïa

La wilaya de Ghardaïa se situe dans la zone septentrionale du Sahara algérien. Elle se situe à 600 km au sud d'Alger. Elle est limitée

- Au Nord par les wilayas de Laghouat et Djelfa
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset
- A l'Est par la wilaya d'Ouargla
- A l'Ouest par les wilayas d'Adrar et d'El-Bayad

La population de la wilaya est estimée de 405 015 habitants, soit une densité de peuplement de 4,70 habitants au km². Pour une superficie de 86 105 km², la wilaya est constituée de 13 communes regroupée dans 9 daïras.

II.3 Présentation de la station d'épuration de Ghardaïa

La station d'épuration est situé dans la commune d'El Ateuf à l'aval de la vallée du M'Zâb. Elle est à environ 21 km au sud-est de Ghardaïa, à l'aval de la digue d'EL-Atteuf et elle occupe une superficie d'environ 600 000 m².

La station d'épuration de Ghardaïa est construite pendant la période 2008-2012 par AMENHYD SPA : entreprise d'étanchéité de réalisation avec collaboration de BG et AQUATECH-AXOR (Canada) : bureau d'étude de contrôle et suivi.

Elle a été mise en service en novembre 2012 et traite les eaux usées, par le procédé du lagunage naturel avec prétraitement, traitement primaire et traitement secondaire pour la filière eau, et déshydratation dans les lits de séchages pour la filière boue.

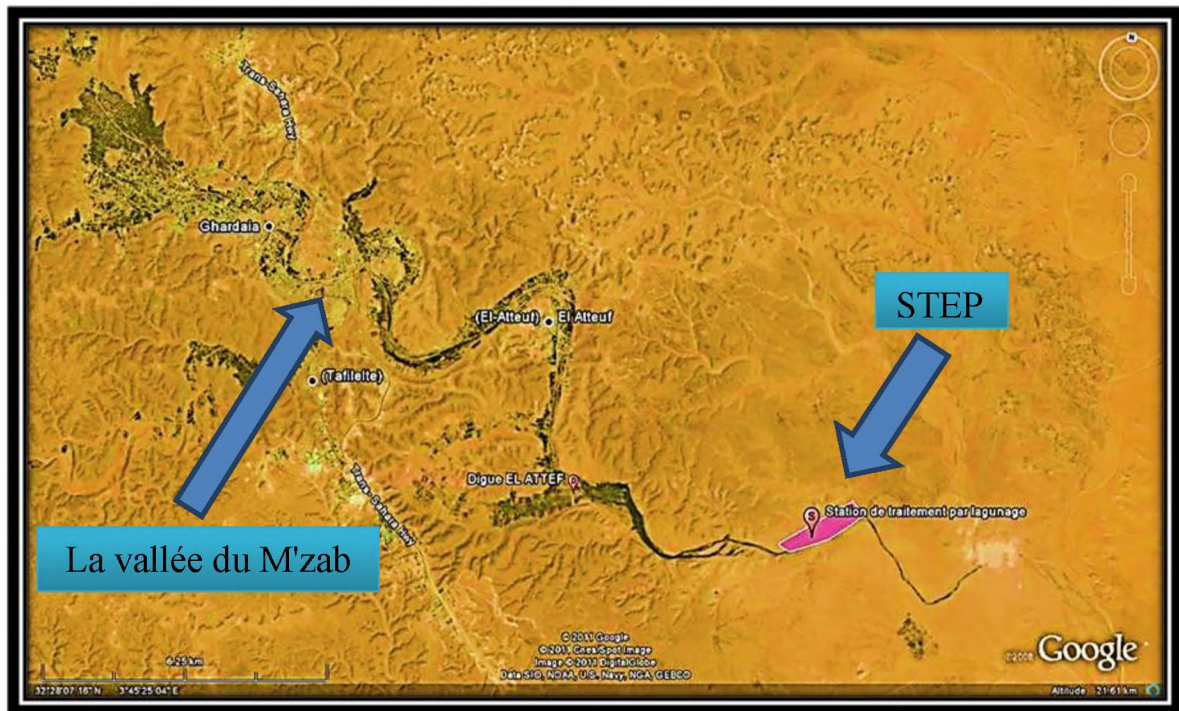


Figure II. 3 : Situation géographique de la STEP (Google earth, 2013)

A l'horizon de 2030, la STEP d'El-Atteuf, possède les caractéristiques suivantes :

- Population raccordée à l'horizon 2030 : 332 000 EH
- Débit à traiter : 46 400 m³ par jour.
- Charge de pollution : 11 600 kg par jour.

La station traite des eaux usées d'origine urbaines. Le milieu récepteur des eaux usées épurées est Oued M'Zab.

Actuellement la station est gérée par la DHW (Direction de l'hydraulique de la wilaya), les communes raccordées à la STEP sont : Ghardaïa ; Bounoura ; El-Atteuf, par un réseau d'assainissement de type unitaire. L'ensemble des eaux usées de la vallée sont acheminées gravitairement (pente:0,2%) depuis la fin du collecteur projeté au niveau de la digue d'El Atteuf jusqu'à l'entrée de la station grâce à deux collecteurs en parallèle de diamètre 1000 mm (figure 4).



Figure II. 4 : Collecteurs d'amenée des eaux usées

Le processus de traitement des eaux usées se base sur le lagunage naturel et comprend les étapes principales ci-après (figures 5 et 6):

- Prétraitements,
- Traitement primaire anaérobie,
- Traitement secondaire facultatif,
- Des lits de séchage des boues.

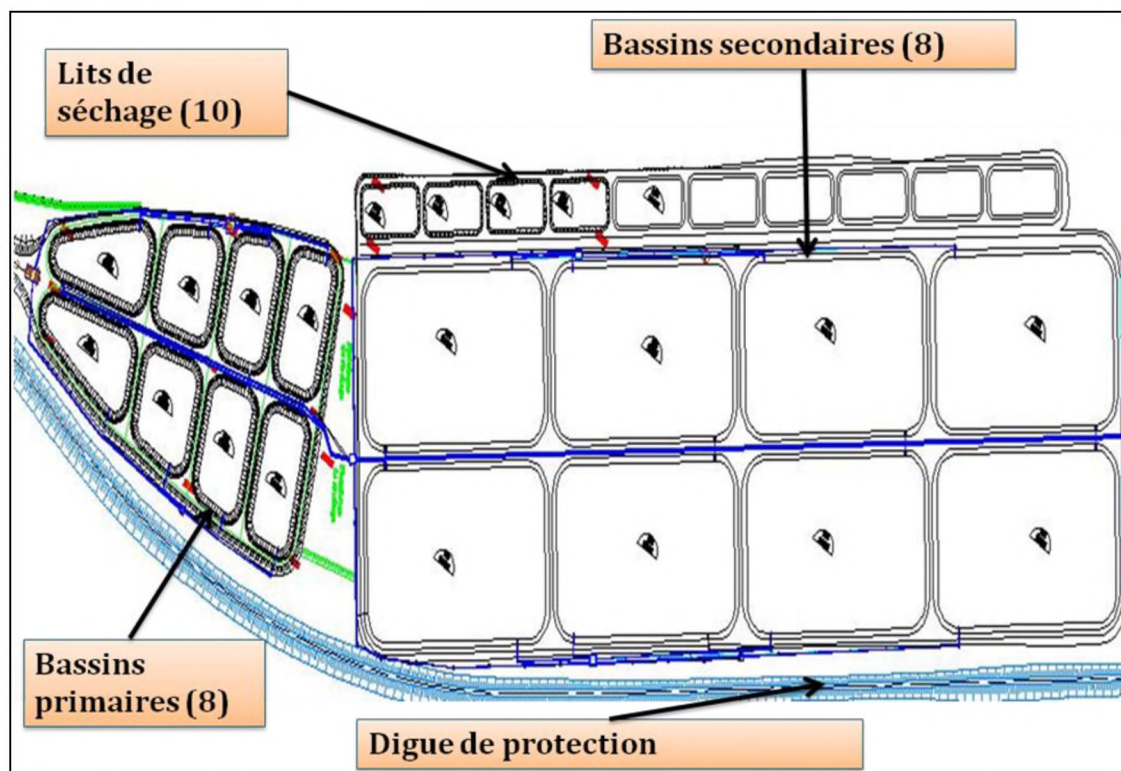


Figure II. 5 : Station de traitement des eaux usées de Ghardaïa



Figure II. 6 : Vue aérienne de la STEP de Ghardaïa

II.4 Description des ouvrages de traitement de la STEP

II.4.1 Prétraitement

Les collecteurs urbains d'eaux usées véhiculent des matières très hétérogènes et souvent volumineuses. A l'arrivée dans la station d'épuration, les eaux "brutes" doivent subir, avant leur traitement proprement dit, des traitements préalables, appelés "prétraitements"

Le système de prétraitement dans la STEP comporte un ensemble de deux dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 25 mm) disposés en parallèle.

En cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques, un système de batardeaux calés au dessus de la cote plan d'eau maximal équipé d'une grille statique (espace entre barreaux de 40 mm) disposé en parallèle permet de by passer complètement l'ensemble du prétraitement.

Au niveau de la jonction avec le collecteur principal sont prévus des dispositifs de dessablage et de ce fait, les particules non retenues à ce niveau et qui se retrouvent directement dans les lagunes sont en quantité négligeable et sont évacuées lors des opérations de curage.

Le dessableur et le dégrilleur sont localisés à l'intérieur du répartiteur principal du traitement primaire.

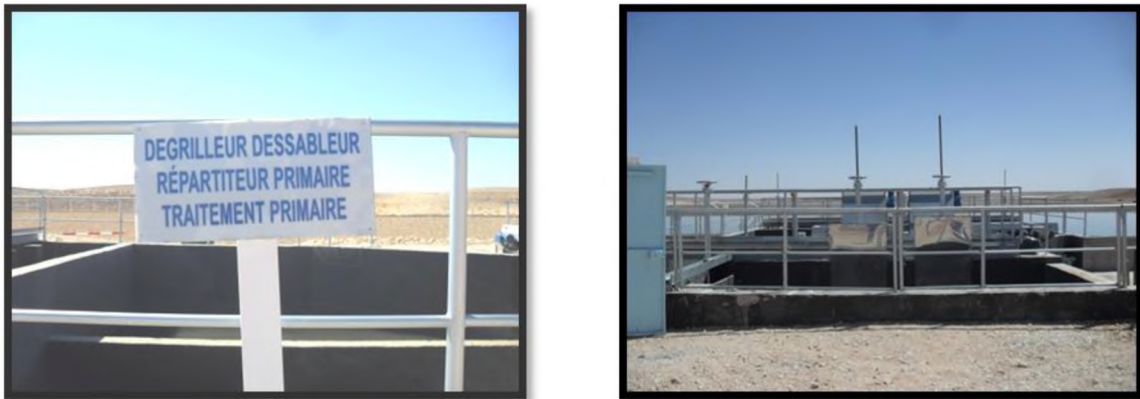


Figure II. 7 : Dégrilleur et dessableur.

II.4.2 Ouvrages de répartition

- Répartiteurs principaux : La répartition des débits vers les huit lagunes opère au niveau du répartiteur principal. Disposé en tête de chacun des deux niveaux d'épuration, cet ouvrage se compose des éléments suivants, d'amont en aval :

- à l'aval immédiat des canaux de dégrillage (pour le répartiteur primaire), une cloison siphonide participe à la tranquillisation des flux,
- l'élargissement de la section de l'ouvrage permet de ralentir le cheminement des eaux usées avant leur passage sur un seuil frontal décomposé en huit seuils de largeur 1m,
- les eaux usées se déversent dans deux chambres d'où partent les deux conduites de diamètre 1000mm de liaison avec les répartiteurs secondaire.

- Répartiteurs secondaires : Ils sont destinés à répartir les eaux usées vers les lagunes d'un même étage de traitement (primaire ou secondaire), implantées sur une même plage.



Figure II. 8 : Répartiteurs principales vers les bassins primaires et secondaires

II.4.3 Bassins primaires

Le traitement primaire proprement dit s’opère au cours du transit des eaux usées au sein des lagunes primaires dites « anaérobies », constituées de 8 bassins dont la superficie de chaque bassin est de l'ordre de 0,62 ha et d'une profondeur d'eau de 3,6 m : la revanche par rapport à la crête des digues qui ceinturent ces bassins est de 1m et l'étanchéité est assurée par une géomembrane bitumineuse. Des pistes d’exploitation de 5m de largeur permettent de cheminer autour des lagunes pour leur entretien.

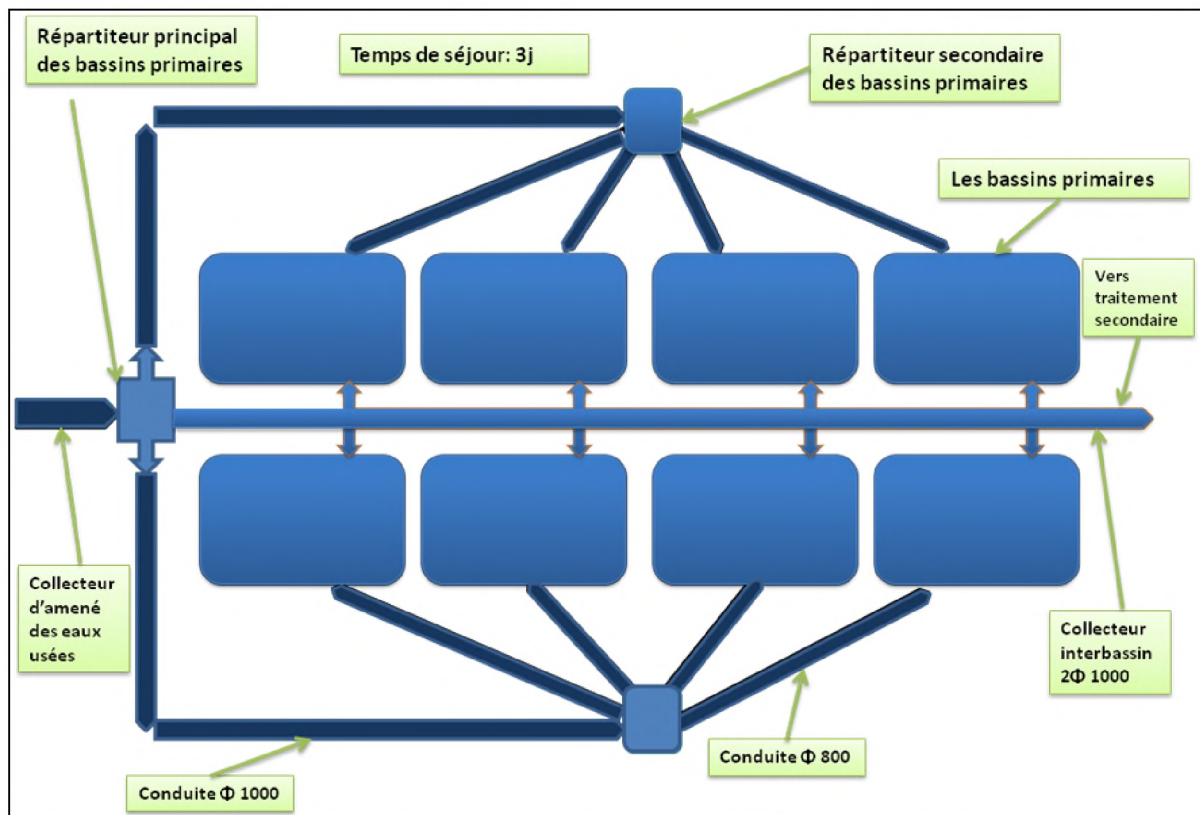


Figure II. 9 : Principe de fonctionnement des bassins primaires

Tableau II. 4 : Caractéristiques des bassins primaires

Horizon	2030
Premier niveau	
Nombre de lagunes	08 lagunes
Volume total des lagunes	178560m ³
Volume par lagune	22320m ³
Surface totale	4,96ha
Surface par unité de lagune	0,62ha
Profondeur des lagunes	3,6m
Temps de séjour	3 jours
Fréquence de curage 1 fois tous les ...	3 ans
Abattement DBO ₅ minimal	50%

II.4. 4 Bassins secondaires

Le circuit hydraulique du traitement secondaire est similaire à celui du traitement primaire avec les éléments suivant:

- Deux conduites de diamètre 1000mm, qui collectent les eaux ayant subit le traitement primaire, arrive sur répartiteur principale du traitement secondaire.
- Les eaux sont ensuite réparties vers les huit lagunes secondaires.

