

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université El-Oued

Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique et Génie Civil

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master II en Hydraulique

Option : *conception et Diagnostique des systèmes d'AEP et assainissement*

Thème

**Optimisation du traitement biologique dans une station
d'épuration à boues activées: cas de la STEP de Touggourt**

Dirigé par :
M^{me}. BOUCHEMAL Fattoum

Présenté par :
M^r DJOUAHI Otmane
M^r LIMANE Youcef

Année Universitaire : 2018-2019

Remerciements

MERCI à dieu avant et après tout.

Nous remercions chaleureusement

L'encadreuse BOUCHÉMAL Fattoum qui n'ont ménagé aucun effort pour nous fournir les conseils et remarques utiles et nécessaires, à l'accomplissement de ce travail ayant abouti à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude, sur le triple plan de :

Préparation et recueil de données, étude, analyse et synthèse, contrôle et rédaction.

Tous les cadres et travailleurs de l'office national de l'assainissement.

Tous les cadres et travailleurs de la station d'épuration de TOUGGOURT.

Tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour arriver à réaliser ce mémoire.

Les deux étudiants :

DJOUAHI Otmane
LIMANE Youcef

Résumé

Dans les stations d'épuration à boues activées, les problèmes biologiques sont très fréquents et plus complexes à maîtriser. Ces problèmes limitent la rentabilité des stations et rend difficile le contrôle et le suivi de sa bonne marche. Dans la ville de Touggourt, il existe une station d'épuration (STEP) à boues activées. la ville de Touggourt alimentée par un réseau unitaire. Le but de ce travail est d'étudier l'optimisation du traitement biologique dans cette station à travers une série d'analyses et de suivi de divers paramètres de pollution (MES, DCO, DOB5, NH_4^+ ,) qui influent sur le rendement du bassin biologique et celui du clarificateur. En revanche, il ressort de cette étude que la STEP de Touggourt fonctionne correctement en très faible charge ($C_m < 0.35 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j}$).

الملخص

المشاكل البيولوجية جد متكررة ومعقدة, فهي تحد من مردودية محطات الصرف الصحي, فمن الصعب التحكم في مراقبة ضمان حسن تشغيلها , توجد في مدينة تقرت محطة لتصفية مياه الصرف الصحي , حيث تزودها شبكة أحادية للصرف الصحي . والهدف من هذا العمل هو دراسة امتثالية المعالجة البيولوجية في هذه المحطة من خلال سلسلة من التحليلات ورصد مختلف معالم التلوث (MES, DCO, DOB5, NH_4^+ ,) التي قد تؤثر على الحوض البيولوجي والترسيب . ومع ذلك يبدو من هذه الدراسة أن محطة تقرت تعمل بشكل صحيح بحمولة جد ضعيفة (Cm < 0.35 kg DBO5/kg MVS.j) .

SOMMAIRE

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EPURATION BIOLOGIQUE

1. Introduction.....	3
2. Description des phénomènes biologiques.....	3
3. Objectif de l'épuration biologique	4
4. Métabolisme microbien.....	4
4.1. Etude du métabolisme aérobie.....	4
4.1.1. Elimination de la pollution organique carbonée.....	4
4.1.2. Elimination de la pollution azotée	5
4.2. Etude du métabolisme anaérobie.....	6
5. Notion de biodégradabilité.....	7
5.1. Rapport de biodégradabilité.....	8
6. Influence des conditions du milieu sur les phénomènes biologiques	8
6.1. Influence du PH.....	8
6.2. Influence de la conductivité.....	8
6.3. Influence de température.....	8
6.4. Influence des substances toxiques.....	9
7. Conclusion	9

CHAPITRE II : PROCEDE D'EPURATION DES EAUX PAR BOUES ACTIVEES

1. Introduction.....	10
2. Description de fonctionnement du procédé.....	10
3. Principe de fonctionnement du procédé.....	10
4. Composition et propriété du floc biologique.....	11
5. Différents types d'installations à boues activées.....	12
5.1. Procédé conventionnel (Alimentation en piston).....	13

5.2. Contact-stabilisation.....	13
5.3. Alimentation étagée	13
5.4. Mélange intégral (complet).....	13
6. Les ouvrages et équipements du traitement biologique.....	13
6.1. Bassin d'aération.....	14
6.2. Systèmes d'aération.....	14
6.3. Clarificateur.....	15
6.4. Recirculation des boues.....	15
6.5. Extraction des boues en excès.....	15
7. Paramètres de fonctionnement d'un réacteur biologique.....	16
7.1. Charge massique et volumique.....	16
7.2. Age des boues.....	16
7.3. Décantabilité des boues.....	17
8. Les problèmes biologiques dans le procédé à boues activées.....	17
8.1. Foisonnement des boues activées.....	17
8.2. Le moussage	18
8.3. Remontée de boues.....	19
9. Conclusion	19

CHAPITRE III: PRESENTATION ET DESCRIPTION DE LA STEP DE TOUGGOURT

1 Situation géographique de la STEP de Touggourt	21
2 Réalisation génie civil	21
3 Données fondamentales	23
4 Description du procédé de fonctionnement de la STEP de Touggourt	23
1. Le relevage	23
2. Le dégrillage	24
3. Dessablage déshuilage	25
4. Le bassin d'aération	25
5. Décanteur secondaire	26
6. Bassin de chloration	27
7. Vis d'Archimède (boue en recirculation)	28
8. l'épaississeur (boue en excès)	29
9. les lits de séchage	29

III.4 Conclusion	30
-------------------------------	-----------

CHAPITRE IV : MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Introduction.....	33
2. Matériel et méthodes des analyses effectuées dans la STEP de Touggourt	33
2.1. Echantillonnage.....	33
2.2. Matériels de prélèvement.....	33
3. Analyses effectuées.....	33
3.1. Mesure de la température.....	33
3.2. Mesure du conductivité.....	34
3.3. Mesure du pH.....	35
3.4. Matières en suspension (MES).....	35
3.5. Mesure de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	39
3.6. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).....	40
3.7. Détermination de l'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺).....	41
3.8. Détermination des nitrites (NO ₂ ⁻).....	42
3.9. Détermination des nitrates (NO ₃ ⁻).....	43
3.10. Détermination des phosphates (PO ₄ ³⁻).....	44
3.11. Mesure de l'indice de boues.....	46
3.12. Calcul de la charge massique	46
3.13. Calcul de la charge volumique	47

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Introduction	49
2. Résultats et interprétations.....	49

CONCLUSION GENERALE.....	78
---------------------------------	-----------

Liste es tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques du rapport de biodégradabilité «K».....	8
Tableau 2 : résultats d'analyse (du 01/12/2108 au 28/03/2019).....	annexe I
Tableau 3 : Résultats rendement (du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	Annexe II
Tableau 4 : les normes de rejets des eaux usées urbaines	Annexe III

Liste des figures

Figure I.1 : Les différentes étapes de la métabolisation de la pollution azotée.....	5
Figure I.2 : Les différentes phases de la métabolisation anaérobie de la pollution carbonée.....	7
Figure II.1 : Schéma de principe du procédé de traitement par boues activées	11
Figure II.2: Schéma type d'installation à boues activées.....	12
Figure III.1: Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de Touggourt.....	22
Figure III.2: Schéma général de la station d'épuration de Touggourt	23
Figure III.03 : Photo du station de relevage	24
Figure III.04: Photo du dégrilleur.....	24
Figure III.05 : Photo du déssableur- déshuileur	25
Figure III.06 : Photo du bassin d'aération	26
Figure III.07 : Photo du décanteur secondaire.....	27
Figure III.08 : Photo du bassin de chloration.....	27
Figure III.09 : Photo vis d'Archimède	28
Figure III.10 : Photo de l'épaississeur.....	29
Figure III.11 : Photo du lit de séchage	30
Figure IV.1: Photo du conductimètre.....	34
Figure IV.2: Photo du pH mètre	36
Figure IV.3: Photo de la balance électronique	38
Figure IV.4: Photo du DBO mètre	39
Figure IV.5: Photo du bloc chauffant	40
Figure IV.6: Photo du spectrophotomètre.....	41
Figure V.1: Variation journalière du pH de l'eau brute et traitée (Période du 01 /12/2018 au 28/03/2019).....	49
Figure V.2: Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de Touggourt (Période du 01/12/2018 au 28/03/2019)....	50
Figure V.3: Variation journalière de la concentration des MES à l'entrée et à la sortie de la	

STEP de Touggourt (période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	51
Figure V.5: Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Touggourt (Période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	52
Figure V.6: Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Touggourt (Période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	53
Figure V.7: Variation journalière de NH ₄ ⁺ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	54
Figure V.8: Variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	55
Figure V.9: Variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	56
Figure V.10: variation journalière d'orthophosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 05/01/2016 au 22/03/2016).....	57
Figure V.11: Variation du conductivité de la STEP (période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	57
Figure V.12: Variation de charge massique (Cm) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	58
Figure V.13: Variation de charge volumique (Cv) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	59
Figure V.14: Variation de l'indice de boue (IB) à la sortie du bassin d'aération de la STEP (période du 01/12/2018 au 28/03/2019).....	60
Figure V.3.1: Variation mensuel du PH (en 2015)	61
Figure V.3.2: Variation mensuel de la température (en 2015)	61
Figure V.3.3: Variation mensuel du MES (en 2015)	62
Figure V.3.4: Variation mensuel du DBO ₅ (en 2015)	63
Figure V.3.5: Variation mensuel du DCO (en 2015)	63
Figure V.3.6: Variation mensuel du NH ₄ ⁺ (en 2015)	64
Figure V.3.7: Variation mensuel du NO ₂ (en 2015)	64
Figure V.3.8: Variation mensuel du NO ₃ (en 2015)	65
Figure V.3.9: Variation mensuel du PO ₄ ⁻³ (en 2015)	66
Figure V.3.10: Variation mensuel de la conductivité (en 2015)	66
Figure V.3.11: Variation mensuel du PH (en 2016)	67
Figure V.3.12: Variation mensuel de la température (en 2016)	67
Figure V.3.13: Variation mensuel du DBO ₅ (en 2016)	68

Figure V.3.14: Variation mensuel du MES (en 2016)	68
Figure V.3.15: Variation mensuel du DCO (en 2016)	69
Figure V.3.16: Variation mensuel du NO ₂ (en 2016)	69
Figure V.3.17: Variation mensuel du NO ₃ (en 2016)	70
Figure V.3.18: Variation mensuel du PO ₄ ⁻³ (en 2016)	70
Figure V.3.19: Variation mensuel du PH (en 2017)	71
Figure V.3.20: Variation mensuel de la température (en 2017)	71
Figure V.3.21: Variation mensuel du MES (en 2017)	72
Figure V.3.22: Variation mensuel du DBO ₅ (en 2017)	72
Figure V.3.23: Variation mensuel du DCO (en 2017)	73
Figure V.3.24: Variation mensuel du NO ₂ (en 2017)	73
Figure V.3.25: Variation mensuel du NO ₃ (en 2017)	73
Figure V.3.26: Variation mensuel du PO ₄ ⁻³ (en 2017)	73
Figure V.3.27: Variation mensuel du PH (en 2018)	75
Figure V.3.28: Variation mensuel de la température (en 2018)	75
Figure V.3.29: Variation mensuel du MES (en 2018)	76
Figure V.3.30: Variation mensuel du DBO ₅ (en 2018)	76
Figure V.3.31: Variation mensuel du DCO (en 2018)	77
Figure V.3.32: Variation mensuel du NO ₃ (en 2018)	77

Introduction générale

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physique, physico-chimique et biologique. 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. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore.

Le processus d'épuration par boues activées est le plus répandu dans le monde. En Algérie, ce procédé est le plus utilisé aujourd'hui dans la plupart des stations d'épuration assurant un traitement secondaire.

Bien que les performances épuratoires et la fiabilité de ce procédé soient éprouvées, plusieurs types de dysfonctionnements biologiques peuvent apparaître. Le plus fréquent est le développement excessif de bactéries filamenteuses, susceptibles d'entraîner une dégradation de la décantation des boues (consécutive à l'augmentation de l'indice de boue). Le foisonnement des boues constitue un problème biologique majeur qui affecte les stations d'épuration fonctionnant selon le principe des boues activées.

Dans une démarche d'un développement durable dans le domaine du traitement des eaux usées, les stations d'épuration qui devraient répondre à des besoins immédiats de collecte et de traitement des eaux usées, doivent actuellement faire face à de nouvelles problématiques dans la gestion et le respect des normes en vigueur en matière de rejet ou de réutilisation de la ressource.

Ce travail réalisé au niveau de la station d'épuration de la ville de Touggourt a pour but d'optimiser le fonctionnement du traitement biologique de cette station en vue d'améliorer la décantation secondaire et améliorer la qualité de l'eau épurée.

Nous avons décomposé notre travail comme suit :

- Nous avons présenté au premier chapitre des généralités sur l'épuration biologique des eaux usées (objectif de l'épuration biologique, description des phénomènes biologiques, procédés d'épuration : intensifs, extensifs, métabolisme microbien, biodégradabilité de l'eau,)
- Au deuxième chapitre, une présentation et description du procédé d'épuration des eaux usées par boues activées sont donnés ;
- Dans le troisième chapitre, nous avons donné une présentation et une description générale de la STEP de Touggourt.

Le matériel et les méthodes analytiques utilisées dans cette étude sont donnés dans le quatrième chapitre.

- Le cinquième chapitre est consacré à la présentation des résultats expérimentaux obtenus ainsi que leurs interprétations.

Au terme de cette étude, une conclusion générale est donnée.

CHAPITRE I

**GENERALITES SUR L'EPURATION
BIOLOGIQUE**

I.1. Introduction

Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes d'auto-épuration existant dans la nature. L'auto-épuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution.

Les techniques d'épuration utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. Ces techniques sont soit anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, soit aérobies, c'est-à-dire nécessitant un apport d'oxygène. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs.

➤ **Les procédés biologiques extensifs:** Les techniques dites extensives sont des procédés réalisant l'épuration à l'aide de cultures bactériennes fixées sur support fin (Infiltration - percolation, filtres plantés à écoulement vertical et filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal). Ou encore à l'aide de culture bactériennes libres (lagunage naturel, lagunage à macrophytes et lagunage aéré).

➤ **Les procédés biologiques intensifs:** Ils regroupent toute une série de techniques ayant en commun le recours à des cultures bactériennes qui consomment les matières polluantes. 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. Il existe deux grandes catégories de procédés biologiques artificiels :

Les procédés aérobies regroupent :

- Les installations à cultures libres (boues activées), dans lesquelles la culture bactérienne est maintenue en suspension dans le courant d'eaux usées à traiter ;
- Les installations à cultures fixées, (lits bactériens, biofiltres et disques biologiques), où la culture bactérienne " biomasse" reposant sur un support [1].

I.2. Description des phénomènes biologiques :

La décomposition de l'ensemble des matières organiques (protéiniques, lipidiques ou glucidiques), formées d'un éventail de produits, est le résultat de la vie des micro-organismes autotrophes et hétérotrophes, qui se développent spontanément dans les eaux résiduaires en milieu anaérobie ou aérobie. Ces bactéries utilisent comme substrat préférentiel les matières organiques carbonées biodégradables qui sont mesurées par la DBO₅. Le moteur de toute dégradation des substances organiques est constitué, en fait, par les enzymes sécrétées par les bactéries qui sont des catalyseurs organiques se transformant et se régénérant au cours des

processus mis en œuvre. On distingue les enzymes extracellulaires, qui provoquent la destruction des structures moléculaires trop complexes pour pénétrer au sein des capsules bactériennes, et les enzymes intracellulaires, qui assurent l'assimilation et par suite, sont à l'origine des phénomènes vitaux à base de la prolifération des cellules.

Selon que la combustion intracellulaire (ou oxydation) est aérobie ou anaérobie, la nature des produits de dégradation élémentaires ou déchets sera différente: CO_2 , H_2O , NH_3 ou NO_3 en aérobiose et CO_2 , CH_4 et acides gras en anaérobiose [2].

Il faut considérer que, quoique théoriquement l'épuration biologique des eaux usées puisse s'effectuer par voie aérobie ou anaérobie, c'est la première de ces techniques qui est universellement utilisée. En effet, du fait du caractère beaucoup plus exothermique du métabolisme aérobie, le processus est plus rapide et plus complet, avec comme contrepartie, la production d'une masse cellulaire beaucoup plus importante [3].

I.3. Objectif de l'épuration biologique :

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière organique polluante biodégradable contenue dans l'eau usée (décantée ou non), en la transformant en partie en biomasse, plus facilement biodégradable. L'autre partie de la charge polluante est éliminée sous forme de substances minérales oxygénées ultimes, produites du métabolisme microbien, en phase soit gazeuse (CO_2), soit soluble (Nitrites, phosphates, sulfates...) [4].

I.4. Métabolisme microbien :

I.4.1. Etude du métabolisme aérobie :

I.4.1.1. Elimination de la pollution organique carbonée :

Elle s'effectue dans un réacteur où l'on met en contact les microorganismes épurateurs avec l'eau à épurer. Si la masse bactérienne est en suspension dans un bassin aéré, on parlera de procédés à cultures libres type boues activées, si la biomasse est fixée ou retenue sur ou par un support solide on parlera de procédés à cultures fixées type lit bactérien ou biofiltre bactérien. Le processus d'épuration aérobie s'effectue grosso modo en trois étapes essentielles successives :



Adsorption et absorption des matières polluantes solubles et colloïdales de l'effluent par les cellules bactériennes ;



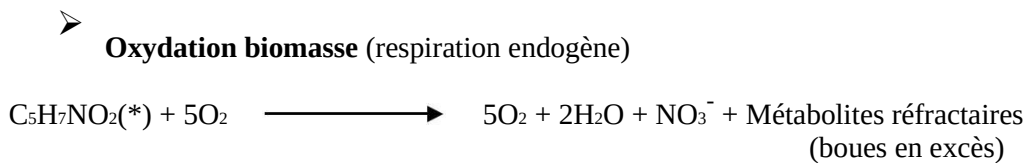
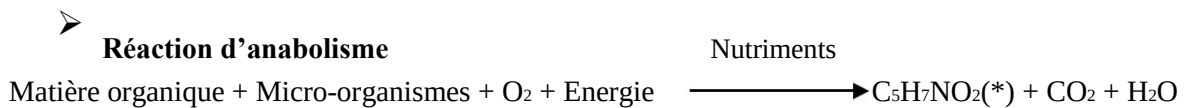
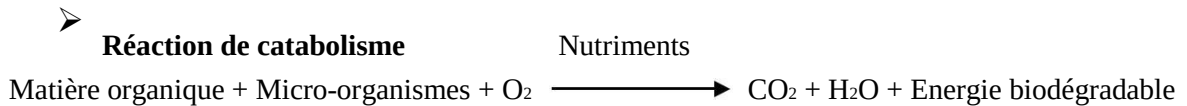
Oxydation biochimique et dégradation enzymatique des matières ainsi fixées. Cette opération fournit l'énergie aux micro-organismes (catabolisme), qui sera nécessaire à la synthèse cellulaire et à la multiplication des micro-organismes (anabolisme), aboutissant à un

accroissement de la masse cellulaire totale;



Autodestruction de la matière cellulaire (respiration endogène). Les micro-organismes impliqués sont du type facultatif, hétérotrophe. Ils utilisent à la fois le carbone organique comme source d'énergie et comme source pour la synthèse cellulaire [3].

Les mécanismes réactionnels de la métabolisation aérobie de la pollution carbonée sont les suivants[3].



(*) $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$: formule qui décrit la composition élémentaire de la matière vivante des bactéries

I.4.1.2. Elimination de la pollution azotée :

La dégradation bactérienne de la pollution azotée s'effectue en plusieurs étapes représentées sur la figure I.1.

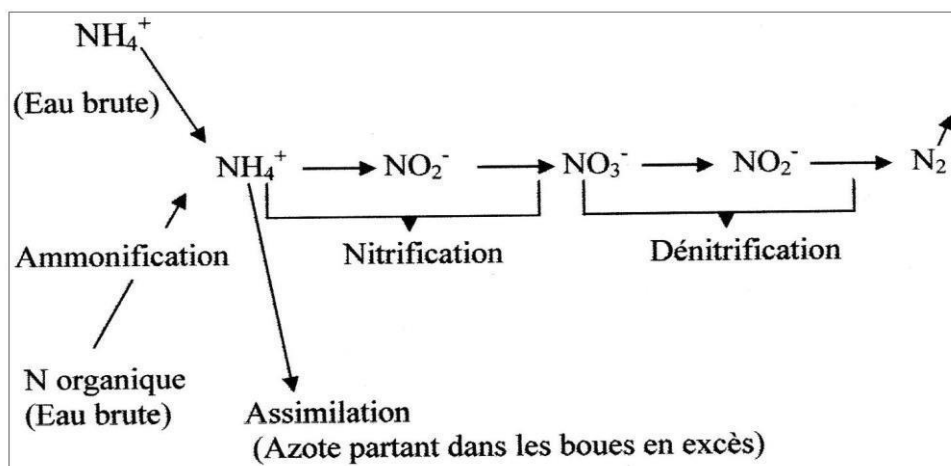


Figure I.1 : Les différentes étapes de la métabolisation de la pollution azotée [3].

- **L'ammonification**: il s'agit de la transformation de l'azote organique (c'est-à-dire lié à un radical carboné) en azote ammoniacal, réalisée par des réactions de type hydrolyse, désamination oxydative et désamination réductive.

- **L'assimilation:** il s'agit de l'utilisation d'une partie de l'azote ammoniacal pour la synthèse cellulaire, c'est-à-dire comme élément constitutif de la biomasse.
- **La nitrification:** cette réaction réalise l'oxydation par voie biologique de l'azote ammoniacal en nitrites puis en nitrates en faisant intervenir des micro-organismes strictement aérobies caractérisés par un métabolisme autotrophe vis-à-vis du carbone, c'est-à-dire qu'ils synthétisent leur matière vivante à partir du carbone minéral (carbonate).

Les micro-organismes impliqués appartiennent à deux groupes très spécifiques :

1. Les nitrosobactéries (genre Nitrosomonas): oxydation de (NH_4^+) en (NO_2^+) .
2. Les nitrobactéries (genre Nitrobacter): oxydation des nitrites (NO_2^-) en nitrates (NO_3^-) .

Le métabolisme bactérien autotrophe entraîne un temps de génération (temps nécessaire au doublement de la population) très long (de l'ordre de 24 h); l'activité nitrifiante s'avérant fortement influencée par la température dans la mesure où les bactéries sont mésophiles (optimum vers 30°C) et vont donc être très sensibles aux baisses de température.

- **La dénitrification:** il s'agit de la réaction de réduction par voie biologique des nitrates en azote gazeux qui retourne ainsi sous sa forme primitive dans l'atmosphère.

Les nitrates jouent le rôle d'accepteur final d'électrons à la place de l'oxygène. Les bactéries impliquées (genre acinetobacter, pseudomonas, moraxella alcaligènes...) ont un métabolisme hétérotrophe; la dénitrification implique nécessairement la présence d'une pollution carbonée qui peut être directement puisée dans l'eau brute ou ajoutée... et le maintien d'une concentration en oxygène dissous nulle (milieu anoxie)]3[.

I.4.2. Etude du métabolisme anaérobie :

La dégradation en milieu anaérobie de la pollution organique (appelée fermentation méthanique) s'effectue en deux étapes principales (figure I. 2) :

- Une phase acide de liquéfaction (hydrolyse) des composants organiques aboutissant à la formation d'acides gras volatils (AGV);
- Une phase de gazéification ou méthanogènes dont les produits finals sont les gaz CH_4 (méthane) et CO_2 .

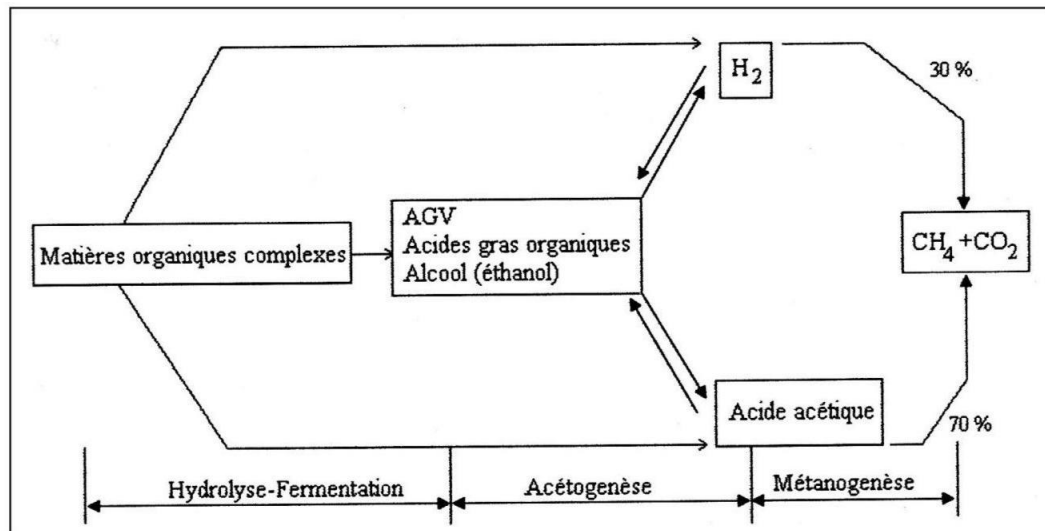


Figure I.2 : Les différentes phases de la métabolisation anaérobie de la pollution carbonée [5]

À chaque phase de fermentation intervient un groupe spécifique de micro-organismes. On distingue plus particulièrement :

- Les bactéries fermentatives, responsables de l'hydrolyse de la matière organique (protéines, lipides, polysaccharides) et de leur dégradation en acides gras volatils (essentiellement acides acétique, propionique), en alcool (éthanol), en H_2 et CO_2 .
- Les bactéries acidogènes «produisant H^+ » et utilisant les substrats précédents pour produire des acétates, de l'hydrogène et quelquefois du CO_2 .
- Les bactéries méthanogènes qui produisent le biogaz ($CH_4 + CO_2$) à partir des substrats élaborés dans les phases précédentes.

Ces bactéries qui sont des anaérobies strictes vont régler la bonne marche d'un réacteur anaérobie. Leur temps de génération s'avérant dix fois inférieur à celui des acidogènes. Elles constituent le facteur limitant de la méthanisation.

I.5. Notion de biodégradabilité :

La biodégradabilité est un phénomène complexe, qui concerne toutes les transformations des polluants dans l'eau, sous l'action du métabolisme d'organismes vivants [6]. La matière organique dans les eaux résiduaires peut être subdivisée en un certain nombre de catégories.

a- La matière organique non biodégradable : est biologiquement inerte (ou réfractaire) et traverse le système à boues activées sans modification de concentration. Selon l'état physique, deux formes peuvent être identifiées :

- **La matière organique soluble inerte :** qui quitte le système avec la même concentration qu'à l'entrée.

- **La matière organique particulaire inerte:** qui se retrouve dans les boues pour être évacuée lors de leur extraction.

b- La matière organique biodégradable : peut également être divisée en deux fractions selon la rapidité d'utilisation par les bactéries :

- **La fraction rapidement biodégradable:** qui est considérée comme des molécules à structure simple qui peuvent être utilisées directement par les bactéries hétérotrophes et participent à la croissance de la biomasse.
- **La fraction lentement biodégradable:** qui est constituée de molécules complexes, qui doivent être transformées en substrat rapidement biodégradable avant d'être utilisées.

I.5.1. Rapport de biodégradabilité :

Le rapport de biodégradabilité K est défini par $K = DCO/DBO_5$, il représente la fraction de la DCO qui est biodégradable [7] .

Tableau I.1 : Caractéristiques du rapport de biodégradabilité «K».

Valeur de K	Caractère de l'effluent
1,5	Bonne biodégradabilité
2 à 3	Biodégradabilité moyenne
4 à 5	Biodégradabilité faible
> 5	Non biodégradable

I.6. Influence des conditions du milieu sur les phénomènes biologiques :

I.6.1. Influence du pH :

Les limites du pH pour la croissance et la reproduction bactérienne ont été étudiées par de nombreux auteurs. Les systèmes de biooxydation utilisés classiquement tolèrent une gamme de pH allant de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8. En milieu anaérobie, la gamme possible est même plus réduite avec un pH de 6,8 à 7,5 [3].

I.6.2. Influence de la conductivité :

La conductivité est un paramètre qui influe sur la croissance des bactéries. Il est important de la contrôler dans le bassin d'aération, d'autant plus que les bactéries sont sensibles à sa variation [3].

I.6.3. Influence de la température :

Des variations de température affectent tous les processus biologiques. La vitesse de réaction augmente jusqu'à une valeur optimale variable selon les micro-organismes qui se différencient en fonction de leur zone optimale de développement: psychrophiles (de 10 à 20°C ;

mésophiles (de 25 à 35°C) ; thermophiles (de 50 à 60°C). Les températures basses ralentissent l'activité bactérienne et plus particulièrement les bactéries nitrifiantes ou méthanogènes. En aérobiose, l'élévation excessive de température n'est jamais très favorable car elle agit négativement sur la dissolution de l'oxygène dans l'eau [4].

I.6.4. Influence des substances toxiques:

De nombreuses substances ont un effet toxique sur l'activité des micro -organismes. Il peut y avoir inhibition partielle ou totale de l'épuration selon la nature de la substance incriminée ou sa concentration .On appelle concentration bactériostatique celle qui bloque temporairement le développement bactérien, et concentration bactéricide celle qui tue les bactéries. Bon nombre de substances minérales et la plupart des métaux sont toxiques tant pour les systèmes biologiques, aérobies qu'anaérobies. Il en est de même pour de nombreux composés organiques [3].

I.7. conclusion :

Le traitement des eaux usées est l'ensemble des procédés visant à dépolluer l'eau usée avant son retour dans le milieu naturel. L'objectif de ce traitement est de réduire l'impact des eaux usées sur l'environnement.

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents :

- types du traitement biologique (extensif et intensif).
- étapes de dégradation des matières organiques en milieu aérobie ou anaérobie.

Et on termine par l'influence des conditions du milieu sur le phénomène biologique.

CHAPITRE II

PROCEDES D'EPURATION DES EAUX PAR BOUES ACTIVEES

II.1. Introduction :

Le procédé d'épuration par boues activées est le plus répandu dans le monde. En Algérie, ce procédé est le plus retenu aujourd'hui dans les stations d'épuration assurant un traitement secondaire. Les boues activées sont utilisées comme épuration biologique dans le traitement des eaux usées.

La boue activée, composée essentiellement de micro-organismes floculants, est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usée. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension [8]. Ce processus est en fait une intensification de ce qui se passe dans le milieu naturel. La différence provient d'une plus grande concentration en micro-organismes, et par conséquent, d'une demande volumique en oxygène plus importante. De plus, pour maintenir en suspension la masse bactérienne, une agitation artificielle est nécessaire. La date de naissance du procédé boues activées remonte à l'an 1914, quand deux chercheurs anglais Edward ARDERN et William LOCKETT présentèrent à la société de chimie industrielle de LONDRE un compte rendu de leurs travaux intitulés «Expériences sur l'oxydation des eaux d'égout sans intervention de filtre» [9].

II.2. Description de fonctionnement du procédé :

Le procédé à boues activées repose sur la constatation suivante: une eau résiduaire, dans laquelle on fait barboter de l'air, voit se développer progressivement une flore bactérienne au détriment des matières organiques polluantes. Dans les conditions idéales d'aération, ces micro-organismes se multiplient et s'agglomèrent en petits flocons qui se déposent lorsqu'on arrête l'aération. Cette masse est appelée floc bactérien. Si, après vidange de l'eau épurée, on recommence l'opération avec une nouvelle charge d'eau usée, en conservant la boue formée précédemment, l'épuration se révèle plus rapide, d'où l'idée de recycler les boues au cours d'un traitement en continu[3].

II.3. Principe de fonctionnement du procédé :

Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter appelé bassin d'activation. Afin d'éviter la décantation des flocons dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante [10]. Le bassin d'aération peut être précédé d'un décanteur primaire, dans le but d'éliminer les matières en

suspension décantables, et sera suivi d'un clariflcateur, qui assurera la séparation de l'effluent épuré avec les boues. Celles-ci seront en partie recyclées dans le bassin d'aération pour en assurer le réensemencement et la concentration permanente, et en partie extraites vers le traitement des boues (boues en excès) [3]. La conception générale du traitement est traduite par la figure II.1.

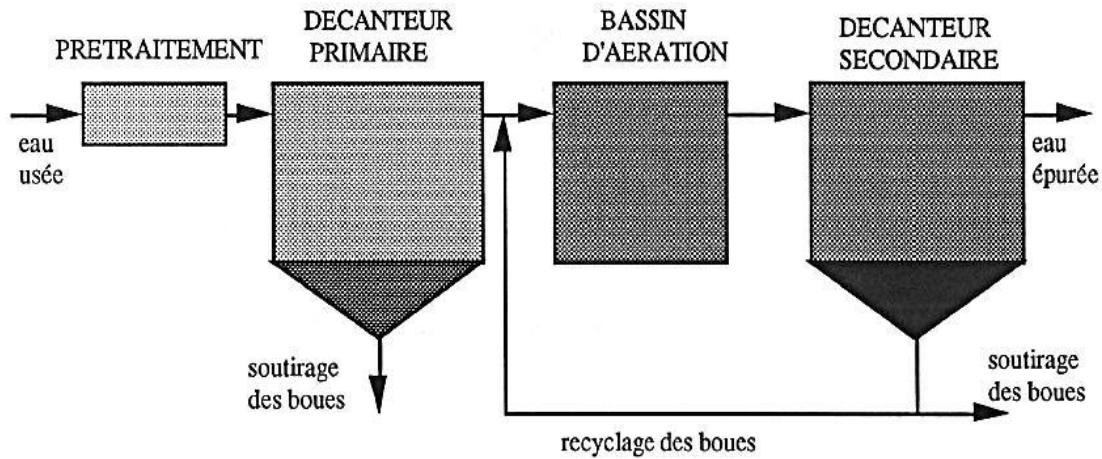


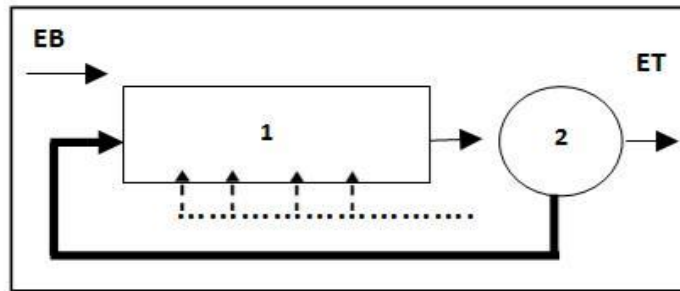
Figure II.1 : Schéma de principe du procédé de traitement par boues activées

II.4.Composition et propriété du floc biologique:

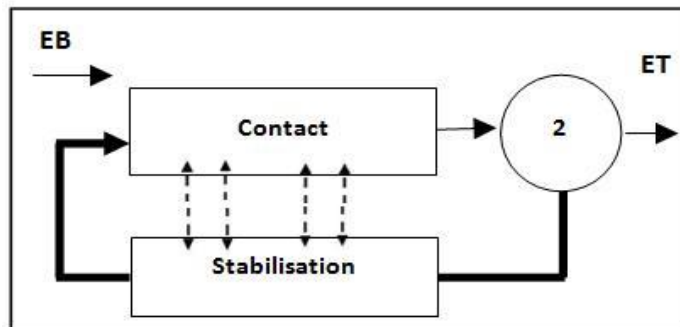
La boue activée apparaît comme une suspension de particules floconneuses de quelques dixièmes de millimètre à quelques millimètres de diamètre, ou floccs, constituées de bactéries, de matières organiques inertes ou minérales, maintenues par une substance mucilagineuse, produit de l'activité bactérienne. Une boue activée normale contient également une microfaune abondante de protozoaires et petits métazoaires [3] . L'essentiel de l'épuration est dû à des bactéries Gram négatives, mobiles, parmi lesquelles nous citerons: "Pseudomonas, Aeromonas, Arthrobacter, Flavobacter, Achromobacter, Alcaligenes". Il faut également signaler certaines espèces dont la présence est gênante dans la mesure où elles interviennent pour contrarier la décantation des boues. Ce sont les bactéries filamenteuses dont l'espèce la plus connue est le Sphaerotilus. Ces bactéries se développent souvent dans les milieux déséquilibrés en azote et riches en éléments facilement assimilables (cas des rejets de laiteries, de sucreries) [3].