Le traitement secondaire proprement dit s'opère au cours du transit des eaux au sein des lagunes secondaires constituées de huit bassins dont la superficie de chaque bassin est de l'ordre de 3,8 ha et d'une profondeur d'eau de 1,6 m : la revanche par rapport à la crête des digues qui ceinturent ces bassins est de 1m et l'étanchéité est assurée par une géomembrane bitumineuse. Des pistes d'exploitation de 5m de largeur permettent de cheminer autour des lagunes pour leur entretien.

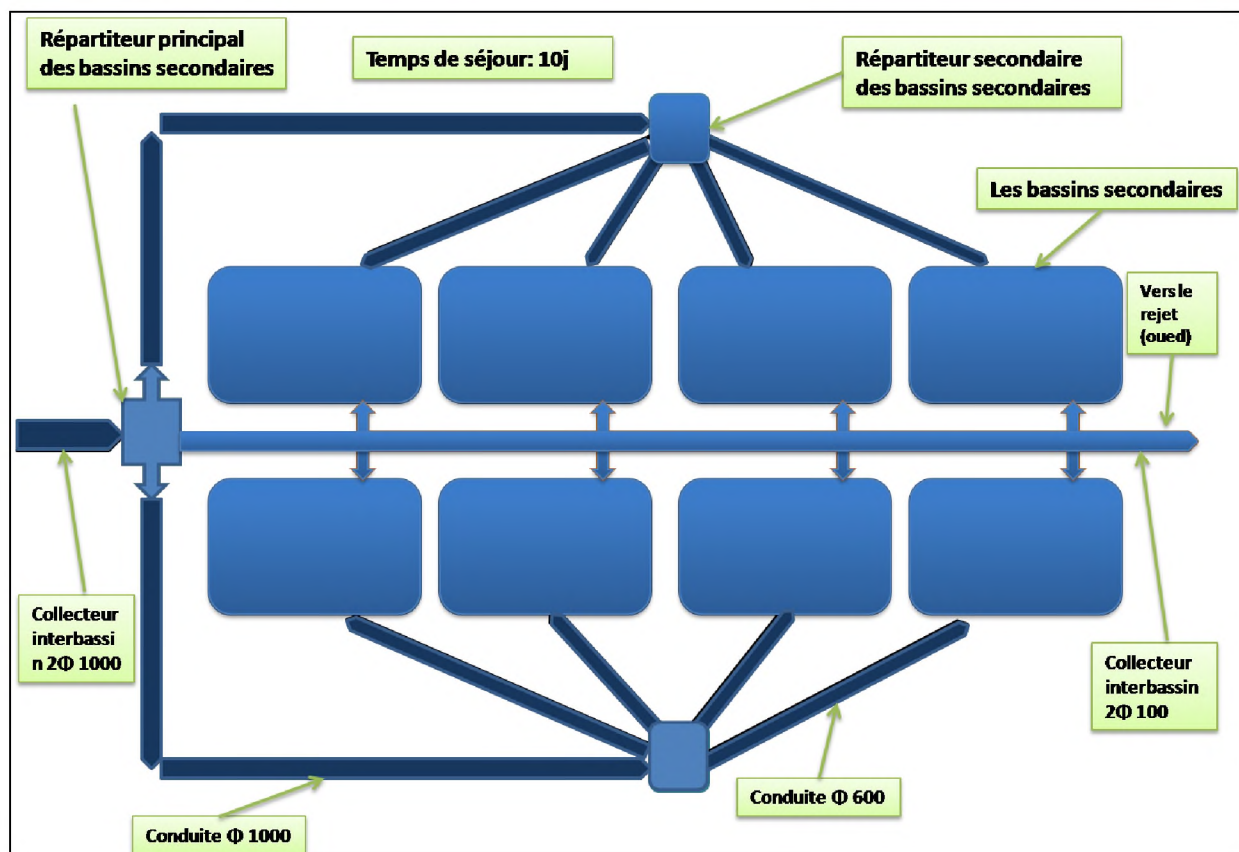


Figure II. 10 : Principe de fonctionnement des bassins secondaires

Tableau II. 5 : Caractéristiques des bassins secondaires

Horizon		2030
Nombre de lagunes		08 lagunes
Volume total des lagunes		486400m ³
Volume par lagune		60800m ³
Surface totale		30,4ha
Surface par unité de lagune		3,8ha
Profondeur des lagunes		1,6 m
Temps de séjour		10 jours
Fréquence de curage 1 fois tous les ...		3 ans
Abattement DBO5 minimal		60%

II.4. 5 Traitement des boues

Le système consiste à sécher les boues décantées au fond des lagunes primaires et secondaires à l'air libre sur 10 lits de séchage.

Les lits de séchage sont implantés à une cote supérieure à celle des lagunes afin de pouvoir évacuer les lixiviats drainés vers les lagunes de manière gravitaire.

En effet, les lits de séchage sont constitués d'une couche de sable lavé surmontant des couches de granulométrie plus importante incluant le réseau de drainage. De ce fait, on assiste dans un premier temps à un ressuyage de l'eau interstitielle qui donc est renvoyée vers les lagunes, et dans un second temps l'évaporation permet l'obtention de siccités élevées.



Figure II. 11 : Lits de séchage

Après le traitement dans les bassins secondaires, et à travers les ouvrages de sortie des lagunes, les eaux traitées sont évacuées gravitairement vers le rejet final par deux collecteurs de diamètre 1000mm. Les eaux épurées sont rejetées directement à l'oued M'Zab.



Figure II. 12 : Rejet final vers oued M'Zab

II.5 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté une synthèse qui a permis de décrire la STEP de Ghardaïa dont la conception présente pour objectif de traiter les eaux usées avant leur rejet. La filière de traitement des eaux comprend les étapes de prétraitement (dégrillage, dessablage), traitement primaire et traitement secondaire pour la filière eau, et déshydratation dans des lits de séchages pour la filière boue.

CHAPITRE III

QUALITE DES EAUX USEES BRUTES ET EPUREES DE LA STEP DE GHARDAÏA

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

III.1 Introduction

Au cours de ce chapitre, nous présentons les méthodes analytiques permettant d'évaluer la qualité des eaux usées brutes et épurées dans la station d'épuration de Ghardaïa.

Les paramètres analysés ont porté essentiellement sur le pH, la conductivité, l'oxygène dissous(O₂), les MES, la DCO, la DBO₅, les orthophosphates, les nitrates et les nitrites.

Pour évaluer les performances épuratoires de la station Ghardaïa, les paramètres contrôlant la pollution des eaux ont été suivis à l'entrée et à la sortie de la station pendant 12 mois d'études en allant d'avril 2017 à mars 2018. Nous présentons et discutons dans ce chapitre les résultats de l'évolution des moyennes mensuelles des paramètres globaux de la pollution des eaux usées de la station de Ghardaïa.

III.2 Méthodes d'analyses

1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le paramètre pH joue un rôle important dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité) et l'efficacité de certains procédés de traitement. Ainsi, l'épuration biologique est possible lorsque le pH =6,5 à 8,5 (DEGREMONT, 2005).

Dans la station d'épuration étudiée, l'analyse du pH est effectuée à l'aide d'un pH mètre digital de laboratoire. La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil après l'immersion d'une électrode spécifique de pH dans l'échantillon.

2. Température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique, aussi un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C (RODIER, 2005). La valeur est lu directement sur l'écran de l'appareil Oxymètre.

3. Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. La conductivité électrique d'une eau augmente avec la teneur en sels électrolysables dissous. La mesure de la conductivité se fait à l'aide d'un conductimètre. On

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

plonge la sonde dans l'échantillon d'eau jusqu'à la stabilisation de la valeur affichée de la conductivité électrique.

4. Matières en suspension (MES)

La détermination des solides en suspension est faite en filtrant une portion d'échantillon au travers d'un filtre préalablement pesé. Lorsque la filtration est terminée, le résidu est séché à 105 °C et pesé de nouveau. Le poids de solides en suspension est obtenu en effectuant la différence des poids. La figure 13 représente les appareils de mesure des MES au laboratoire de la station.



Etuve à 105 °C



Dessicateur



Filtration



Balance

Figure III. 13 : Appareils de mesure des matières en suspension (MES)

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

Le calcul de teneur en MES se fait de l'expression suivante:

$$[\text{MES}] = 1000(M_1 - M_0)/V$$

[MES]: La teneur en MES (en mg/l).

M_1 : La masse de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 105°C.

M_0 : La masse de la capsule vide (en mg/l).

V : Le volume de la prise d'essai.