II.5. Différents types d'installations à boues activées :

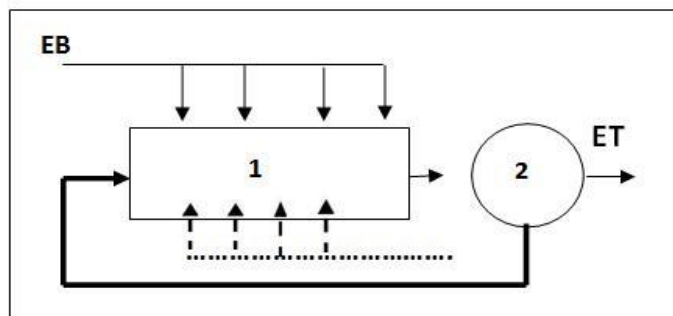
La figure présente les différents types d'installation à boues activées :



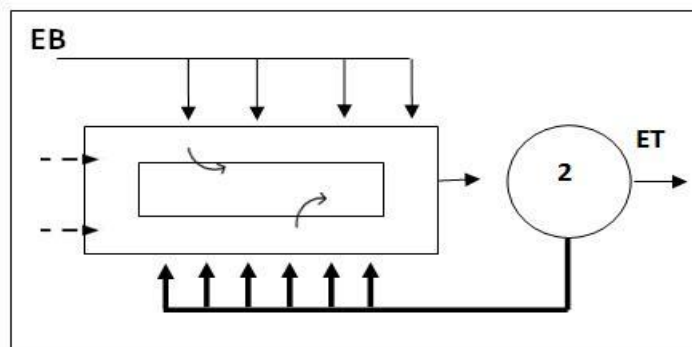
Procédé conventionnel (alimentation en piston)



Contact-stabilisation



Alimentation étagée



Mélange intégral (complet)

1 : Bassin d'aération ; 2 : Clarificateur ; EB : eau brute, ET : Eau Traitée

Figure II.2: Schéma type d'installation à boues activées[11].

II.5.1. Procédé conventionnel (Alimentation en piston) :

L'entrée de l'eau prétraitée et des boues recirculées ne se fait qu'en tête du bassin. Les concentrations en pollution, la teneur en oxygène dissous et les besoins d'aération varient tout au long du parcours de l'eau, le développement des bactéries filamenteuses est favorisé [11].

II.5.2. Contact-stabilisation:

La boue recirculée est réaérée ce qui permet la dégradation de la pollution adsorbée lors de la phase de contact. Ce concept permet un gain de place et limite fortement l'apparition des filamenteuses [11].

II.5.3. Alimentation étagée :

L'introduction de l'eau prétraitée se fait en différents points du bassin d'aération, ce qui nous produit une bonne répartition de la biomasse [11].

II.5.4. Mélange intégral (complet) :

Le bassin est homogène en tous points pour les différents paramètres. Les teneurs en biomasse, en oxygène dissous et en pollution présentent une équi-répartition spatiale. La floculation des boues est bonne mais le développement des filamenteuses est favorisé[11].

II.6. Ouvrages et équipements du traitement biologique :

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mis en contact avec la masse bactérienne épuratrice ;
- Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération, et un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, d'éviter les dépôts, de favoriser la diffusion de l'oxygène partout où il en est besoin. Très fréquemment, le même dispositif est utilisé pour l'aération et le brassage ;
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne ;
- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le clarificateur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration recherché ;
- Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat [9].

II.6.1. Bassin d'aération :

Les bassins d'aération sont les réacteurs biologiques, dans lesquels s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes. La pollution dissoute est transformée en gaz et biomasse, ces bassins sont équipés de dispositif d'oxygénation et de brassage [9].

II.6.2. Systèmes d'aération :

Les systèmes d'aération ont deux fonctions importantes à remplir :

- Introduire une quantité d'oxygène déterminée dans l'eau, nécessaire à la satisfaction des besoins correspondant à l'oxydation de la pollution organique et à l'autodestruction de la masse bactérienne lors de la phase de respiration endogène ;
- Brasser la suspension de boues activées pour en assurer l'homogénéité et éviter les dépôts. Les principaux dispositifs d'oxygénation utilisés sont :

a) Les aérateurs de surface :

Les aérateurs de surface se divisent en trois groupes :

- Les aérateurs à axe vertical, à vitesse lente varie entre 4 et 5 m/s, ce qui correspond a des vitesses de rotation allant de 40 tr/min pour les mobiles les plus puissants (75 kW) a 100 tr/min pour les petites unités [12].
- Les aérateurs à axe vertical à grande vitesse de 1000à1800 tr/min;
- Les aérateurs à axe horizontal, ils sont montés soit longitudinalement, soit transversalement .Entraînés directement par un moteur électrique de vitesse 750 ou 1500 t/min, équipé par une hélice de faible diamètre. Ce type d'aérateur est mieux adapté au lagunage qu'a bassin d'aération [13] [14].

b) Les aérateurs à surpression d'air :

L'aération par l'air surpressé consiste à injecter l'air sous pression dans le liquide à l'aide d'un dispositif approprié, en fonction du diamètre des bulles d'air, les aérateurs se divisent en trois groupes :

- **Des grosses bulles** : ($Q > 6$ mm) : cannes verticales ou diffuseurs à larges orifices.
- **Des bulles moyennes** : ($Q > 4$ mm) : type clapets vibreurs, lames vibrantes disposées en larges bandes au fond des bassins.
- **Des fines bulles** : ($Q > 2$ mm) avec une diffusion à travers des corps poreux du type dômes ou disques en céramique ou mieux à travers des dispositifs à membranes en élastomère généralement de forme tabulaire qui ont l'avantage de ne pas présenter de risques de colmatage [15].

II.6.3. Clarificateur :

Le bon fonctionnement d'une station d'épuration par boues activées exige de bien séparer l'eau traitée de la masse de boue activée de manière à produire un effluent clarifié conforme aux normes de rejet. Cette séparation solide-liquide est traditionnellement réalisée par sédimentation gravitaire dans un décanteur secondaire ou clarificateur, même si d'autres procédés, tels que la flottation sont également applicables (mais plus coûteux).

Le clarificateur est un composant fondamental d'un système à boues activées. Il doit combiner trois fonctions :

- **Fonction de clarification** : produire un effluent final clarifié dont la teneur en matière en suspension est généralement inférieure à 20 - 30 mg/l, soit un rendement de séparation supérieur à 98 %.
- **Fonction d'épaississement** : produire un débit continu de boue concentrée pour les recirculer dans le réacteur biologique et assurer le maintien de la consigne en MES de celui-ci.
- **Fonction de stockage** : stocker la masse de boue supplémentaire générée par une surcharge hydraulique momentanée (en temps de pluie notamment).

En cas d'échec de l'une de ces trois fonctions, les matières en suspension vont s'évacuer avec l'eau de sortie comme double conséquence : détérioration de la qualité de l'eau traitée en MES, mais aussi en DCO, DBO, NTK et PT. Et risque de dégradation du fonctionnement biologique par réduction incontrôlée de la concentration en boue[14].

II.6.4. Recirculation des boues :

La quantité de biomasse doit rester constante dans le bassin d'aération. Les boues biologiques décantent dans le clarificateur, pour éviter toute fermentation dans cet ouvrage non aéré et maintenir une biomasse stable, il faut les recirculer à partir du clarificateur vers le bassin d'aération. Le but de la recirculation des boues du ou des décanteurs secondaires vers le réacteur biologique est d'y maintenir une concentration donnée de la liqueur mixte permettant de respecter une charge massique de fonctionnement considérée ou, ce qui revient au même un âge des boues bien défini [11]. Le débit de recirculation, varie en fonction du débit de l'eau brute, de la concentration des boues dans le bassin d'aération (C_{BA}), et des boues recirculées (C_{Br}).

II.6.5. Extraction des boues en excès :

L'excès de boue se retrouve dans l'étage biologique, il faut absolument l'extraire à partir du clarificateur. En effet, leur concentration y est maximale, le volume à extraire est d'autant plus réduit, il s'évalue à partir de la concentration nominale en MES, c'est à dire celle donnée par le constructeur pour obtenir un fonctionnement optimal de l'installation [5].

II.7. Paramètres de fonctionnement d'un réacteur biologique :

En traitement d'eau, un réacteur biologique pourra se caractériser suivant trois paramètres essentiels: la charge (massique et volumique), l'aptitude des boues à la décantation et l'âge de ces boues.

II.7.1. Charge massique et volumique :

On appelle charge massique (C_m) le rapport entre la masse de nourriture (exprimée généralement en terme de (DBO_5)) entrant journellement dans le réacteur et la masse de boue contenue dans ce réacteur. Cette notion de charge massique est importante, car elle conditionne pour une boue activée :

- Son rendement épuratoire: les faibles charges massiques correspondant à des rendements épuratoires élevés, les fortes charges massiques, correspondant à des rendements plus faibles ;
- La production de boues biologiques en excès : à faible charge la respiration endogène étant, de par la limitation en substrat, plus importante qu'à forte charge, la production de biomasse résultante est plus faible ;
- Le degré de stabilisation des boues en excès produites: une respiration endogène poussée conduisant à une biomasse bien minéralisée, les procédés à faible charge se caractérisent par des boues en excès moins fermentescibles ;
- Les besoins en oxygène ramenés à la pollution éliminée: l'importance de la respiration endogène à faible charge conduit à des consommations d'oxygène rapportées à la pollution éliminée, supérieures à celles obtenues en forte charge.

Il est fréquent d'utiliser une autre notion de charge qui est la charge volumique (C_v). Elle représente la masse de nourriture (exprimée habituellement en termes de DBO_5) entrante journellement dans le bassin par unité de volume du réacteur [5].

II.7.2. Age des boues :

L'âge de boue est le rapport entre la masse de boues présentes dans le réacteur et la masse journalière de boues extraites de la station. L'âge des boues est donc inversement proportionnel à la charge massique Cette notion d'âge de boues est particulièrement importante car elle traduit l'état physiologique des micro-organismes En outre, l'âge de boues conditionne la présence ou l'absence de germes nitrificateurs [5].

II.7.3. Décantabilité des boues :

Le bon fonctionnement d'une station de boues activées repose sur celui du bassin d'aération, mais également sur celui du clarificateur. Pour que ce dernier puisse séparer efficacement la biomasse de l'eau traitée, cette biomasse doit être correctement floculée. Un moyen simple et pratique d'apprécier l'aptitude d'une boue à la décantation est de déterminer son indice de Molhman (ou appelé encore indice de boue) [5].

L'indice de Molhman est le volume occupé par un gramme de MES après décantation d'une demi heure de un litre de boue activé dans une éprouvette graduée. Ce paramètre dépend, pour une teneur donnée de MES, de l'état de minéralisation et de la phase de croissance dans laquelle se trouve les boues [5].

L'indice de boues est un outil précieux, qui a de multiples applications au niveau de la station d'épuration :

- Suivi préventif de l'évolution de la qualité des boues ;
- Mise en évidence d'un foisonnement ;
- Appréciation de l'efficacité des solutions techniques mise en œuvre pour améliorer la décantabilité de la boue ;
- Vérification des performances du décanteur secondaire ;
- Aide de gestion de la production de boues dans les périodes où l'indice de boue est stable;
- Caractérisation des boues en vue de leur déshydratation [16].

II.8. Problèmes biologiques dans le procédé à boues activées :

Les stations d'épuration utilisant le procédé des boues activées sont parfois sujettes à des défaillances qui limitent la fiabilité des performances épuratoire. Ces problèmes sont apparus très tôt avec le développement des boues activées; de nombreux facteurs sont susceptibles d'affecter le comportement des boues activées. Certains sont liés à la qualité du substrat c'est-à-dire à la composition de l'eau usée, d'autres à la conception et au mode d'exploitation du système biologique. Parmi les problèmes d'exploitation les plus couramment rencontrés, on retiendra: le foisonnement filamenteux, le moussage et les remontées de boues en clarification [14].

II.8.1. Foisonnement des boues activées :

On entend par foisonnement filamenteux, appelé "Bulking sludge" dans le langage anglo-saxon, la présence des bactéries filamenteuses qui perturbent les propriétés de décantation de la boue (indice de boue élevé supérieur à 200 ml/g) et donc compromettent la qualité de

l'eau épurée. Les nuisances provoquées par les filaments bactériens sont proportionnelles à leur densité et surtout à leur longueur. Elles dépendent également des espèces filamenteuses présentes, certaines étant plus pernicieuses que d'autres [14].

II.8.2. Le moussage :

Les mousses forment des amas de flottants très stables de couleur marron clair à foncé et des structures visqueuse. Leur densité tend à s'accroître progressivement au cours du temps. Ces mousses sont peu déstructurées par une agitation de surface et reforment rapidement un tapis uniforme en absence d'agitation. Les bulles de gaz favorisent la flottation. Ces flottants constituent un milieu favorable au développement privilégié de certaines bactéries filamenteuses responsables de moussage[17]. (*Nocardia* spp et *Microthrix parvicella*). Ces bactéries à croissance lente sont couramment associées à la présence d'huiles et graisses, à une température relativement élevée (supérieure à 18°C) et à des âges de boues importants (supérieurs à 9 jours).

Dans certains cas extrêmes, les mousses peuvent représenter jusqu'à 1/3 de la biomasse totale, avec des concentrations en matières sèches pouvant atteindre 100 mg/l, voire des hauteurs dépassant un mètre. Les paramètres de fonctionnement (charge massique) et d'exploitation de la station sont alors fortement dégradés par cette situation (diminution du transfert d'oxygène). En raison de sa stabilité, la mousse est très difficile à éliminer par des moyens chimiques, même si l'aspersion de la boue par de l'eau chlorée peut constituer, à court terme, une méthode intéressante.

Les moyens de lutte les plus efficaces doivent s'orienter vers la suppression des conditions qui encouragent la croissance des germes filamenteux responsables du moussage à savoir :

- Suppression des substrats préférentiels tels que graisses, acides gras ;
- Construction de bassin sans possibilité d'accumuler de flottants: éviter les parois immergées qui piègent l'écume, construire des puits de dégazage permettant d'éliminer les flottants ;
- Evacuation des écumes hors des réacteurs biologiques pour éviter leur recyclage et le réensemencement permanent du système[14].

II.8.3. Remontée de boues :

Un problème parfois rencontré avec des boues à bonne décantabilité est la remontée ou la flottation de floccs à la surface du clarificateur. La cause la plus courante en est la dénitrification, réaction au cours de laquelle les nitrates et les nitrites sont convertis en azote gazeux.

A partir d'une concentration critique en bulles de gaz au sein du lit de boue, une partie des floccs remonte ou flotte à la surface. Le phénomène se différencie du foisonnement par la présence de petites bulles de gaz attachées aux matières en suspension.

Ce phénomène est couramment observé dans les stations à boues activées nitrifiantes où dénitrification est insuffisante, et dans les stations dimensionnées pour le carbone, mais où la température élevée encourage la nitrification et où la biomasse est très active en raison du faible âge de boue.

Les remèdes pour remédier à ce problème sont les suivants :

- Augmentation du débit de recirculation des boues pour réduire le temps de rétention dans le clarificateur ;
- Réduction de l'âge de boue pour éviter la nitrification.

Dans les pays chauds, il est fortement recommandé de configurer le réacteur biologique de manière à pouvoir dénitrifier en cas de besoin [18].

II.9 conclusion :

Ce chapitre nous a permis de donner une description de principe de fonctionnement du procédé à boue activé, et les ouvrages qui comprennent ce type d'épuration.

Aussi on a les paramètres de fonction et les problèmes biologiques dans le procédé à boue activé.

CHAPITRE III

PRESENTATION ET DESCRIPTION DE LA STEP DE TOUGGOURT



III.1. Situation géographique de la STEP de Touggourt

La station d'épuration des eaux usées de Touggourt est située à Ben YassOued, dans l' APC Tebesbest, sur la route d'El-Oued, elle s'étend sur une superficie de 5 Hectares.

Latitude : 33° 16' Nord. Longitude : 6° 04' Est. Située au Nord Est de la wilaya d'Ouargla.

Elle a été mise en service le 20/11/1991, réhabilitée en 2003 et traite aujourd'hui une partie des rejets des eaux usées déversées par la ville de Touggourt.

Il y'a deux Entreprise retenue pour la réalisation du génie – civil : le Bureau National Des Etudes Hydrauliques "B.N.E.H" et pour la partie équipements : réalise par Société D'épuration Des Eaux " S.E.E "de Belgique 1982.

III.2. Réalisation Génie Civil :

Entreprise de réalisation : HYDRO-TECHNIQUE (Issue De La Restructuration SONAGHTER)

Délai d'exécution: 24 mois

Entreprise de réalisation : HYDRO-TECHNIQUE (Issue De La Restructuration SONAGHTER)

Délai d'exécution: 24 mois

Ordre de service: 04-02-1987

Début des travaux: Octobre 1987

Fin des travaux: 30-06-1989

Réception provisoire: 02-07-1989

Equipements :

Entreprise nationale: HYDRO-TRAITEMENT Alger

Début des travaux: Janvier 1990

Fin des travaux: Septembre 1991

Mise en service : Novembre 1991

Coût total de projet: 57.705.973,40 DA

Réalisée dans le cadre du Programme Communal de Développement (PCD)

Arrêt de la station dépuración : Décembre 1995

Réhabilitée en 2003 , Mise en service : 24/02/2004

L'exploitation et la gestionnaire par : Office National D'assainissement ONA : 17/04/2005

Jusqu' à ce jour.



Figure III.1: Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) Touggourt

III.3 -Donnes fondamentales :

1. Débits :

- Nombre d'équivalent habitant : 62.500 EH
- Débit moyen journalier : $9.360 \text{ m}^3/\text{j}$
- Débit de point horaire : $670 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit moyen : $390 \text{ m}^3/\text{h}$

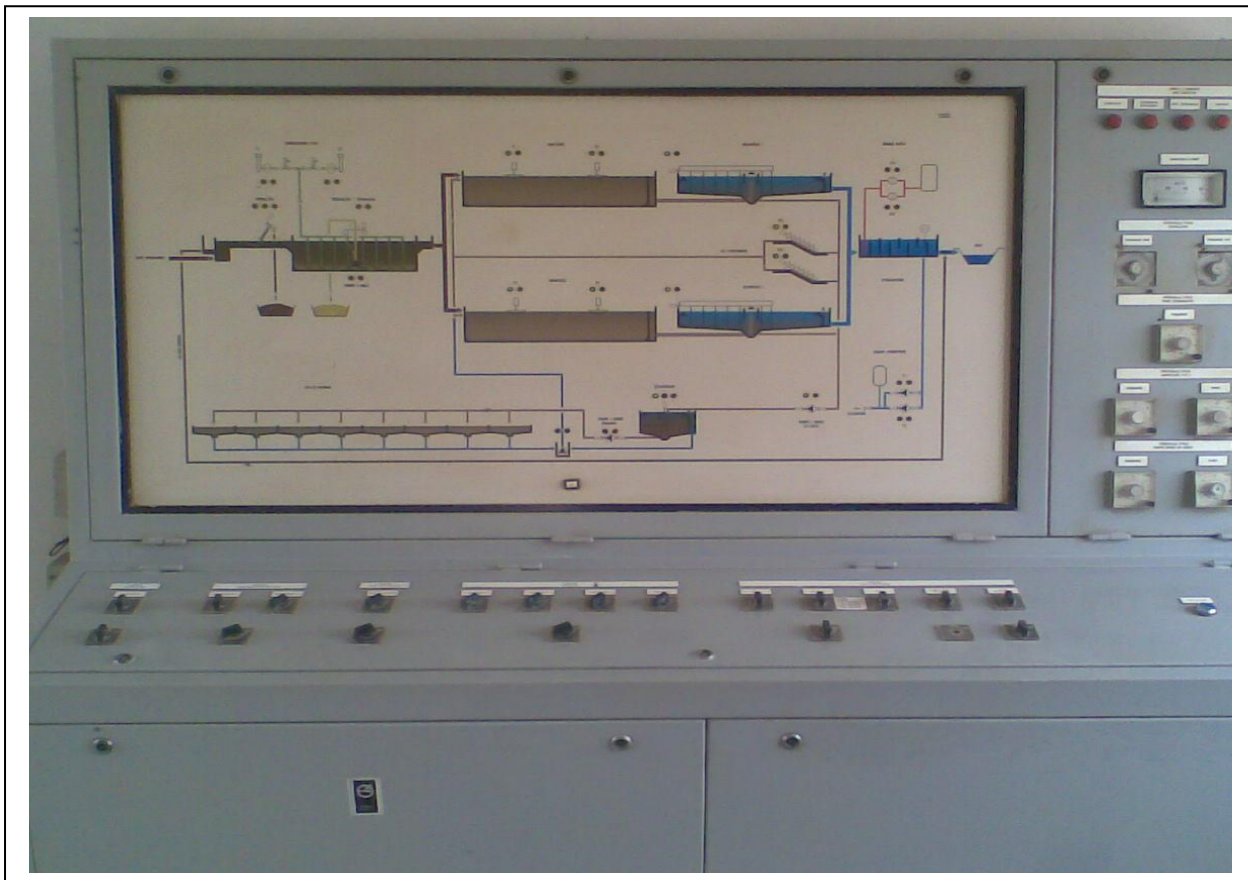


Figure III.2 Schéma général du procès appliqué à la STEP de TOUGGOURT

III.4. Description du procédé de fonctionnement de la STEP de Touggourt :

1-Le relevage:

L'eau brute arrivée sous pression par une conduite de refoulement à partir de réseau de la ville, l'eau chargée coule gravitairement dans un canal de 800 mm de diamètre. Au moment ou le débit se présente, on démarre une seule pompe de relevage.



Hauteur manométrique totale : 06 m

Débit de chaque pompe : 586 m³/h

Marque : HOMA

Puissance : 55 Kw

Figure III.3 photo station de relevage

2-Le Dégrillage :

Ce dégrillage prendra place dans un regard en tête de la station, après le poste de relevage.

L'installation comporte:

- Une grille mécanisée, type inclinée.
- Une grille de by-pass à raclage manuel.



Largeur du canal : 800 mm

Hauteur d'eau : 400 mm

Surface mouillée : 0.32 m²

Espace entre barreaux : 20 mm

Epaisseur des barreaux : 40 mm

Angle d'inclinaison : 60°

Moto-réducteur : FLENDER-HIMMEL

MOTOX Type CA 80 / A 9056 – L 16 (DN 50)

220 / 380 V – 50 Hz , 4 / 2.3 A , IP 55

915 Tr / min , 0.75 Kw

N° 508326B

Figure III.4 photo du dégrilleur

3-Dessablage-déshuilage:

L'eau dégrillée passe dans le dessableur-déshuileur aéré. L'aération du dessableur-déshuileur est assurée par 02 surpresseurs d'air.

Le sable décanté est évacué par une pompe à sable submersible portée par un pont racleur qui fait le " va- et- vient", il est évacué dans un container en acier galvanisé.

Les huiles sont piégées dans une zone de tranquillisation, elles sont racleées en surface pour être récupérées dans un container à huile.



Longueur: 15 m
Largeur du dessableur: 2 m
Largeur du déshuileur: 1.10 m
Hauteur d'eau maximum: 2.65 m
Dispositif d'aération (Surspresseur): 02
Débit: 70 m³/h
Puissance: 2.2 kw
14 cannes d'injection d'air
Dispositif d'évacuation automatique:
Débit de pompe a sable: 5 m³/h
Puissance: 2.5 kw submersible
Racleur :
Longueur: 2500 mm
Largeur: 900 mm
Vitesse de translation: * aller: 2 cm/sec
* retour: 4 cm/sec
Compresseur d'air : BUSCH
N° .BN : 10179382004 / 0613
Type : IP 55 . THCLF
345/415 V. 50 Hz, 5.6A – 2.2 Kw – 2870 Tr/min

Figure III.5 photo du dessableur-déshuileur

4- Le bassin d'aération :

L'eau est répartie dans deux bassins d'aération rectangulaires. L'apport en oxygène est assuré par 04 turbines d'aération, l'eau aérée est transférée ver les deux décanteurs à partir de deux goulottes installées latéralement



Figure III.6 photo du bassin d'aération

Type de traitement : biologique

Capacité de traitement en DBO5: 3.375 kg/j

Volume utile du 02 bassin : 7.200 m³

Longueur: 40 m

Largeur: 20 m

Profondeur d'eau: 4.5 m

Temps de passage moyen: 18.5 h

Charge massique moyenne: 0.078 kgDBO5/kg.M.S.J

Charge volumique moyenne: 0.47 kgDBO5/kg.M.S.J

Apport oxygène : 80 kg O₂/h

Vitesse entrée/sortie: 1450/31 tour/min

Concentration: 6 g/l

Moteurs électriques : UNELEC (FRANCE)

FT 25 M 34 V 1 IP 55

N° 701363 R00001 / N° 701363 R00002 / N° 701363 R00003 /

N° 701363 R00004

380 / 660 V. 50 Hz

87 A , 45 Kw , 1480 Tr / min , COS Phi = 0.85

Réducteur de marque : licence HANSEN (FRANCE)

Type : RNE 36 AN

N° E 30.231/3RX176. N° E 30.232/3RX176. N° E30.233/3RX176.

N° E 30.234/3RX176

Moteurs puissance : 45 Kw

Vitesse : 1450 – 28.95 R 50.077

Huile : 30 litres

5. décanteur secondaire :

L'eau décantée est évacuée par des lames déversantes crantée disposées réglementé sur le pourtour du bassin de décantation. L'eau se déverse dans une goulotte circulaire qui débouche dans un puisard au bassin de chloration



Hauteur périphérique: 2.60 m
Dian ext.: 24 m
Surface unitaire: 452 m²
Volume cylindrique : 1.175 m³
Temps de passage moyen: 3.5 h

Figure III.7 photo du décanteur secondaire

6-Bassin de chloration:

La désinfection dans le bassin de chloration rectangulaire, elle est assurée par de l'hypochlorite de sodium " NaOCl ". Le passage obligé imposé par la chicane entre l'entrée et la sortie du bassin de chloration garantit le respect de ce temps de contact pour l'intégralité de l'effluent à épurer.

L'eau désinfectée est évacuée à partir d'un puisard une conduite. Elle passe ensuite dans un regard avant d'être rejetée dans l'oued Rhir.



Longueur: 15.7 m
Largeur: 6 m
Profondeur utile: 2.96 m
Profondeur totale: 3.20 m
Volume utile: 278.8 m³
Temps de séjour pour le débit de pointe: 27 min

Figure III.8 photo du bassin de chloration

7-Vis d'Archimède (boues de recirculation):

Les boues proviennent des fonds des deux décanteur. Elles sont raclées et collectées dans la fosse centrale à partir de laquelle, elles sont transférées gravitairement vers une bêche à boues par une conduite. La plus grande partie, dite " boues recirculation" est recyclée vers le bassin d'aération et l'autre partie, dite "boues en excès" est pompée vers l'épaississeur



Débit de vis : 500 m³/h

Débit de pompe : 384 m³/h

Hauteur de relevage : 1.05 m

Angle: 30

Diam. Vis : 0.85 m

Diam. Poutre: 0.455

Hauteur de remplissage : 0.565 m

Longueur vis : 3.23 m

Puissance installée : 4 kw

Vitesse d'entrée/sortie : 1500/50 T/min

Rendement de réducteur : 97 %

Rendement accouplement : 98 %

Pompe des boues en excès :

Marque:ABS PUMPEN,GMBH-

SCHUIDERHONE ,D5204 LOHMAR

Type : AF 15-4-LK-CB 12-HTA

N° 653046 A-00706

380 V , 6A , 50 Hz

P1n: 1.95 Kw

P1n: 1.50 Kw

1415 Tr/min



Figure III.9 photo vis d'Archimède

8-L'épaississeur (boues en excès):

Les boues en excès subissent l'épaississement avant d'être séchées. L'épaississement, dont l'objectif premier est d'augmenter la concentration des boues en vue de les rendre plus pelletables.



Débit de pompe : 20 m³/h

Hauteur cylindrique : 4.3 m

Hauteur d'eau en périphérie : 4 m

Diamètre : 8 m

Profondeur conique : 0.5 m

Surface : 50 m²

Volume : 208 m³

Temps de stockage : 3.3 jour

Vitesse de rotation : 450 T/min

Concentration atteinte : 4 à 6 %

Volume moyen des boues épaissies: 62.5 m³/j

*Moto-réducteur : SEW USOCOME

Type : RF 96R60DT71C4

N° 90 / 486618

380 V , 1.47 / 0.85 A – 50 Hz

0.25 Kw – cos Phi : 0.70 – 800 Tr/min – IP 55

Figure III.10 photo de l'épaississeur

9-Les lits de séchage:

Après épaississement, les boues sont transférées vers les lits de séchage par une pompe. Les boues exposées à l'air libre subissent une double déshydratation : par percolation interstilielle (drainage) et évaporation. Au bout d'un temps qui peut être plus ou moins long (en fonction de la température et de l'humidité).



Longueur: 25 m

Largeur: 8 m

Surface unitaire : 200 m²

Nombre de lits: 16

Hauter de remplissage: 0.4 m

Volume total annuel vers le lit de séchage:
18.250 m³/an

Figure III.11 photo de lits de séchage

III.4. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de donner une description sommaire de la station d'épuration de la ville de Touggourt et décrire les différents procédés de traitement des eaux usées utilisées dans cette station à savoir: les prétraitements, traitement biologique, décantation et le traitement des boues.

CHAPITRE IV

MATERIELS ET METHODES

IV.1. Introduction

L'objectif principal de ce travail est de faire des analyses physico-chimiques sur les eaux usées de la station d'épuration de Touggourt en vue d'optimiser ses paramètres de fonctionnement. Les échantillons ont été prélevés à l'entrée et à la sortie de la STEP. Les paramètres mesurés sont: la température, le pH, les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène après 5 jours (DOB₅), l'azote ammoniacal (NH₄⁺), les nitrates (NO₃⁻), les nitrites (NO₂⁻), la conductivité, l'indice des boues (I_b), la charge massique (C_m) et la charge volumique (C_v). Les analyses ont été réalisées durant la période allant du 01 décembre 2018 jusqu'au 28 Mars 2019 à raison d'une analyse par semaine.

IV.2. Matériels et méthodes

IV.2.1. Echantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier ses caractéristiques physicochimiques et microbiologiques. Il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix judicieux des points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable. Donc il est bien évident qu'un prélèvement correct est indispensable à l'obtention des résultats analytiques significatifs.

IV.2.2. Matériels de prélèvement

- Une perche pour les prélèvements en profondeur ;
- Récipient en plastique.

IV.3. Analyses effectuées

IV.3.1. Mesure de la température

La température a un impact important sur l'activité des bactéries car chaque gamme de bactéries est adaptée à une plage de température. Cependant, de manière pratique, il est difficile de contrôler la température à l'intérieur d'un réacteur biologique. Une température élevée dans le bassin d'aération supérieure à 35°C augmente sensiblement le taux de multiplication des microorganismes. Il s'en suit une mauvaise floculation de la boue [3].

IV.3.2. Mesure de la conductivité

La conductivité électrique d'une eau traduit l'aptitude que possède celle-ci à laisser le courant électrique. le transport des charges se faisant par l'intermédiaire des ions contenus dans l'eau, Il est logique d'admettre que la conductivité d'une eau sera d'autant plus importante que sa minéralisation sera élevée. Il existe donc une relation entre la conductivité d'une eau et sa minéralisation, d'où l'intérêt une présent-la mesure de la conductivité, mesure quasi instantanée, pour connaître la minéralisation d'une eau. L'unité de conductivité utilisée en chimie des eaux est micro siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$) [19].

IV.3.2.1. Principe:

La mesure de la conductivité se ramène à celle de la résistance d'une colonne d'eau. A cet effet on utilise un conductivimètre qui n'est en fait qu'un résistivimètre un peu particulier. La conductivité est fonction de la température. Toute mesure de conductivité doit donc se faire à température connue et stabilisée. En général les résultats sont mesurés à 20°C.

IV.3.2.2. Mode opératoire:

- * L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour prolonger la sonde de conductivité.
- * vérifier les connexions cellule/conductivimètre;
- * rincer soigneusement la cellule de mesure à l'eau distillée et l'essuyer convenablement.
- * rincer et essuyer soigneusement la cellule.
- * immerger la cellule dans l'eau.
- * agiter la sonde légèrement.
- * lire le résultat;
- * la mesure terminée, éteindre l'instrument et, si nécessaire, nettoyer la sonde.
- * après chaque série de mesure, rincer l'électrode à l'eau déminéralisée.



Figure IV.1 : Photo du conductimètre

IV.3.3. Mesure du pH

Le pH est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Il donne une indication l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium (H^+) ou d'ions hydroxyde (OH^-) contenus dans la substance. La valeur du pH est à prendre en considération lors de la majorité des opérations d'épuration de l'eau, surtout lorsque celles-ci font appel à une réaction chimique et aussi quand certains procédés nécessitent d'être réalisés avec un pH [19].

IV.3.3.1. Principe :

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre. C'est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure.

IV.3.3.2. Mode opératoire :

L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche;

- Vérifier les diverses connexions: secteur, électrodes, etc.;
- Dégager l'électrode de son support;
- Oter le chapeau protecteur de l'électrode double, le déposer en lieu sûr;
- Rincer abondamment l'extrémité de l'électrode avec l'eau distillée;
- Essuyer l'extrémité de l'électrode;

- Replacer l'électrode sur son support;
- Rincer le vase, le barreau magnétique, l'électrode, avec l'eau distillée puis avec l'échantillon;
- Remplir le vase de mesure avec l'échantillon;
- Immerger l'électrode avec précaution habituelles et agiter
- Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée



Figure IV.2: Photo du pH mètre

IV.3.4. Matières en suspension (MES)

Deux méthodes sont données :



La norme EN-NF 872 (Méthode par filtration sur filtre en fibre de verre) qui remplace la norme NFT 90 105 -1 après une mise à jour de la norme NF T 90 -105 (1978),



La norme NFT 90 105 - 2 mise à jour et reprise à partir de la norme NF T 90 -105 (1978), (Méthode par centrifugation). Cette méthode s'applique si la qualité de l'échantillon provoque le colmatage du papier filtre ou lorsqu'il est très chargé en matière en suspension. la durée de la filtration dépasse 30 mn. L'utilisation de la méthode par centrifugation est recommandée.