5. Oxygène dissous (O₂)

La mesure de l'oxygène dissous s'effectue par la méthode électrochimique sur un oxymètre qui sur un échantillon d'eau à analyser de 100 ml affiche le teneur soit concentration (mg d'O₂/l) soit en pourcentage de saturation en oxygène.

6. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ est mesurée en utilisant un système de mesure OXI Top. On met dans des flacons bruns les échantillons d'eau et on y ajoute un barreau magnétique pour homogénéisation. On rajoute un absorbant plastique de soude (NaOH) dans les bouchons hermétiques pour absorber l'humidité. Les échantillons sont placés en agitation continues dans une chambre thermostatée et sombre (incubateur) (figure 14). On règle l'appareil de mesure (OXI Top) à zéro et on met l'incubateur en marche pendant 5 jours à 20 °C. Le résultat est obtenu directement sur l'afficheur. L'OXI Top mémorise automatiquement une valeur toutes 24h sur 5 jours.



Figure III.14 : Mesure de la DBO₅

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

7. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Les substances oxydables réagissent avec le bichromate de potassium sulfurique, en présence de sulfate d'argent. Le chlorure est masqué avec du sulfate de mercure. La coloration verte du Cr^3 sera déterminée photométriquement. Pour atteindre la teneur de DCO, nous suivons les étapes suivantes

- Agiter le tube à essai pour amener le résidu en suspension;
- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO; LCK 114 et LCK 314;
- Boucher hermétiquement le tube avec le bouchon fileté;
- Mélanger énergiquement le contenu de tube. Toujours saisir le tube par son bouchon;
- Chauffer le tube pendant 120 minutes à 148°C dans le thermo réacteur portoir;
- Retirer le tube brulant du thermo réacteur et le laisser refroidir dans un portoir;
- Au bout de 10 minutes, agiter le tube et le remettre dans le portoir jusqu'à refroidissement à température ambiante (temps de refroidissement au moins 30 minutes). Ne pas refroidir à l'eau froide;
- Mesurer la teneur de DCO de l'échantillon dans le spectrophotomètre DR3900 (figure 15)



Figure III. 15 : Spectrophotomètre (DR3900)

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

8. Matière azotées

- a) **Nitrites.** Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et donner des aromatiques pour sels diazonium , ceux-ci forment avec des composés aromatique amino ou un contenant un group hydroxyle, un colorant azoïque de couleur intense. La mesure de cet élément s'effectue ainsi par spectrophotométrie en utilisant le réactif nitrite (LCK341).
- b) **Nitrate.** Dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique les ions nitrates réagissent avec les 2-6diméthyles phénol pour donner 4-nitro 2,6-dimethylménol. La mesure de cet élément s'effectue par spectrophotométrie en utilisant le réactif nitrate LCK339.

9. Orthophosphates (PO_4^{-3})

Les Orthophosphates sont mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre DR3900 avec les réactifs LCK 348 spécifiques au PO_4^{-3} .

III.3 Suivi de la qualité des eaux usées brutes et épurées

Après avoir décrit les méthodes d'analyses des différents paramètres de pollution. Nous consacrons cette partie à la discussion des résultats des analyses qui ont portés sur le pH, la conductivité, l'oxygène dissous(O_2), les matières en suspension (MES), la DCO, la DBO5, les orthophosphates ainsi que les nitrates et nitrites.

Les résultats des analyses de chaque paramètre sont des moyennes mensuelles (d'avril 2017 à mars 2018). Notons que les paramètres des eaux épurées sont comparés aux normes de la station qui se rapportent essentiellement aux normes algériennes.

1. Température

La température joue un rôle important sur la solubilité de l'oxygène est donc sur la cinétique du processus biologique. Une diminution de la température entraîne une augmentation de la viscosité et ceci rend difficile le dépôt du floc de boue.

La figure suivante montre les variations moyennes mensuelles de l'eau usée brute et épurée pendant la période d'étude.

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

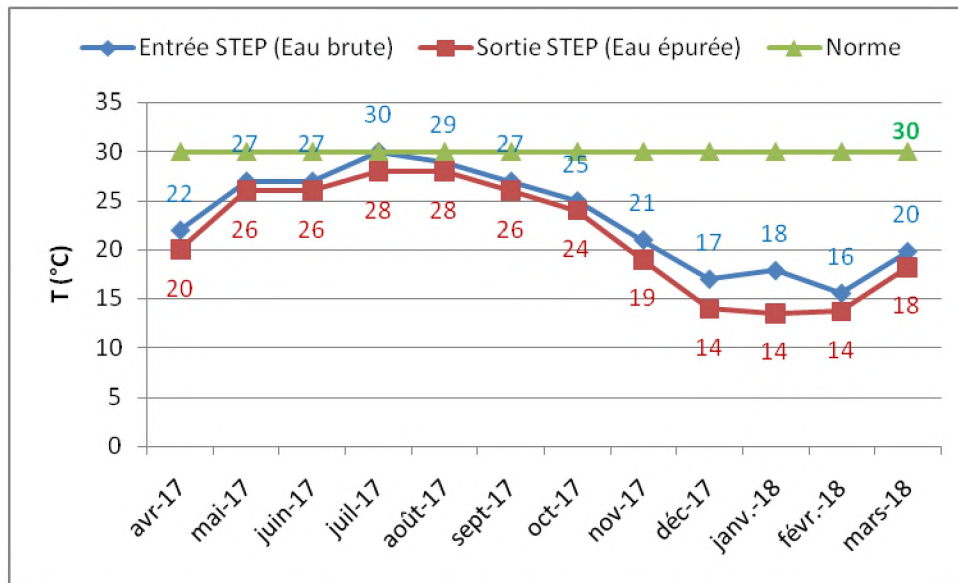


Figure III. 16 : Variations des moyennes mensuelles de la température des eaux brutes et épurées.

Nous pouvons constater que se soit pour l'eau brute ou épurée, la variation de la température, augmente progressivement du mois d'avril jusqu'au mois d'août puis la variation des courbes accuse une diminution progressive jusqu'au mois de janvier. Ces variations de la température peuvent s'expliquer par les changements saisonniers de la température atmosphérique.

Par ailleurs, la température de l'eau brute s'avère plus importante que la température des eaux épurées. L'aération naturelle dans les bassins peut causer cet abaissement de la température de l'entrée à la sortie de la station.

2. Oxygène dissous

La figure 17 présente les variations des concentrations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de Ghardaïa durant la période d'étude.

Nous pouvons constater que l'allure des deux courbes est similaire. Les variations des moyennes mensuelles de l'oxygène dissous sont semblables à l'entrée et à la sortie de la station. Les fluctuations des teneurs en oxygène dissous de l'eau sont liées aux variations saisonnières de la température et la salinité de l'eau qui ont un impact direct sur le processus de solubilité de l'oxygène.

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

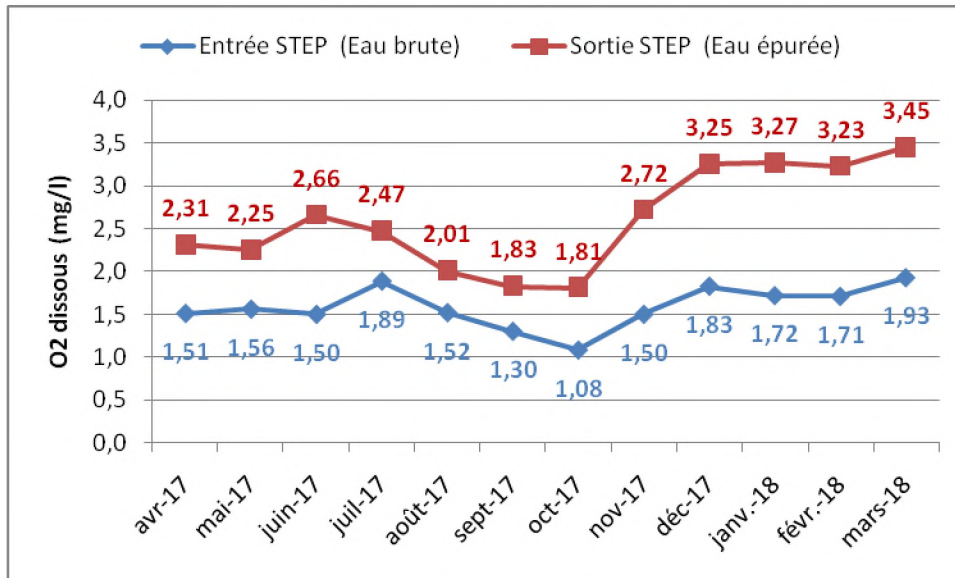


Figure III. 17 : Variations de l'oxygène dissous des eaux usées brutes et épurée de la STEP

Par ailleurs, il ya lieu de constater que les valeurs de l'oxygène dissous des eaux épurées (1.81 à 3.45 mgO₂/l) sont plus importantes que celles des eaux brutes (1.08 à 1.93 mgO₂/l).