Matériel :**a) Méthode par filtration sur filtre en fibre de verre :**

- Pompe à vide à membrane pour la mesure des MES selon NF EN 872 de volume 13 litres/mn avec une pression du vide à l'intérieur < 1 mb « de l'ordre (0,065 mb), puissance 0,2 KW et une entrée tube 8 mm;
- Entonnoir de 300 ml avec support de filtre $\varnothing = 47$ mm et pince de fixation ; deux Fioles 1000 ml ;
- Disque filtrant en fibre de verre ou autre papiers filtres MES à 0,45 μm , (parmi ceux qui conviennent Sartorius, Wattmann, millipore) ;
- Etuve 105°C;
- Balance de précision de laboratoire $\pm 0,1\text{mg/l}$;
- Un dessiccateur.

b) Méthode par centrifugation :

- Centrifugeuse avec une accélération de 28000 à 32000 m.s^2 ;
- Etuve 105°C;
- Balance de précision de laboratoire $\pm 0,1\text{ mg/l}$;
- Un dessiccateur.
- Epruvette de 100 ml, assiettes.

*** Expression des résultats :**

La teneur de l'eau en matières en suspension (M.E.S) exprimée en (mg/l) est donnée par l'expression suivante :

$$M.E.S(\text{mg / l}) = \frac{M_1 - M_0}{V} \cdot 1000$$

Avec : M_0 : masse du papier filtre avant utilisation (mg)

M_1 : masse du papier filtre après utilisation (mg)

V : volume d'eau utilisé (ml).

* **Matière volatile en suspension (MVS):** La méthode donnée est conforme à la norme AFNOR 90-029, méthode gravimétrique.

-Matériel :

- Four à moufle ;
- Balance de précision de laboratoire $\pm 0,1 \text{ mg/l}$;
- Capsule en porcelaine ou en verre, de préférence en silice ou constitué de tout autre matière ;
- Un dessiccateur.
- Etuve dont la température est réglable à $105 - 180^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.



Figure IV.3: Photo de la balance électronique

IV.3.5. Mesure de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ est obtenue après cinq jours d'incubation à 20°C et à l'obscurité afin d'éviter la photosynthèse

-Matériel :

- ✓ DBO mètre;
- ✓ Incubateur à 20°C ± 1 °C (Etuve pour DBO à 20°C) ;
- ✓ Flacons d'incubation (Flacon à DBO5 bran de 250 ml à col rodé)
- ✓ NaOH;

-Mode opératoire :

L'échantillon peu ou non dilué est renfermé dans un flacon avec un certain volume d'air qui assure la réoxygénation. La consommation d'oxygène est suivie en continu grâce à un manomètre par chute de pression. L'appareil est équipé d'un agitateur pour assurer l'oxygénation de l'échantillon en permanence et d'un dispositif pour éliminer le gaz carbonique par fixation sur alcali (KOH, NaOH).



Figure IV.4: Photo du DBO mètre

IV.3.6. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)

La méthode donnée est celle de la norme AFNOR reprise en 2001 après mise à jour de la norme NF T 90 101 (1988). Ce paramètre a été analysé au moyen d'un spectrophotomètre après oxydation de l'échantillon.

-Matériel :

- ✓ Spectrophotomètre ;
- ✓ Plaque chauffante ;
- ✓ Bêchers, pipettes (5 ml, 2 ml) + poire;
- ✓ Tubes de spectrophotomètre
- ✓ Solution d'oxydation ($K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + Hg_2SO_4$);
- ✓ Acide ($Ag_2SO_4 + H_2SO_4$).

-Mode opératoire :

La demande chimique en oxygène est déterminée après une oxydation en milieu acide par un excès de dichromates de Potassium à la température $148^\circ C$ des matières oxydables dans les conditions de l'essai en présence de sulfate d'argent (Ag_2SO_4) et sulfate de mercure (Hg_2SO_4).



Figure IV.5: Photo du bloc chauffant



Figure IV.6: Photo du spectrophotomètre

IV.3.7. Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)

Principe :

Mesure spectrophotométrie du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et Hypochlorite en présence de Nitroprussiate de Sodium. La lecture se fait à la longueur d'onde de 655 nm (ISO 7150).

Réactifs :**Réactif I :**

Acide dichloroisocyanurique..... 2 g
 Hydroxyde de sodium (NaOH)..... 32 g
 Eau distillée q.s.p 1000 ml

Réactif II (coloré) :

Tri citrate de Sodium.....130 g
 Salicylate de Sodium.....130 g
 Nitropruciate de Sodium.....0,97 g
 Eau distilléeq.s.p 1000 ml

Solution mère étalon d'azote ammoniacal de 0,1 g/l :

Dessécher une quantité de NH_4Cl à 105 °C pendant 1 heure et peser 0,03821 g puis dissoudre dans 100 ml d'eau distillée. Prendre 1 ml de la solution mère qu'on met dans 100 ml d'eau distillée pour avoir une solution intermédiaire de 1 mg/l .

Mode opératoire :

Prendre 40 ml d'eau à analyser
 Ajouter 4 ml du réactif I
 Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec l'eau distillée et attendre 1 h. L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

Gamme et étalonnage : dans une série de fioles de 50 ml :

Solution fille 1 mg/l	0	1	2,5	5	25	40
Eau distillée (ml)	50	49	47.5	45	25	10
Réactif I (ml)	4	4	4	4	4	4
Réactif II (ml)	4	4	4	4	4	4
Attendre 1 h						
$[\text{NH}_4^+]$ en mg/l	0	0,02	0,05	0,1	0,5	0,8

IV.3.8. Détermination des nitrites (NO_2^-)**Principe :**

La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et sa copulation avec N(Naphtyle) éthylène diamine donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage colorimétrique. La lecture se fait à la longueur d'onde 543 nm.

Réactifs:**Réactif mixte :**

Sulfanilamide.....40 g
 Acide phosphorique.....100 ml
 N-1 Naphtyle éthylène diamine.....2 g
 Eau distilléeq.s.p 1000 ml.

Solution mère étalon d'azote nitreux à 100 mg/l :

Dessécher le Nitrite de Sodium à 105 °C pendant 1 h, puis peser 0.0492 g et dissoudre dans 100 ml d'eau distillée.

Solution fille étalon d'azote Nitreux à 1 mg/l :

Pipeter 1 ml de la solution mère dans 100 ml d'eau distillée (à préparer chaque jour).

Mode opératoire :

Prendre 50 ml d'eau à analyser

Ajouter 1 ml de réactif mixte.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻.

Gamme et étalonnage :

Solution fille 1 mg/l	0	1	2.5	5	7.5	10
Eau distillée (ml)	50	49	47.5	45	42.5	40
Réactif mixte (ml)	1	1	1	1	1	1
Attendre 10 mn						
[NO ₂ ⁻] en mg/l	0	0.02	0.05	0.1	0.15	0.2

IV.3.9. Détermination des nitrates (NO₃⁻) : Méthode au Salicylate de Sodium
 La lecture se fait à la longueur d'onde 420 nm.
Principe :

En présence de Salicylate de Sodium, les Nitrates donnent de Paranitrososnylate de Sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Réactifs :**Solution de Salicylate de Sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 heures)**

0.5 g de Salicylate de Sodium dans 100 ml d'eau distillée.

Solution d'Hydroxyde de Sodium à 30 % :

30 g de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

H₂SO₄ concentré.**Tartrate double de Sodium et de Potassium**

Hydroxyde de Sodium.....400 g
 Tartrate de Sodium et de Potassium.....60 g

Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 ml. Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère étalon d'azote Nitrique à 1 g/l.

Nitrate de Potassium anhydre0.722 g

Eau distillée.....1000 ml

Chloroforme.....1 ml

Solution fille étalon d'Azote Nitrique à 5 mg/l

Pipeter 5 ml de la solution mère dans 100 ml d'eau distillée

Mode opératoire :

Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %

Ajouter 1 ml de Salicylate de Sodium.

Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve à une température de 75-88

°C. (Ne pas surchauffer ni surcharger très longtemps) laisser refroidir.

Reprendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ pur laissé reposer 10 mn.

Ajouter 15 ml d'eau distillée

Ajouter 15 ml de Tartrate double de Sodium et de Potassium.

Gamme et étalonnage :

Solution fille 5 mg/l	0	1	2	5	10
Eau distillée (ml)	10	9	8	5	0
Salicylate de Sodium (ml)	1	1	1	1	1
[NO ₂ ⁻] en mg/l	0	0.5	1	2.5	5

Evaporer à sec de 75-88 °C et poursuivre de la même manière que pour l'échantillon à analyser. Multiplier par 4.43 pour obtenir la concentration en NO₃⁻.

IV.3.10. Détermination des phosphates (PO₄³⁻) : Méthode au Salicylate de Sodium (ISO N° 6878).

Principe :

Formation en milieu acide d'un complexe avec le Molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de Potassium. Réduction par l'acide ascorbique que en un

complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 800 nm.

Réactifs :

Réactif mixte :

Heptamolybdate d'Ammonium.....	13 g	A
Eau distillée.....	} q.s.p 100 ml	
Tartrate d'Antimoine.....		
Eau distillée.....	} q.s.p 100 ml	B
Acide Sulfurique.....		
Eau distillée.....	} 150 ml	C
(A + B) + C.....		
	150 ml	
	} q.s.p 500 ml	

Acide Ascorbique à 10 % :

Acide Ascorbique.....10 g

Eau distillée.....q.s.p 100 ml

Solution mère à 50 mg/l PO_4^{3-}

Solution fille à 2 mg/l PO_4^{3-}

Gamme et étalonnage :

Solution fille 2 mg/l	0	0.3	0.6	1.2	2.4	
Eau distillée (ml)	0	39.7	39.4	38.8	37.6	
Acide Ascorbique (ml)	1	1	1	1	1	1
Réactif mélange (ml)	2	2	2	2	2	2
[P] mg/l	0	0.015	0.03	0.06	0.12	
$[\text{PO}_4^{3-}]$ mg/l	0	0.0459	0.0918	0.1836	0.3672	
Attendre 10 mn						

Mode opératoire :

40 ml d'eau à analyser

1 ml d'Acide Ascorbique

2 ml du réactif mixte

Attendre 10 mn le développement de la couleur

La lecture se fait à la longueur d'onde de 880 nm.

IV.3.11. Mesure de l'indice de boues :

L'indice de boues (ou indice de Mohlman) est le rapport entre le volume de boues décantées en ½ h et la masse de M.E.S (résidu sec) contenue dans ce volume.

Matériel :

- ✓ Eprouvette graduée de 1 litre
- ✓ Chronomètre

Mode opératoire :

- Prélever la liqueur mixte dans le bassin d'aération après un fonctionnement des aérateurs d'au moins 15 minute et le plus loin possible de la recirculation.
- Remplir une éprouvette avec 1000 mL de liqueur mixte.
- Mélanger par retournement l'éprouvette, la poser à l'ombre.
- Chronométrer 30 minutes. Noter alors le volume de boues V_{30} .
- Si le volume est inférieur à 300 ml.l^{-1} , relever cette valeur, elle permettra de calculer l'indice de Mohlman (I_m).
- Si le volume est supérieur à 300 ml.l^{-1} , réaliser une dilution de la liqueur mixte avec de l'eau clarifiée de manière à avoir un volume de boues décantées inférieur à 300 ml.l^{-1} . Puis recommencer le processus.
- Après 30 minutes, relever la valeur du V_{30} , si le volume de boues décantées est alors inférieur à 300 ml.l^{-1} , elle permettra de calculer l'indice de boues (I_b).

Expression des résultats

$$I_b = \frac{\text{Volume (ml)}}{\text{m résidu sec (g)}}$$

L'indice de Mohlman permet de traduire la bonne aptitude des boues à la décantation (bonne ou mauvaise décantation). Un I_m compris entre 50 et 100 correspond à une très bonne décantabilité des boues. Au delà de 150, des difficultés commencent à apparaître.

Pour l'indice de boues, les analyses ont été effectuées une fois chaque semaine.

IV.3.12. Calcul de la charge massique et de la charge volumique :

Le calcul des différentes valeurs de la charge massique et la charge volumique a été fait avec les expressions suivantes:

Charge massique C_m :

$$C_m = \frac{[\text{DBO}_5] \text{ (Kg/l)}}{\text{masse de MVS (Kg)}}$$

Avec : C_m : Charge massique (Kg DBO_5 /Kg MVS.j);

$[\text{DBO}_5]$: la concentration en demande biologique en Oxygène de l'effluent à cinq jours (kgO_2/m^3).

masse de MVS = MVS $\times V_{BA}$;

MVS: concentration en matière sèche (Kg/m^3);

V_{BA} : volume du réacteur (m^3);

Charge volumique C_v :

$$C_v = \frac{[\text{DBO}_5] \text{ (Kg/l)}}{V_{BA}}$$

Avec :

V_{BA} : volume du réacteur (m^3);

$[\text{DBO}_5]$: la concentration en demande biologique en Oxygène de l'effluent à cinq jours (kgO_2/m^3).

CHAPITRE V

RESULTATS ET DISCUSSIONS

V.1. Introduction :

En vue d'évaluer l'optimisation du traitement biologique de la station d'épuration de Touggourt, une série de mesures sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées respectivement à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux traitées) de cette STEP. Le travail expérimental a été réalisé sur une période d'environ 120 jours allant du 01/12/2018 jusqu'au 28/03/2019. Les paramètres de pollution analysés sont: les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote ammoniacal (N-NH_4^+), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), la conductivité, l'indice des boues (I_b), la charge massique (C_m) et la charge volumique (C_v). En parallèle, les variations dans l'évolution du pH et de la température dans l'eau (brute et traitée) ont été également enregistrées. Les résultats expérimentaux trouvés sont présentés comme suit:

V.2. Résultats et interprétations:

V.2.1. Le pH

La figure V.1 donne la variation du pH de l'eau avant (eaux brutes) et après épuration (eaux traitées).

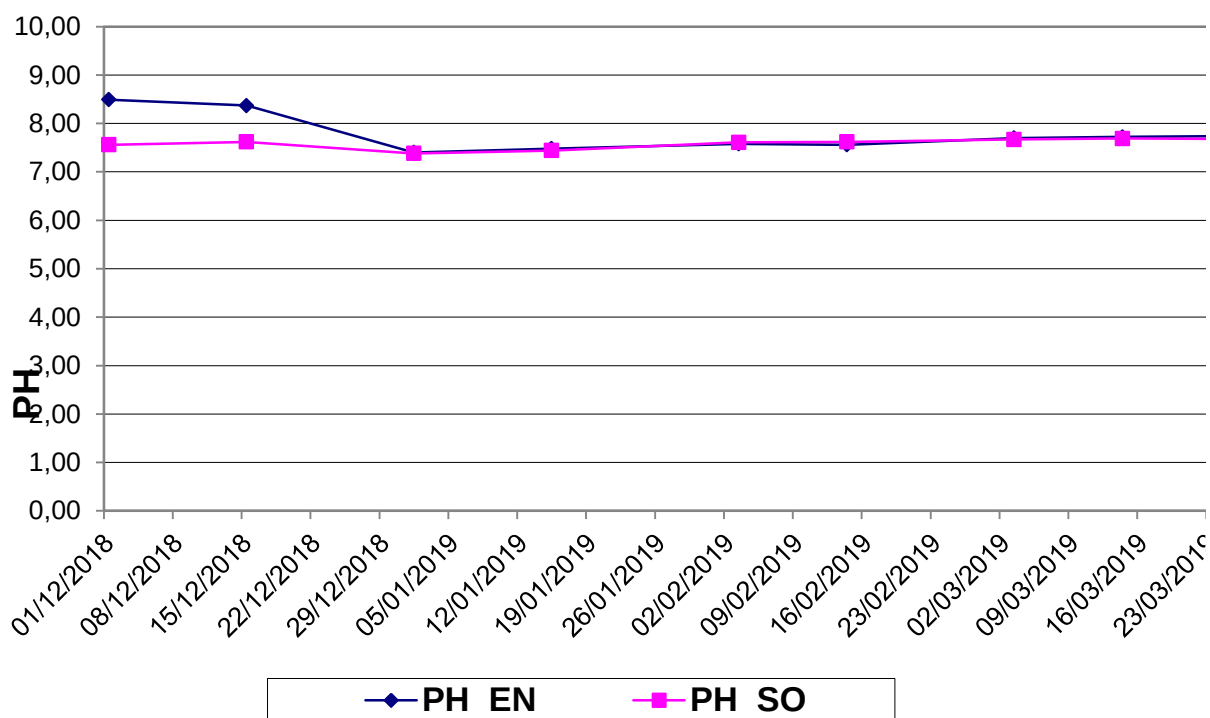


Figure V.1: Variation journalière du pH de l'eau brute et traitée
(Période du 01 décembre 2018 au 28 Mars 2019).

Les valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP présentent une neutralité du milieu. Elles varient de 8.49 à 7.40 à l'entrée et entre 7.69 à 7.38 à la sortie. Ces valeurs sont dans la norme autorisée du pH (6,5 à 8,5). Les limites de pH pour la croissance et la reproduction bactérienne tolèrent une gamme de pH allant de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8.

V.2.2. La température

La figure V.2 montre la variation de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

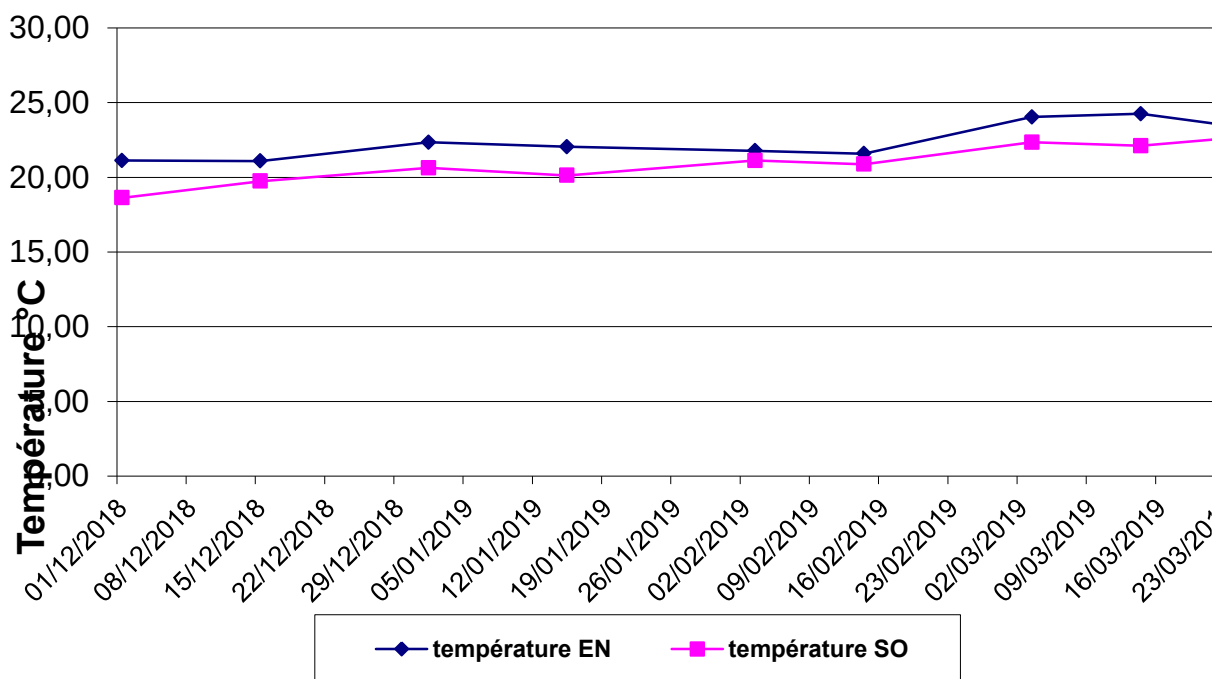


Figure V.2: Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de Touggourt (Période du 01/12/2018 au 28/03/2019).

La température est un facteur important dans l'activité bactérienne. D'après les résultats obtenus (figure V.2), on remarque que la température de l'eau est variée entre 21,09°C et 24,25°C à l'entrée de la STEP, et de 18,62°C à 22,91°C à la sortie de la STEP. On remarque que les valeurs de la température sont toutes inférieures à la norme (30 °C).

V.2.3. Performances épuratoires de la STEP

V.2.3.1. Matières en suspension (MES)

La figure V.3 montre la variation de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

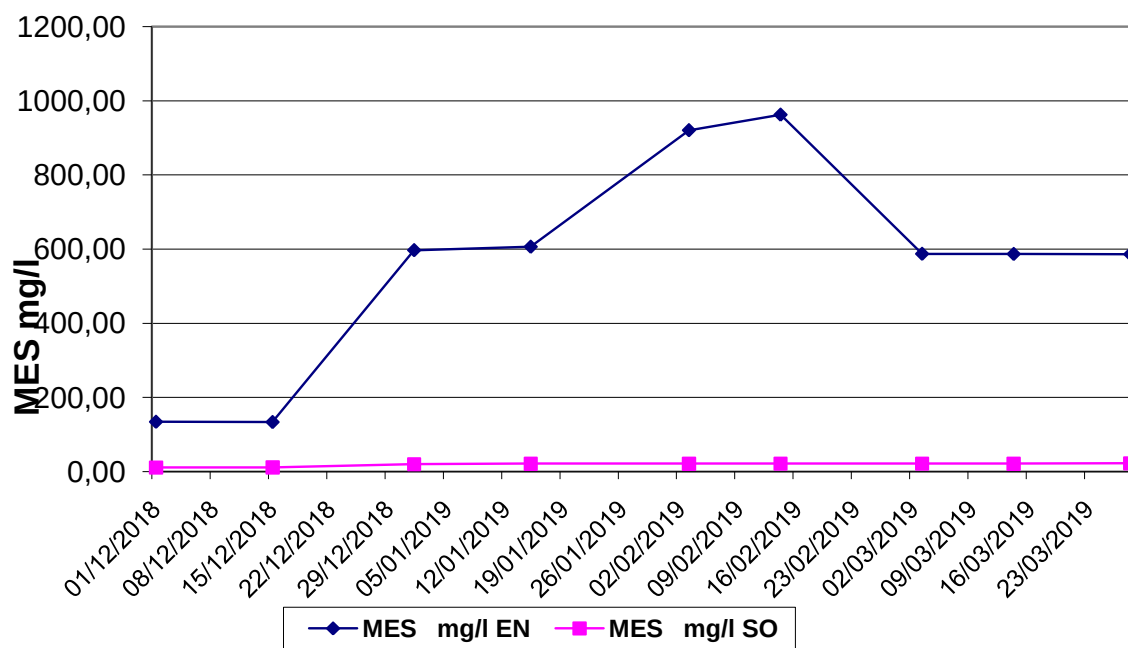


Figure V.3: Variation journalière de la concentration des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP de Touggourt (période du 01/12/2018 au 28/03/2018)

En examinant les résultats trouvés, on remarque qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs des MES varient de 962.4 mg/l à 133.9 mg/l avec une moyenne de 568.38 mg/l. Cette variation est due à une instabilité de la qualité des eaux à l'entrée.

Les valeurs des MES à la sortie de la STEP (eaux traitées) sont comprises entre 11.2 mg/l à 22.25 mg/l avec une moyenne de 19.08 mg/l sur la durée de l'expérience. Cette valeur est inférieure à la norme de rejet en Algérie (30 mg/l).

V.2.3.2. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

La figure V.4 donne la variation de la concentration de la DBO₅ dans les eaux brutes et les eaux traitées.

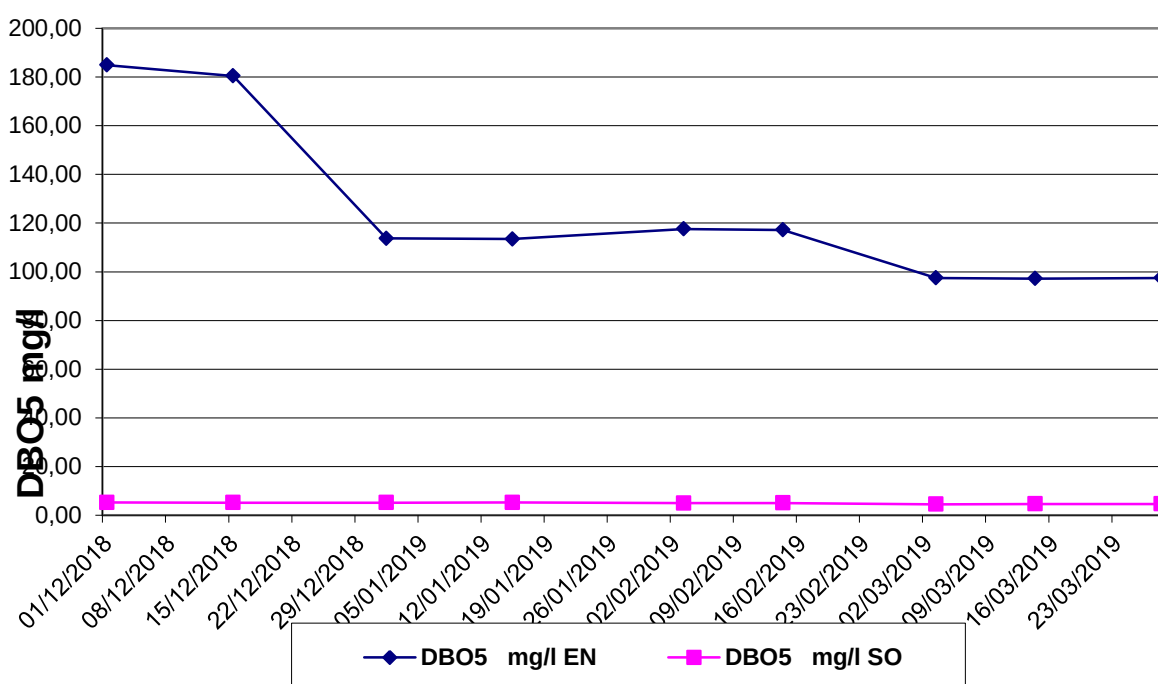


Figure V.4: Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Touggourt (Période du 01/12/2018 au 28/03/2019)

La figure (V.4) représente la variation de la DBO₅ de l'eau brute et de l'eau traitée. Notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO₅ qui varie entre 97.22 mg/l à 184.92 mg/l avec une moyenne de 124.38 mg/l. dans la station.

En revanche, on constate que les valeurs de la DBO₅ à la sortie de la STEP (eaux traitées) varient entre 4.51 mg/l à 5.22 mg/l avec une moyenne de 4.94 mg/l. Cette valeur est inférieure à la norme de rejet en Algérie.

V.2.3.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

La figure V.5 montre la variation de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP.

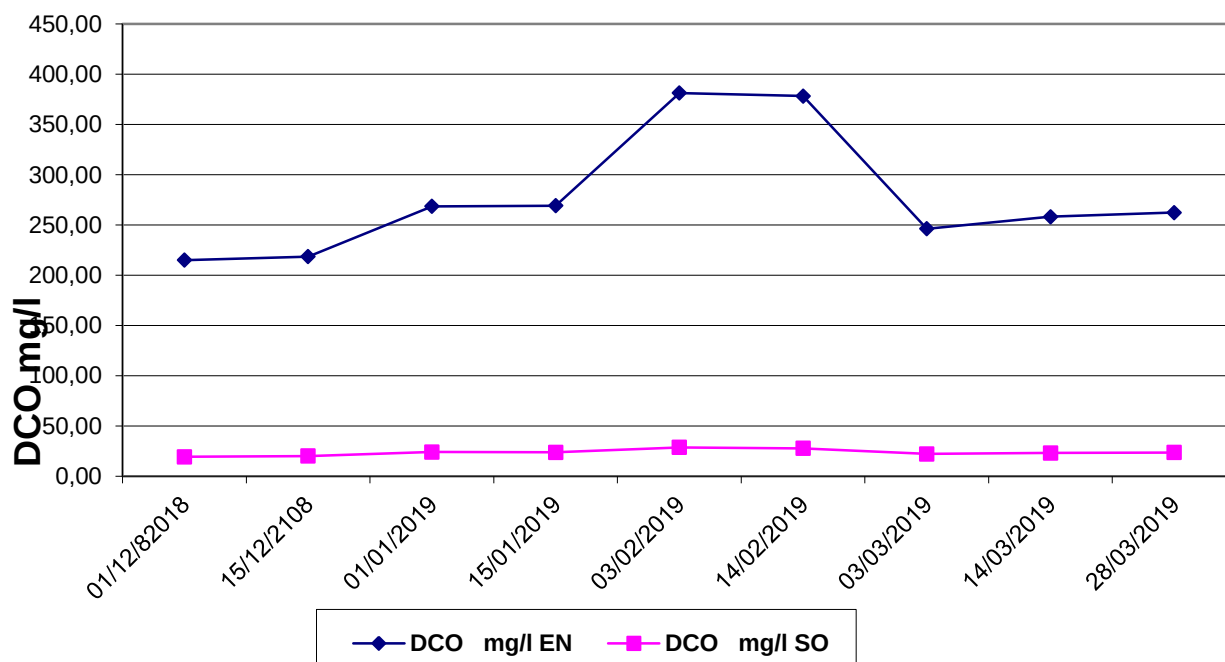


Figure V.5: Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Touggourt (Période du 01/12/2018 au 28/03/2019)

Les résultats obtenus montrent qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs de la DCO varient entre 215.02 mg/l à 381.24 mg/l avec une moyenne de 319.46 mg/l due à une instabilité de la qualité chimique des eaux brutes.

. En revanche, à la sortie de la STEP, les valeurs de la DCO varient entre 19.15 mg/l à 28.68 mg/l avec une moyenne de 25.25 mg/l.

Cette valeur est inférieure à la norme de rejet en Algérie.

V.2.3.4. Matières azotées

L'azote rencontré dans les eaux usées peut avoir un caractère organique ou minéral, il se présente sous quatre formes: Organique (Norg); ammoniacal (NH_4^+); nitreux (NO_2^-); nitrique (NO_3^-).

A) Azote ammoniacal (NH_4^+)

La figure V.6 représente la variation journalière de NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP.

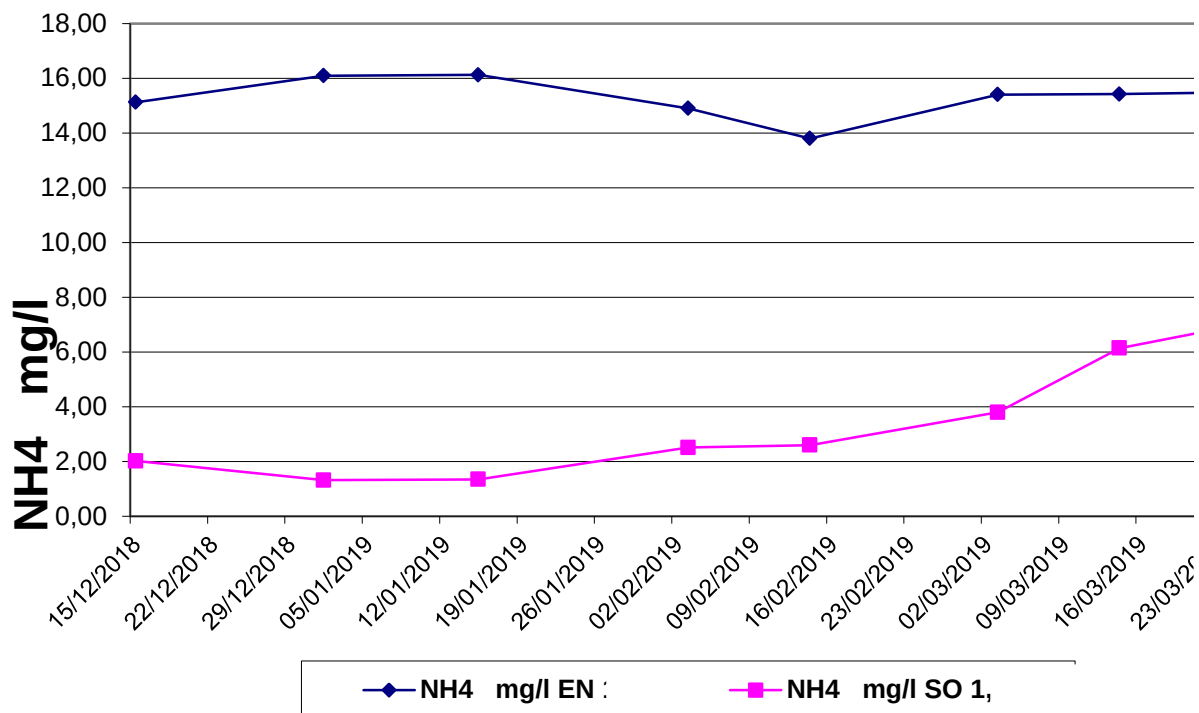


Figure V.6: Variation journalière de NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP
(Période du 15/12/2018 au 23/03/2019)

Selon les résultats présentés sur la figure (V.6), on remarque que la concentration de l'azote ammoniacal dans l'eau brute varient entre 13.8 mg/l à 16.12 mg/l avec une moyenne de 15.26 mg/l alors qu'à la sortie, la valeur oscillent entre 1.32 mg/l et 7.24 mg/l avec une moyenne de 3.15 mg/l.

L'azote ammoniacal rencontré dans les eaux usées épurées, et dont la présence est normalement ne doit pas dépasser les 5 mg/l.

B) Nitrites (NO_2^-)

La figure V.7 représente la variation journalière des nitrites (NO_2^-) dans l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP.

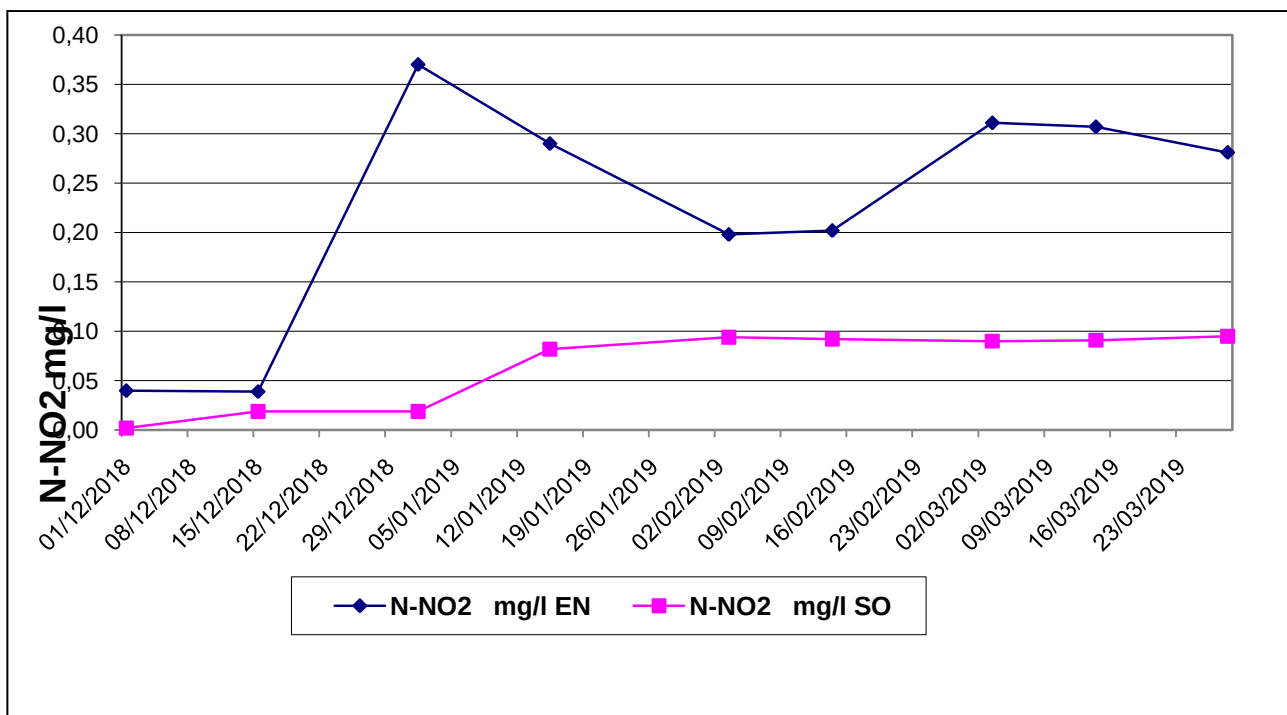


Figure V.7: Variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP
(Période du 01/12/2018 au 28/03/2019)

D'après les résultats obtenus (Figure V.7), on remarque que la teneur en nitrite des eaux usées brutes varie entre 0,039 mg/l à 0,37 mg/l avec une moyenne de 0,22 mg/l, alors qu'à la sortie, les valeurs sont très faibles entre 0,002 mg/l et 0,095 mg/l avec une moyenne de 0,065 mg/l.