En effet, l'augmentation des teneurs d'oxygènes dissous, à la sortie de la station revient probablement à l'oxygène libéré par photosynthèse et aux échanges atmosphériques (brassage éolien) qui se produisent dans les bassins de lagunage secondaires.

3. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH affecte la vie aquatique et par conséquent influence l'auto-épuration du milieu naturel. Des PH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent directement la viabilité et la croissance des microorganismes (MARA, 1980). Le pH est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement (RODIER et al ; 1996).

La figure 18 illustre l'évolution des moyennes mensuelles du pH des eaux épurées et brutes.

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

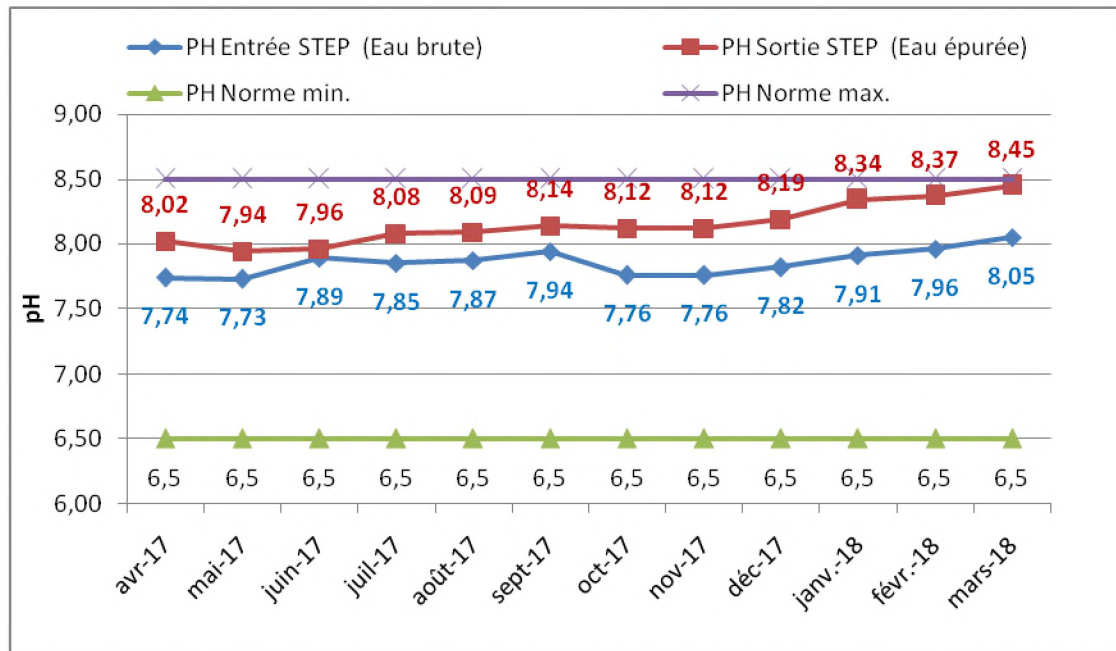


Figure III. 18 : Valeurs des moyennes mensuelles du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP

Nous constatons que le pH des eaux brutes varie entre 7.73 et 8.05. Cette gamme de pH est proche de la neutralité. L'origine urbaine des eaux résiduaires de la STEP peut expliquer ces valeurs lesquelles sont favorables pour l'activité bactérienne dans le bassin de lagunage.

Par ailleurs, le pH à la sortie de la station a augmenté dans les eaux épurées (7.94 et 8.45). L'activité photosynthétique des algues entraîne une augmentation du pH et un enrichissement des eaux en oxygène dissous (FAGROUCH ET AL., 2010). De plus, le dioxyde de carbone (CO₂), issu de la respiration des organismes qui a un effet acidifiant sur l'eau des lagunes est en partie compensé par les organismes qui utilisent le CO₂ lors de la photosynthèse, ce qui a pour effet d'augmenter le pH de l'eau.

4. Demande Biologique en oxygène (DBO₅)

La demande biologique en oxygène est la quantité d'oxygène utilisé par voie biologique pour la dégradation de la matière organique. Elle est exprimée en mg O₂/l et est très utilisée pour les contrôles de la pollution et le suivi des effluents urbains.

Le suivi des teneurs en DBO₅ des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP, nous a permis de dresser le tableau 6 et de tracer les graphiques illustrés sur la figure 19.

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

Tableau III. 6 : Moyennes mensuelles de DBO5 dans les eaux brutes et les eaux traitées

Mois	DBO5 (mg/l)		
	Concentration eau brute (mg/l)	Concentration eau épurée (mg/l)	Rendement %
avr-17	109.00	24.00	77.9
mai-17	145.00	48.00	66.8
juin-17	199.00	47.00	76.4
juil-17	159.00	31.00	80.5
août-17	110.00	45.00	59.1
sept-17	71.00	24.00	66.2
oct-17	132.00	34.00	74.2
nov-17	130.00	39.00	70
déc-17	203.00	62.00	69.5
janv.-18	103	34,33	66,66
févr.-18	109	42,67	60,85
mars-18	340,5	102,50	69,89
Moyenne	144,95	44,45	69,33

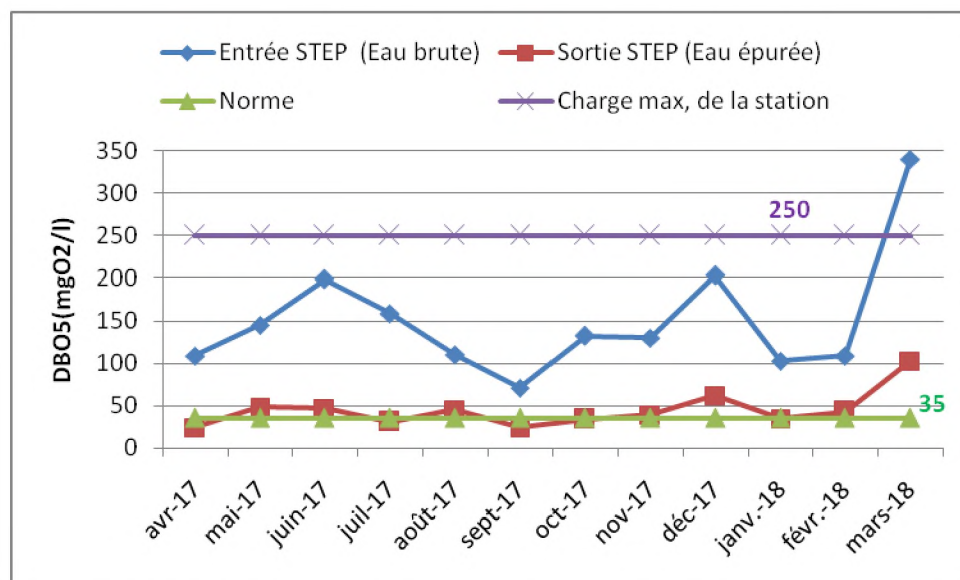


Figure III. 19 : Variations moyennes mensuelles de la DBO5 à l'entrée et à la sortie

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

On peut observer que les concentrations de la DBO_5 varient d'un mois à un autre. Les valeurs importantes ($340,5 \text{ mgO}_2/\text{l}$; $203. \text{ mgO}_2/\text{l}$) indiquent l'importance de la quantité de la matière organique dans les eaux usées brutes.

Cette matière organique est dégradée d'une façon relativement importante à la sortie de la station. Le rendement épuratoire moyen est de 69,33%.

Les bactéries anaérobies dans les bassins primaires convertissent le carbone organique en méthane et dans le processus, éliminent jusqu'à 50% de la DBO. Les bassins anaérobies sont capables de traiter les eaux usées fortement chargées.

L'effluent du bassin anaérobie est transféré dans le bassin facultatif où la DBO est davantage éliminée. Des processus aérobies et anaérobies s'y produisent. La couche supérieure du bassin reçoit l'oxygène par diffusion naturelle, du mélange de vent et du processus de photosynthèse des algues. La couche inférieure est privée d'oxygène et devient anoxique ou anaérobie. Les solides décantables s'accumulent et sont digérés au fond du bassin. Les organismes aérobies et anaérobies travaillent ensemble pour atteindre des réductions de DBO jusqu'à 60%.