C) Nitrate (NO_3^-) :

La figure V.8 donne la variation journalière de la teneur des nitrates (NO_3^-) dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

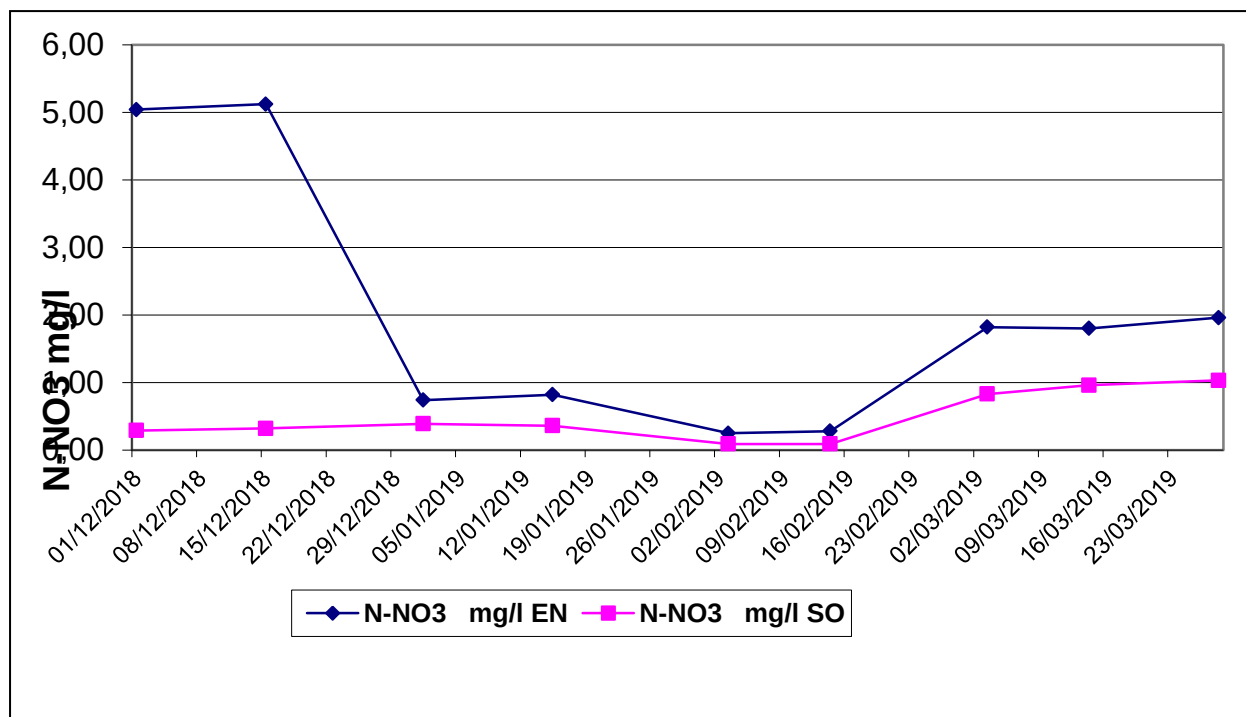


Figure V.8: Variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP
(Période du 01/12/2018 au 23/03/2019)

Selon les résultats indiqués sur la figure (V.8), on observe que les valeurs des nitrates obtenues d'après les analyses, varient entre 0,25 mg/l et 5,12 mg/l, à l'entrée est de 0,09 mg/l à 1,03 mg/l à la sortie. Les valeurs des nitrates restent au dessous de la norme de rejet fixée (10 mg/l).

V.2.3.5. Ortho phosphates (PO_4^{-3})

La figure V.9 représente la variation d'ortho phosphates (PO_4^{-3}) dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de Touggourt.

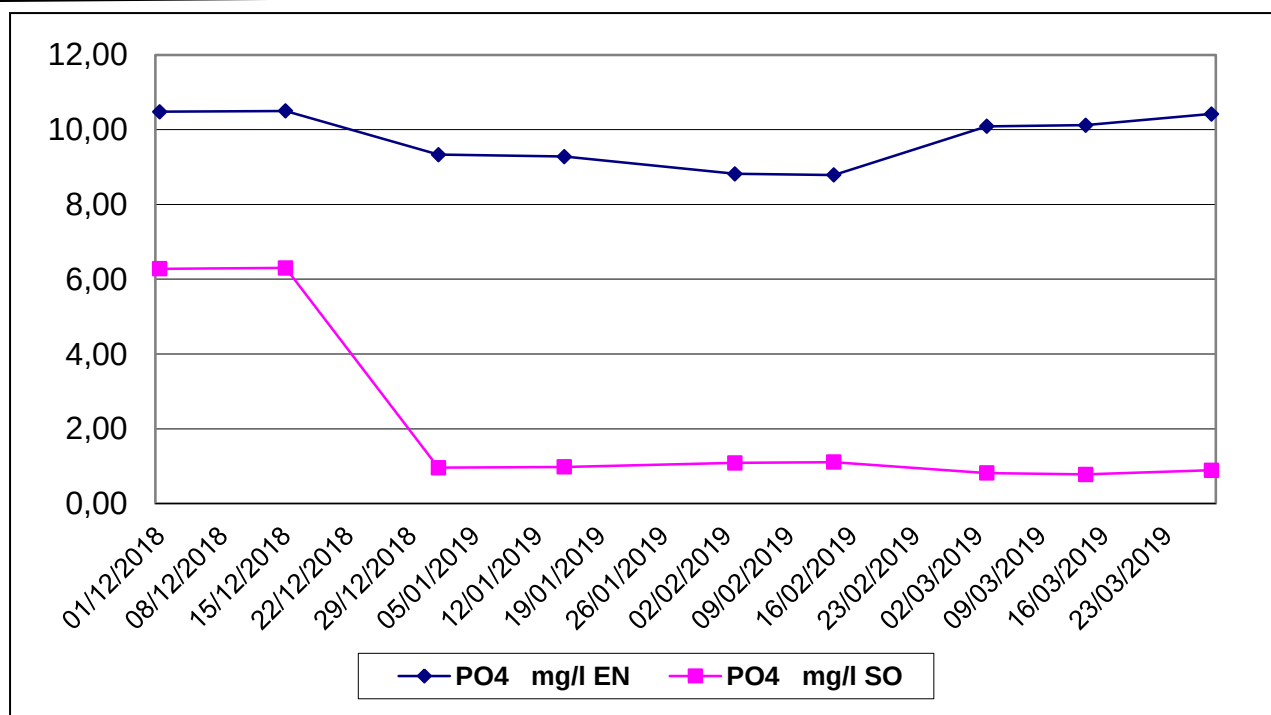


Figure V.9: variation journalière d'ortho phosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP
(période du 01/12/2018 au 23/03/2019)

Selon les résultats indiqués sur la figure (V.9), on observe que les valeurs d'orthophosphates obtenues d'après les analyses, varient entre 8.82 mg/l et 10.50 mg/l, à l'entrée est de 0.78 mg/l à 6.29 mg/l à la sortie

V.2.3.6. la conductivité :

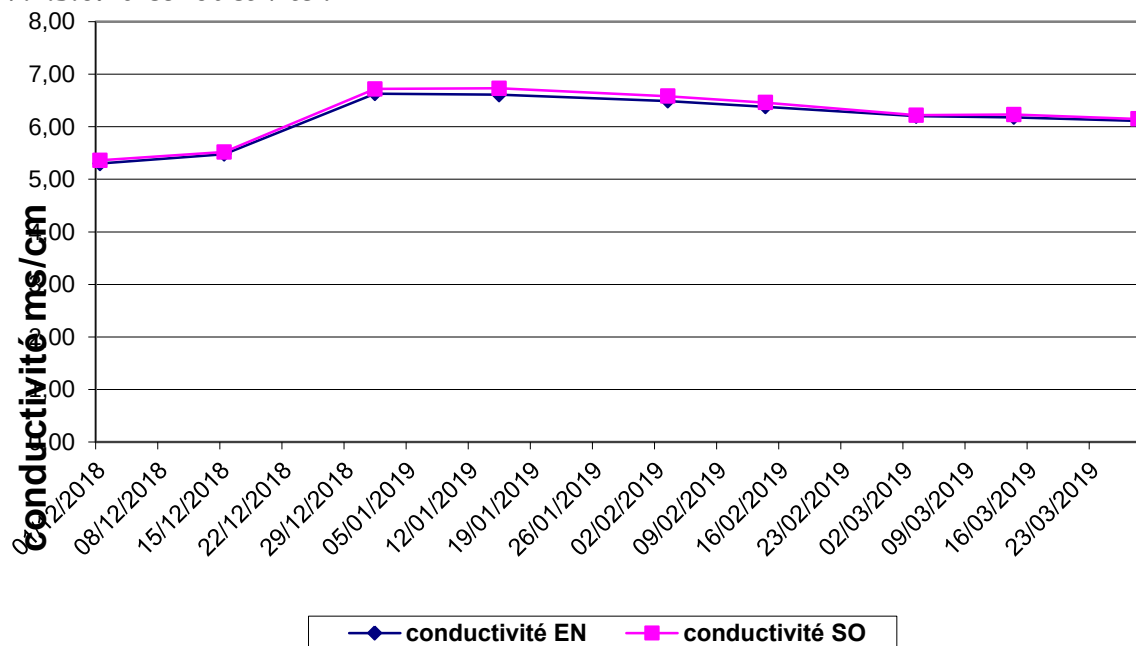


Figure V.10: variation journalière de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP
(période du 01/12/2018 au 28/03/2019)

V.2.4. Vérification des indicateurs de performances de la STEP

V.2.4.1. Charge massique

La charge massique est déterminée par la formule suivante:

$$Cm = \frac{[DBO_5] \text{ (Kg/j)}}{\text{masse de MVS (Kg)}} \quad (V.1)$$

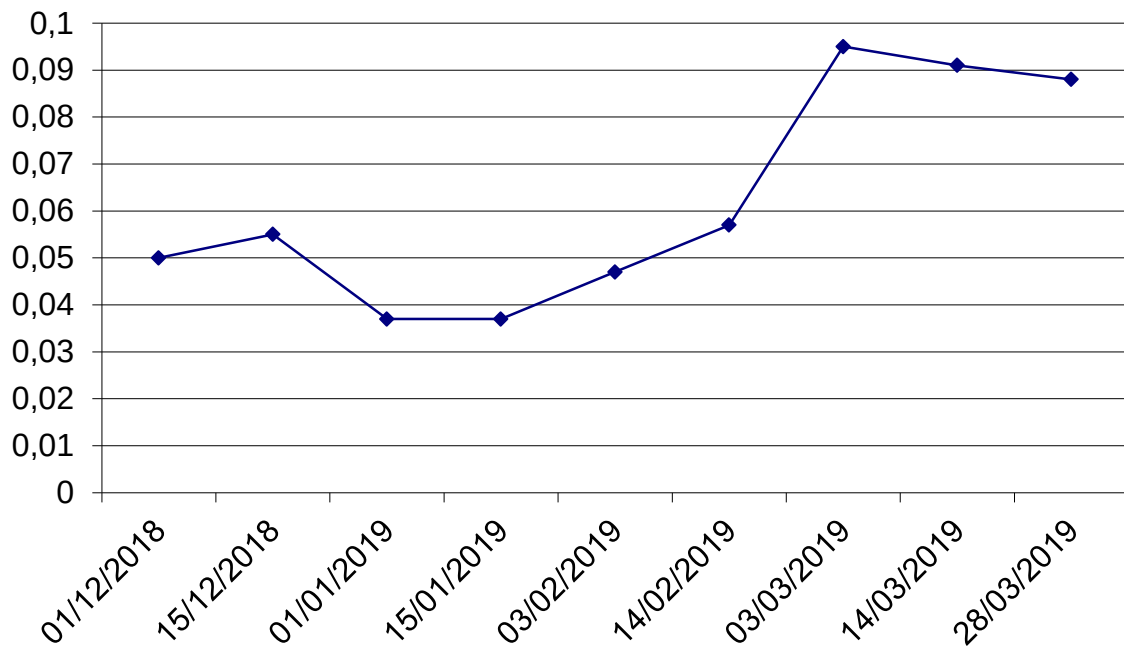


Figure V.11: Variation de charge massique (Cm) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 01/12/2018/ au 28/03/2019)

Selon les résultats indiqués, il en ressort que la STEP de Touggourt fonctionne correctement en très faible charge ($0 < Cm < 0.1 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j}$).

V.2.4.2. Charge volumique (Cv)

Encore appelée charge organique, elle représente la masse de pollution arrivant chaque jour sur la station par unité de volume de réacteur. Son expression est:

$$C_v = \frac{[DBO_5]}{V_{ab}}$$

V_{BA} : volume du réacteur (m^3);

$[DBO_5]$: la concentration en demande biologique en oxygène de l'effluent à cinq jours (kgO_2/m^3).

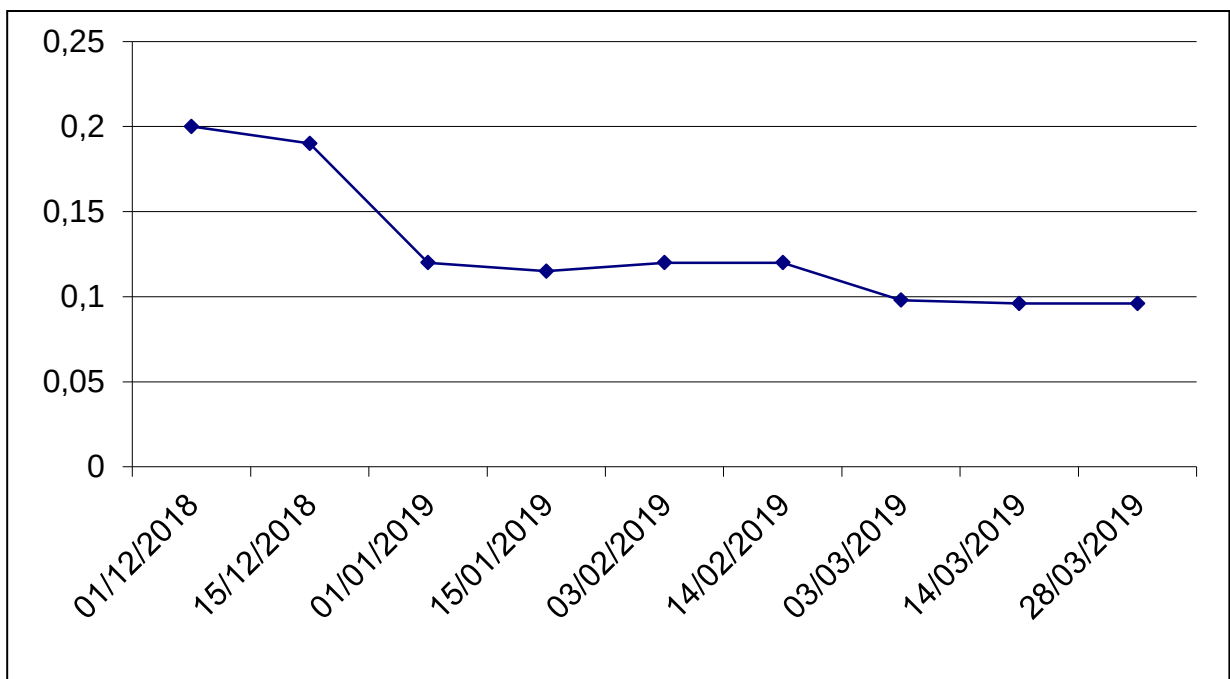


Figure V.12: Variation de charge volumique (Cv) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 01/12/2018 au 28/03/2019)

D'après la figure V.12, on remarque que la STEP fonctionne en très faible charge ($C_v < 0.35$).

V.2.4.3. Indice des boues (IB) ou indice de Mohlman (IM)

L'indice de boue (IB) ou indice de Mohlman (IM) est un test permettant d'apprécier l'aptitude de la boue à la décantation. Il représente le volume occupé par un gramme de boue après 30 minutes de décantation dans une éprouvette d'un litre. La figure V.13 présente la variation de l'indice des boues à la sortie du bassin biologique de la STEP.

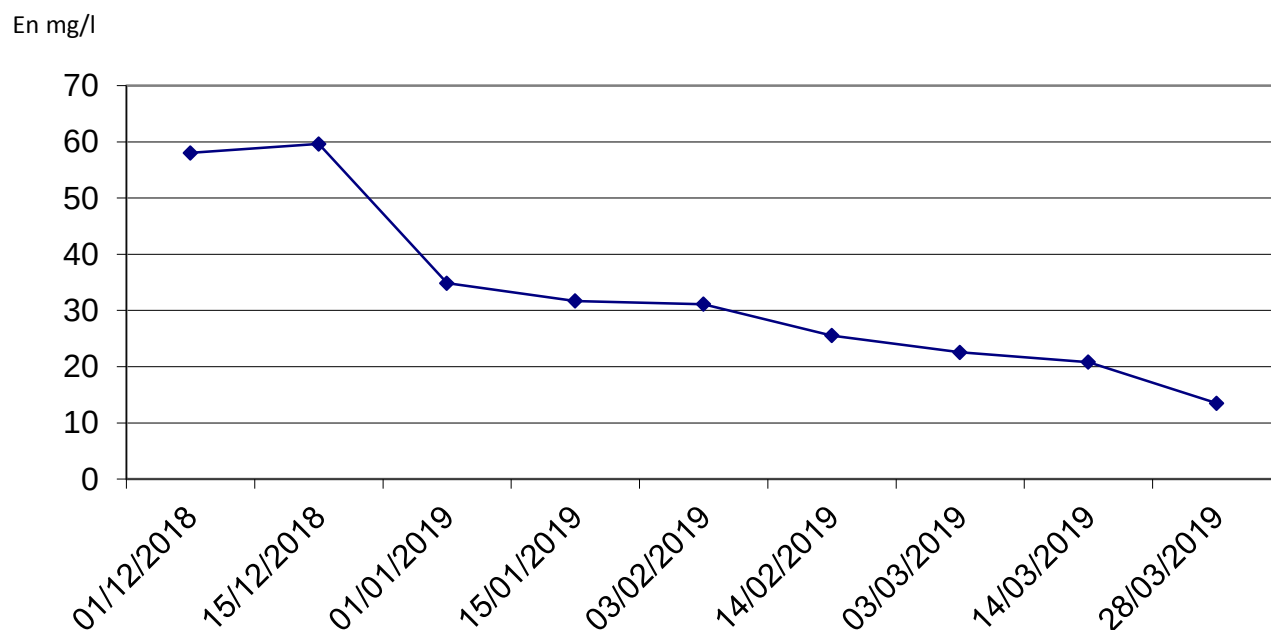


Figure V.13: Variation de l'indice de boue (IB) à la sortie du bassin d'aération de la STEP de Touggourt (période du 01 /12/2018 au 28/03/2019)

Les valeurs de (IB) oscillent entre 13.48 et 58.03 ml/g (figure V.13). Pour une boue qui décante bien, l'indice de Mohlman doit être inférieur à 200 ml.g-1. Le décanteur secondaire d'une station d'épuration fonctionne correctement pour des valeurs d'indice de Mohlman inférieures à 200 ml.g⁻¹.

V.2.4.3. le rendement de la STEP :

Les analyses effectuées au niveau de l'entrée et à la sortie de la station d'épuration donnent des bons résultats, ce que indique que l'eau rejetée a des caractéristiques physique et chimique dans les normes de rejet ; et le rendement qualitatif de la STEP varie entre (95.24 et 84.13%) DBO₅, entre (92.4 et 89 %) DCO et entre (97.7et 91.4%) pour les MES.

V.3. Résultats obtenus période (du 2015 au 2018) :

(Par l'office national de l'assainissement ONA)

V.3. 1. Résultats l'année 2015 :

V.3. 1.1. Le pH

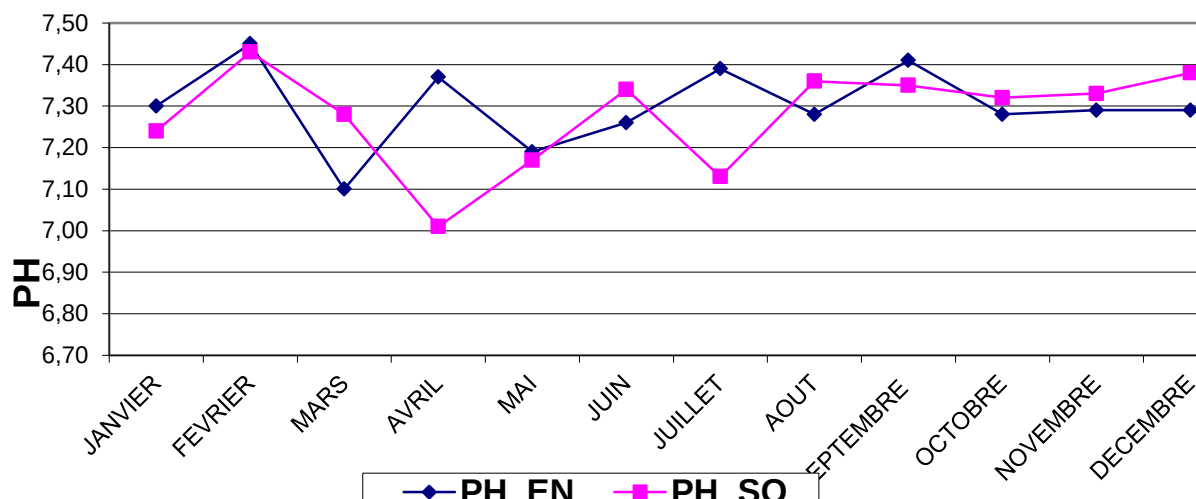


Figure V.3.1: Variation mensuel du pH de l'eau brute et traitée (L'année 2015)

Les valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP présentent une neutralité du milieu. Elles varient de 7,45 à 7,10 à l'entrée et entre 7,43 à 7,01 à la sortie. Ces valeurs sont dans la norme autorisée du pH (6,5 à 8,5).

V.3. 1.2. La température

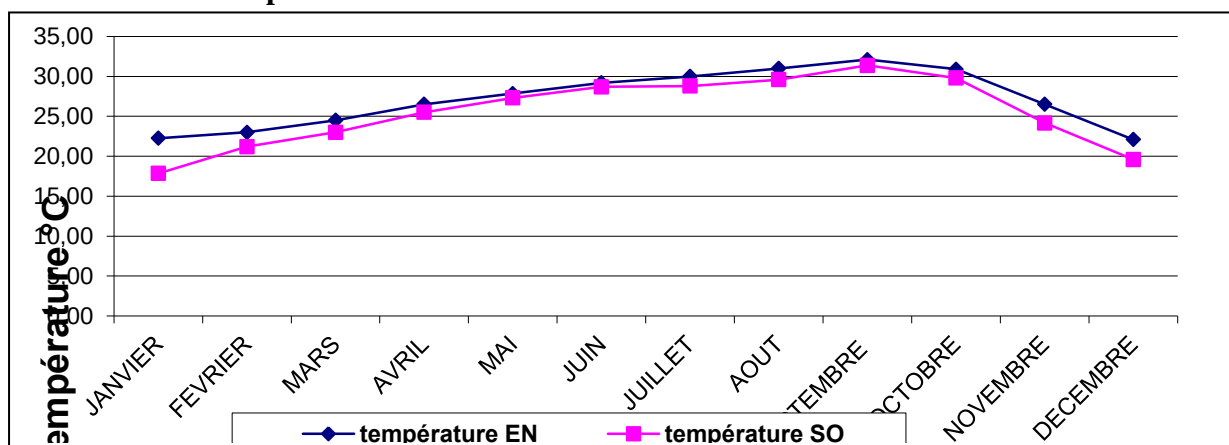


Figure V.3.2: Variation mensuel de la température de l'eau brute et traitée (L'année 2015).

La température est un facteur important dans l'activité bactérienne. D'après les résultats obtenus (figure V.3.2), on remarque que la température de l'eau est variée entre 22.1°C et 32.1°C à l'entrée de la STEP, et de 17.85°C à 31.37°C à la sortie de la STEP.

V.3. 1. 3. Matières en suspension (MES):

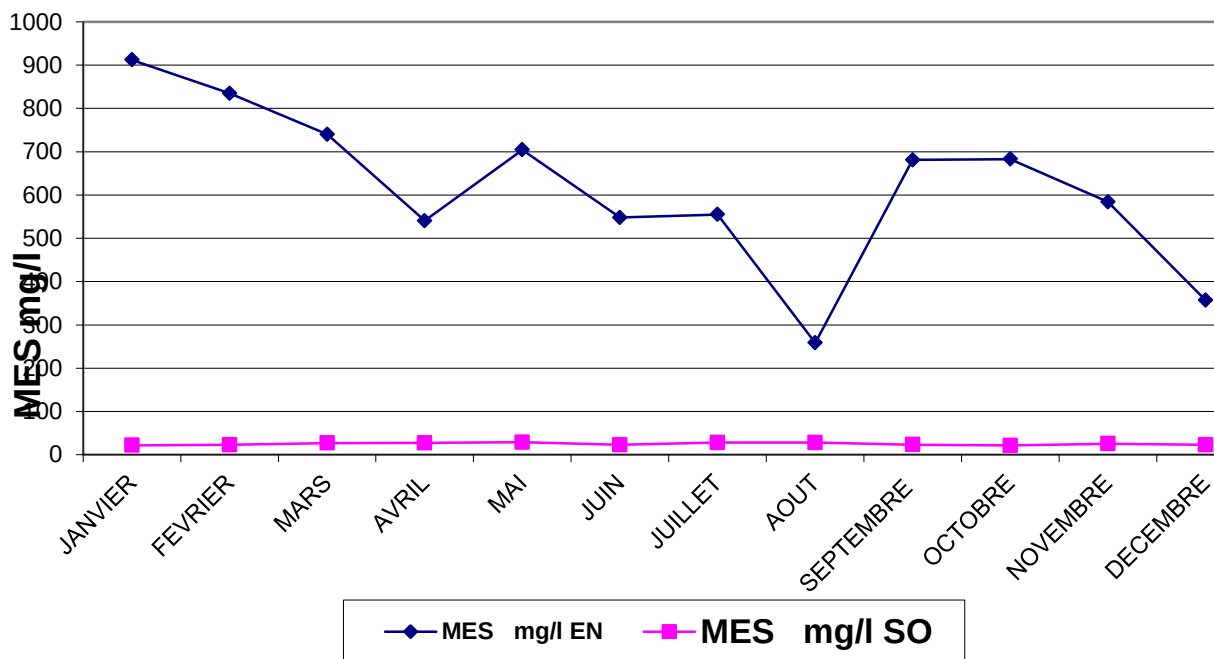


Figure V.3.3: Variation mensuel du MES de l'eau brute et traitée (L'année 2015).

Les résultats obtenus montrent qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs des MES varient de 912 mg/l à 258.5 mg/l avec une moyenne de 616.54 mg/l. Cette variation est due à une instabilité de la qualité des eaux à l'entrée.

Les valeurs des MES à la sortie de la STEP (eaux traitées) sont comprises entre 21.5 mg/l à 28 mg/l avec une moyenne de 25.08 mg/l. Cette valeur est inférieure à la norme de rejet en Algérie (30 mg/l).

V.3. 1. 4. Demande biologique en oxygène (DBO₅):

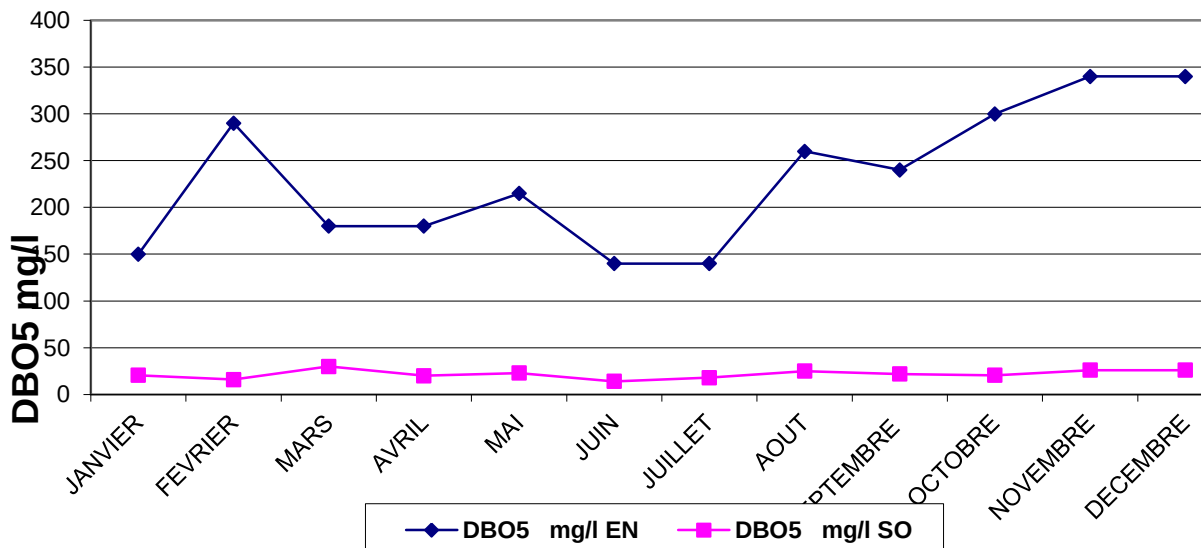


Figure V.3.4: Variation mensuel du DBO₅ de l'eau brute et traitée (L'année 2015).

La figure (V.3.4) représente la variation de la DBO₅ de l'eau brute et de l'eau traitée. Notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO₅ qui varie entre 140 mg/l à 340 mg/l. et à la sortie de la STEP (eaux traitées) varient entre 14 mg/l à 30 mg/l

V.3. 1.5. Demande chimique en oxygène (DCO) :

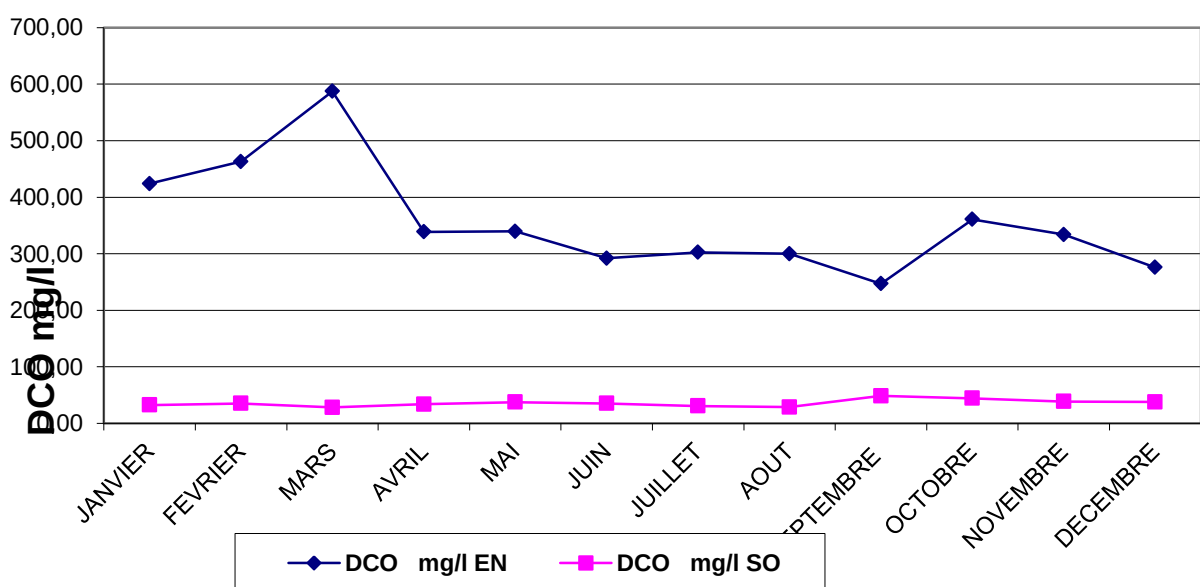


Figure V.3.5: Variation mensuel du DCO de l'eau brute et traitée (L'année 2015).

La figure (V.3.5) représente la variation de la DCO de l'eau brute et de l'eau traitée. Notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DCO qui varie entre 247 mg/l à 587.50 mg/l. et à la sortie de la STEP (eaux traitées) varient entre 28.03 mg/l à 48.56 mg/l.

V.3. 1.6. Matières azotées:

A) Azote ammoniacal (NH_4^+) :

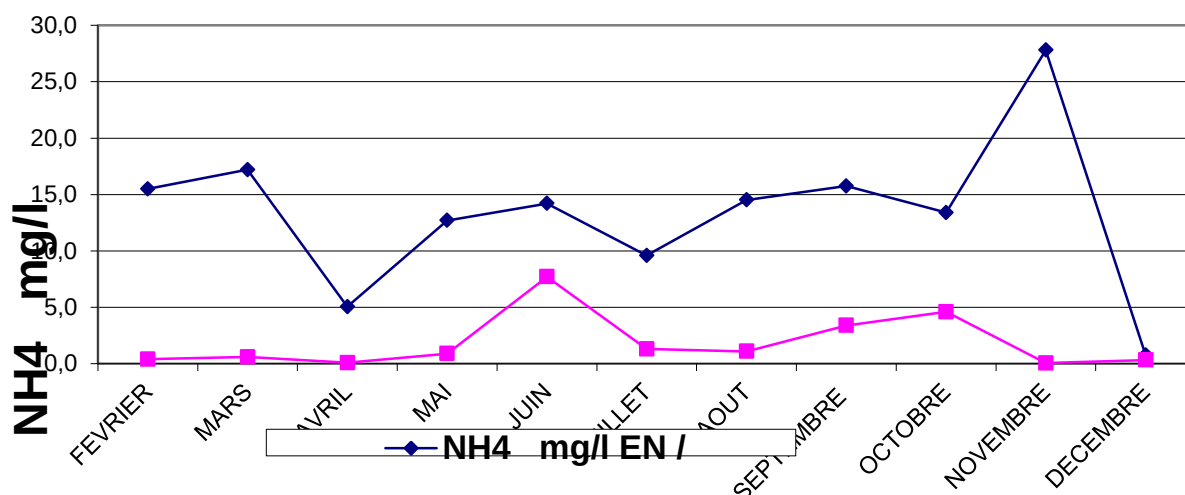


Figure V.3.6: Variation mensuel du NH_4 de l'eau brute et traitée (l'année 2015).

La figure (V.3.6) représente la variation de la NH_4^+ de l'eau brute et de l'eau traitée. Notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une NH_4^+ qui varie entre 0,77 mg/l à 27,8 mg/l. et à la sortie de la STEP (eaux traitées) varient entre 0,33 mg/l à 7,7 mg/l.

B) Nitrites (NO_2^-):