5. Demande chimique en oxygène (DCO).

Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables. Elle est exprimée en $\text{mg O}_2/\text{l}$, généralement la DCO est de 1,5 à 2 fois la DBO_5 pour les eaux usées urbaines et de 1 à 10 pour l'ensemble des eaux résiduaires industrielles. Les résultats mensuels de la demande chimique en oxygène sont donnés sur le tableau 7 et la figure 20.

La charge polluante mesurée en termes de DCO pour la période d'étude est comprise entre $80.0 \text{ mg O}_2/\text{l}$ et $323.5 \text{ mg O}_2/\text{l}$. Les rendements d'élimination varient d'un mois à un autre et le pourcentage d'abattement moyen est évalué à 53.39%.

A l'exception du mois de mars 2018 où on a décelé la valeur max en DCO dans l'eau brute ($323.5 \text{ mg O}_2/\text{l}$), Les concentrations résiduelles obtenues après épuration obéissent à la norme de rejet (120 mg/l).

Dans les conditions de notre étude le lagunage naturel s'avère plus performant à l'élimination de la DBO_5 comparativement à la DCO.

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

Tableau III. 7 : Moyennes mensuelles de la DCO dans les eaux brutes et les eaux traitées

Mois	DCO (mg/l)		
	Concentration eau brute (mg/l)	Concentration eau épurée (mg/l)	Rendement %
avr-17	171.00	62.00	63.7
mai-17	136.00	68.00	50
juin-17	185.00	73.00	60.5
juil-17	153.00	60.00	60.7
août-17	124.00	76.00	38.7
sept-17	182.00	72.00	60.4
oct-17	80.00	52.00	35
nov-17	152.00	72.00	52.6
déc-17	134.00	89.00	33.5
janv.-18	195	69	64,46
févr.-18	96,00	74,00	22,92
mars-18	323,50	133,00	58,89
Moyenne	160,95	75,02	53,39

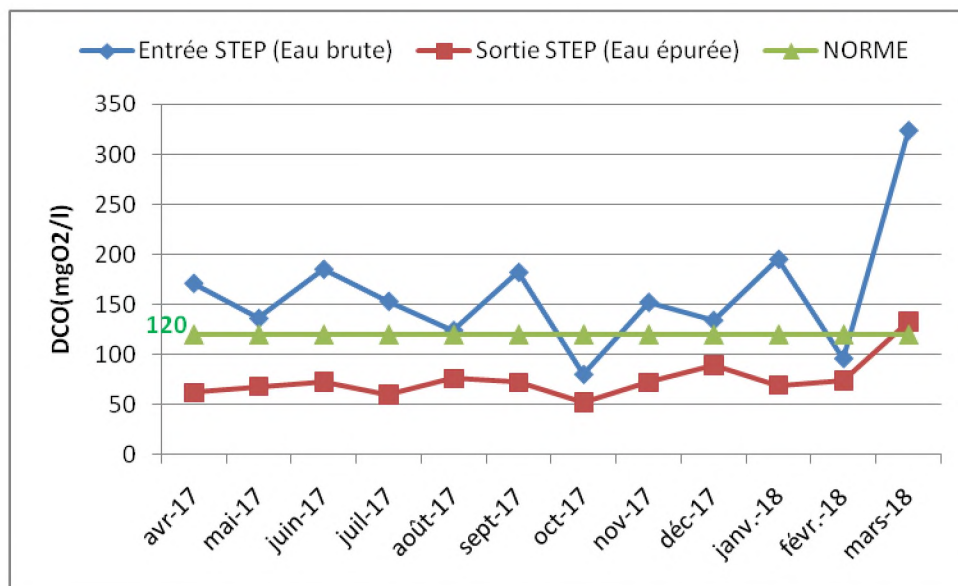


Figure III. 20: Variations moyennes mensuelles de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

6. Matière en suspension (MES)

La pollution particulaire peut être de nature organique ou de nature minérale (sable ou argile). La teneur en MES dans les eaux est en fonction de divers facteurs. Elle est en fonction des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie...ect.

Les résultats de notre étude sont regroupés dans le tableau 8 et illustrés dans la figure 21. L'analyse des résultats présentés met en évidence l'abattement limité des MES. Les valeurs en ce paramètre varient entre 62 mg/l à 124 mg/l pour l'eau brute et entre 56.33 à 107 mg/l pour les eaux épurées. Le rendement moyen étant de 22.27%. La densité plus ou moins élevée d'algues a une répercussion directe sur la teneur en MES (FAGROUCH ET AL., 2010). Les lagunes dans les bassins secondaires sont le siège d'un développement algal important et la qualité du rejet épuré en est affecté en termes de MES

Tableau III. 8 : Moyennes mensuelles des MES dans les eaux brutes et les eaux traitées

Mois	MES (mg/L)		
	Concentration eau brute (mg/l)	Concentration eau épurée (mg/l)	Rendement %
avr-17	112.00	107.00	4.5
mai-17	118.00	88.00	25.4
juin-17	76.00	61.00	19.7
juil-17	103.00	79.00	23.3
août-17	74.00	71.00	4.1
sept-17	76.00	62.00	18.4
oct-17	76.00	57.00	25
nov-17	73	61.00	16.4
déc-17	124.00	72.00	41.9
janv.-18	85,5	66,5	22,22
févr.-18	62	56,33	9,14
mars-18	196,33	84	57,21

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

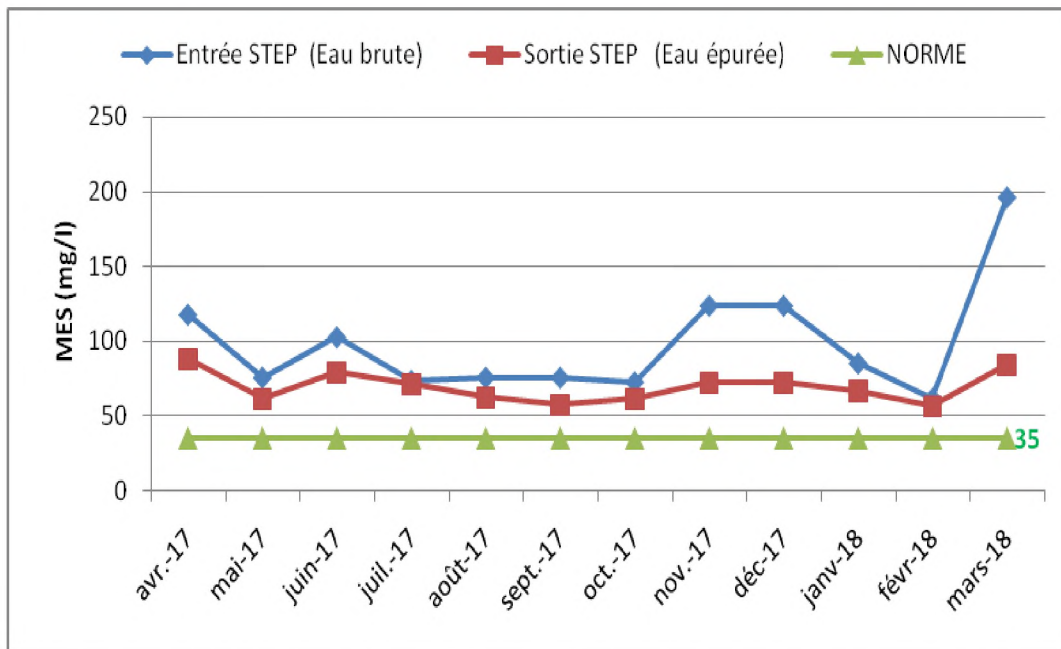


Figure III. 21 : Variations moyennes mensuelles des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP

7. Conductivité électrique

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. La figure ci-dessous représente les variations des valeurs moyennes mensuelles de la conductivité électrique dans l'eau brute et traitée de la station d'épuration.

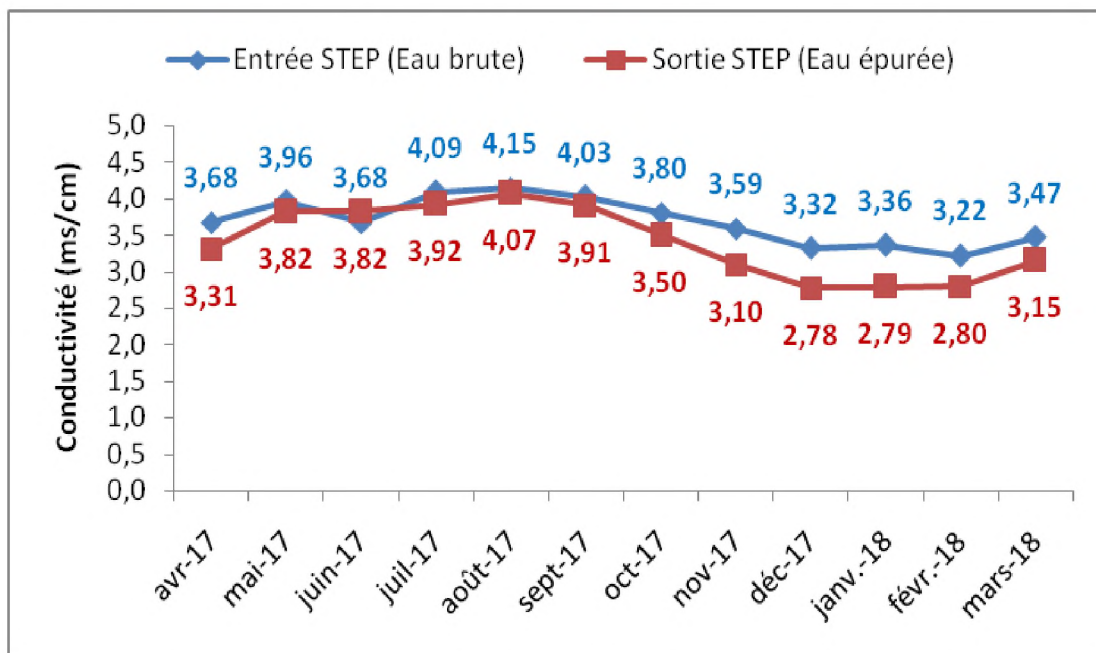


Figure III. 22: Variations de la conductivité électrique en dans les eaux brutes et épurée

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

Les valeurs de conductivité électrique varient entre 3.22ms/cm et 4.15ms/cm pour l'eau brute et entre 2.78 ms /cm et 4.07ms/cm pour l'eau épurée. Ces valeurs sont en fonction de la minéralisation naturelle de l'eau potable et celle à usage domestique.

Nous remarquons également que les valeurs de la conductivité à la sortie de la station ont sensiblement diminuées. Notons que l'épuration par le lagunage naturelle repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en culture libre et d'algues (les microphytes). Ces dernières se multiplient en présence gaz carbonique formé par les bactéries mais aussi en présence des sels minéraux contenus dans les eaux usées.

8. Nitrites et Nitrates

Les figures 23 et 24 représentent les variations des nitrates et nitrites dans l'eau brute et épurée durant la période d'étude.

Dans les eaux brutes les concentrations des ions nitrates (0.21 et 0.9 mg/l) et nitrites sont faibles (0.05 et 0.75 mg/l). Ces concentrations sont conformes avec la composition moyenne des eaux usées dont les valeurs des nitrates sont normalement voisines de 0 (REJSEK, 2002). Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation et la forme oxydée la plus stable de l'azote ce qui explique les concentrations plus élevées en cet élément mais les nitrites est un élément peu stable sauf en cas d'insuffisance d'oxydant où on note son accumulation.

D'autre part, nous constatons que l'évolution des ions nitrites est nitrates varie d'un mois à un autre. Les concentrations peuvent augmenter ou diminuer à la sortie de la station et ceci peut s'expliquer par les réactions de nitrification et dénitrification qui se produisent quand des conditions particulières se produisent (oxygène dissous, température,..ect.)

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

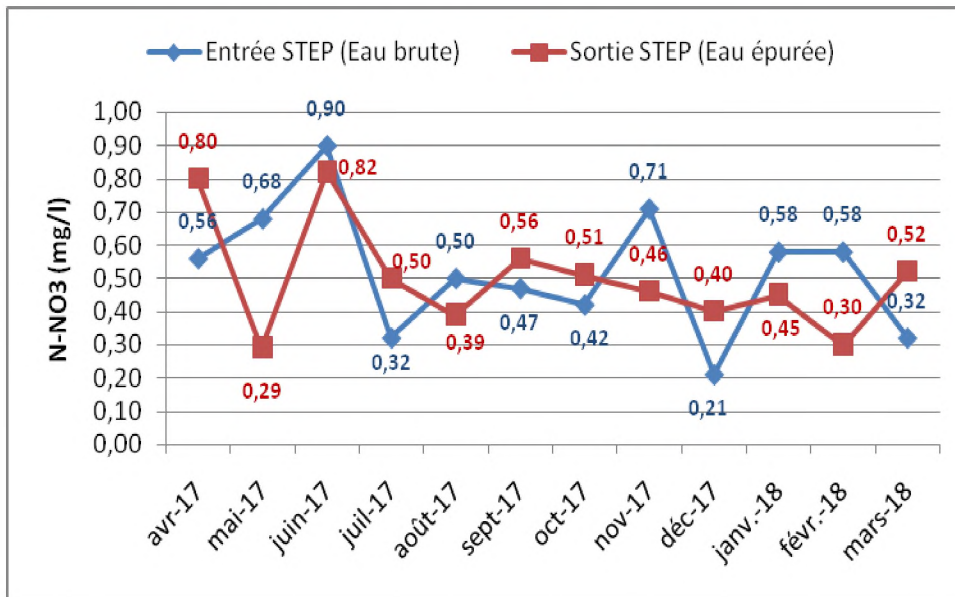


Figure III. 23: Variations des moyennes mensuelles de nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP

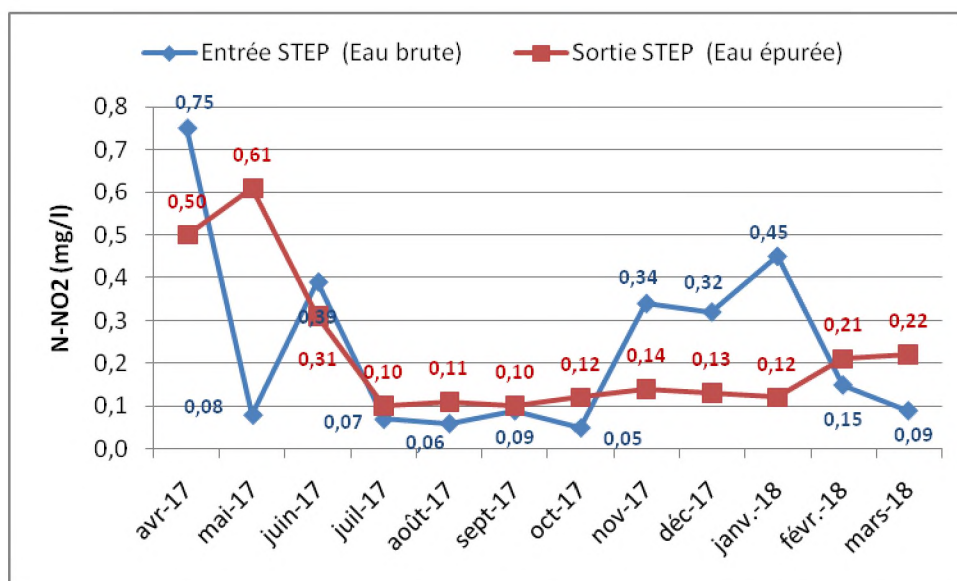


Figure III. 24 : Variations des moyennes mensuelles des nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP

9. Orthophosphates (PO_4^{-3})

La connaissance de la quantité des ions orthophosphates (50 à 90% du phosphore total des eaux usées urbaines) contenue dans les eaux résiduaires permet de vérifier si ce composé ne fait pas défaut pour envisager un traitement biologique de ces eaux.

Les résultats enregistrés dans la figure 25 représentent les teneurs des ions orthophosphates dans les eaux brutes et épurées.

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

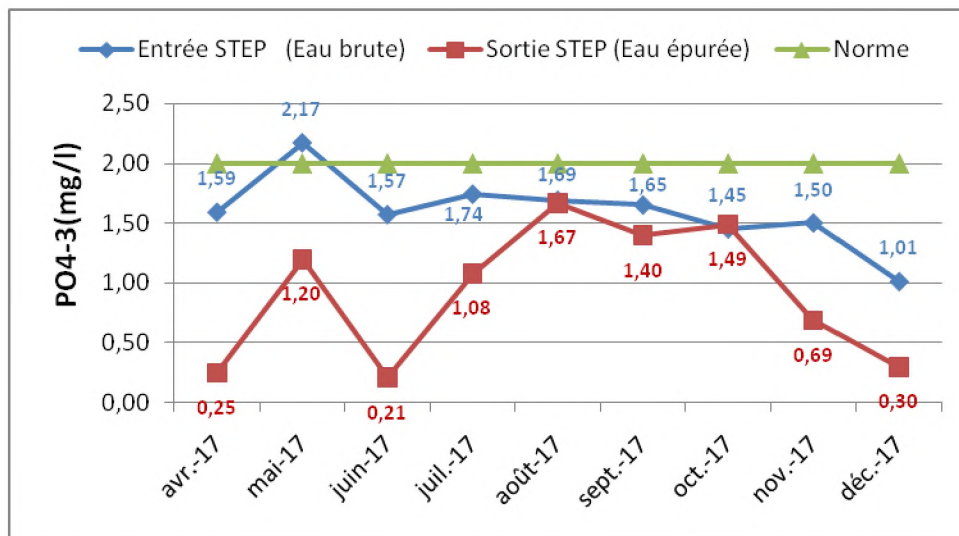


Figure III. 25: Variations des ions orthophosphates dans les eaux brutes et les eaux traitées

A l'exception du mois mai (2.17 mg/l), les concentrations dans les eaux brutes ne dépassent pas la norme (2 mg/l). Concernant les eaux épurées, les concentrations oscillent entre 0.21mg/l et 1.67 mg/ l. Le rendement épuratoire en phosphore des systèmes de traitement aérobie s'avèrent encore moins efficaces ; à l'exception de la consommation en phosphore qu'effectuent les microorganismes pour assurer leur subsistance.

III.4 Conclusion

Au vu des résultats présentés dans ce chapitre, nous pouvons conclure qu'au niveau de la STEP de Ghardaïa, la matière organique en termes de DBO5 est dégradée d'une façon relativement importante à la sortie de la station. Le rendement épuratoire moyen varie de 69,33%. Les bactéries anaérobies dans les bassins primaires convertissent le carbone organique en méthane et dans le processus, éliminent jusqu'à 50% de la DBO. L'effluent du bassin anaérobie est transféré dans le bassin facultatif où la DBO5 est davantage éliminée. Des processus aérobies et anaérobies s'y produisent. La couche supérieure du bassin reçoit l'oxygène par diffusion naturelle, du mélange de vent et du processus de photosynthèse des algues. La couche inférieure est privée d'oxygène et devient anoxique ou anaérobie. Les solides décantables s'accumulent et sont digérés au fond du bassin. Les organismes aérobies et anaérobies travaillent ensemble pour atteindre des réductions relativement importantes de

Chapitre III : Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP de Ghardaïa

DBO5. Ainsi, l'activité photosynthétique des algues serait la cause de l'augmentation du pH et l'enrichissement des eaux en oxygène dissous dans les eaux épurées.

Nos résultats d'étude met en évidence l'abattement limité des MES et le rendement moyen étant de 22.27%. Les lagunes dans les bassins secondaires sont le siège d'un développement algal important et la qualité du rejet épuré en est affecté en termes de MES.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de cette étude a été de suivre l'épuration des eaux usées dans la station d'épuration de Ghardaïa dont le principe de fonctionnement consiste en un traitement extensif qui se base sur le lagunage naturel.

Au cours de cette étude, on a présenté un aperçu bibliographique sur les origines des eaux et les paramètres globaux permettant de contrôler leur pollution. Le rôle d'une station d'épuration des eaux est l'élimination de la pollution jusqu'à un niveau définie par la réglementation en vigueur pour assurer que le rejet des eaux traitées n'affecte pas le milieu récepteur et selon cette réglementation, les procédés de traitement sont mis en œuvre selon plusieurs niveaux de traitements.

Le processus de traitement des eaux usées de Ghardaïa se base sur le lagunage naturel et comprend, pour la filière eau, les étapes principales de prétraitements, d'un traitement primaire anaérobie et un traitement secondaire facultatif.

Pour évaluer la qualité des eaux usées brutes et épurées dans la station d'épuration de Ghardaïa, nous avons suivi les moyennes mensuelles (avril 2017 à mars 2018) des paramètres indicateurs de pollution des eaux usées tels la DBO₅, DCO, MES, N-NO₃, N-NO₂ et P-PO₄³⁻

Les résultats de notre étude révèlent que:

→ Le rendement épuratoire évolue selon le type de la charge polluante. Les pourcentages d'abattement varient en fonction de la nature de polluants de la sorte : DBO₅ > DCO > MES, dont les rendements moyens respectifs sont de 69,33 % , 53,39% 22,27 %.

→ Les bactéries anaérobies dans les bassins primaires convertissent le carbone organique en méthane et dans le processus, éliminent jusqu'à 50% de la DBO. L'effluent du bassin anaérobie est transféré dans le bassin facultatif où la DBO₅ est davantage éliminée.

→ L'augmentation du pH et l'enrichissement des eaux en oxygène dissous dans les eaux épurées seraient la conséquence de l'activité photosynthétique des algues qui se produit dans les lagunes facultatives.

→ La densité plus ou moins élevée d'algues aurait également une répercussion directe sur la teneur des matières en suspension lesquelles ont manifestées un abattement très limité (22.27%).

→ L'évolution des ions nitrites est nitrates varie d'un mois à un autre. Les concentrations en ces éléments peuvent augmenter ou diminuer à la sortie de la station et ceci peut s'expliquer par les réactions des nitrification et dénitrification qui se produisent quand des conditions particulières se produisent (oxygène dissous, température,..ect.).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MRE. (2014). Synthèse sur la situation de l'assainissement et évaluation des besoins en station de traitement et d'épuration en vue de protéger les ressources en eau. Séminaire sur le secteur de l'eau en Algérie. Ministère des Ressources en eau. Alger, Algérie. 11p.

OUESLATI M. A., WADDAD M., CHARBONNEI Y. (2000). Étude physico-chimique des eaux usées domestiques traitées par des végétaux aquatiques : première expérience tunisienne. Sud Sciences et Technologies. N°6 pp 35-43.

ONA. (2017). Tableau de bord exploitation du mois de janvier 2017. Offices Nationales d'Assainissement. Algérie. 18p.

REJSEK F. (2002). Analyse des eaux, Aspects Réglementaires Et Techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. France.

RODIER J. (2005) .Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8^{ième} Edition : Dunod, Paris(France).

RODIER J. (2005). L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8^{ème} Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.

RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J.P., CHAMBON P., CHAPSAUP H, RODI L., (1996) L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Ed. Dunod, Paris, 30-1086. 8^{ème} édition.

ROTBARDT A. (2011). Réutilisation des eaux usées traitées : perspectives opérationnelles et recommandations pour l'action. Rapport final. AFD. pp17-19.

SHELEF G., AZOV Y. (1996). The coming era of intensive wastewater reuse in the Mediterranean region. Water Science Technology, 33(10-11) pp115-125.

BAHAZ K. (2017). Evaluation de la qualité des eaux usées brutes et épurées de la ville de Khenchela. Mémoire de master. Université Mohamed Kheider de Biskra.

BELAID Z. (2013). Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude de cas : STEP d'Ain El Houtz, Mémoire de master en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen.

BOUMEDIENE A. (2013). Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées : cas de la STEP (AIN EL HOUTZ). Mémoire de licence en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen.

DEGREMONT. (1989). Mémento technique de l'eau usée, tome I, édition cinquantenaire : Lavoisier, Paris (France).

DEGREMONT. (2005). Mémento technique de l'eau usée, tome II, Dixième édition: Lavoisier, Paris (France).

DESJARDINS R. (1997). Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada. 303p.

FAGROUCH A., AMYAY S., BERRAHOU A., EL HALOUANI H. (2010). Performances d'abattement des germes pathogènes en lagunage naturel sous climat aride : cas de la filière de traitement des eaux usées de la ville de Taourirt. Afrique SCIENCE 06(3) pp87 - 102.

GAID A. (2007) Traitement des eaux usées urbaines, France.

GROSCLAUDE. G (1999). L'eau usage et polluant, Tome II. 4eme Edition : INRA paris.

MARA D. D. (1980). Sewage treatment in hot climates, Ed. John Wiley and Sons.168p.

MEOT B., ALAMY Z. (1990). Les eaux usées urbaines, réglementation des rejets urbains, traitement de finition par géoépuration. France.

METAHRI S. (2012). Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzo.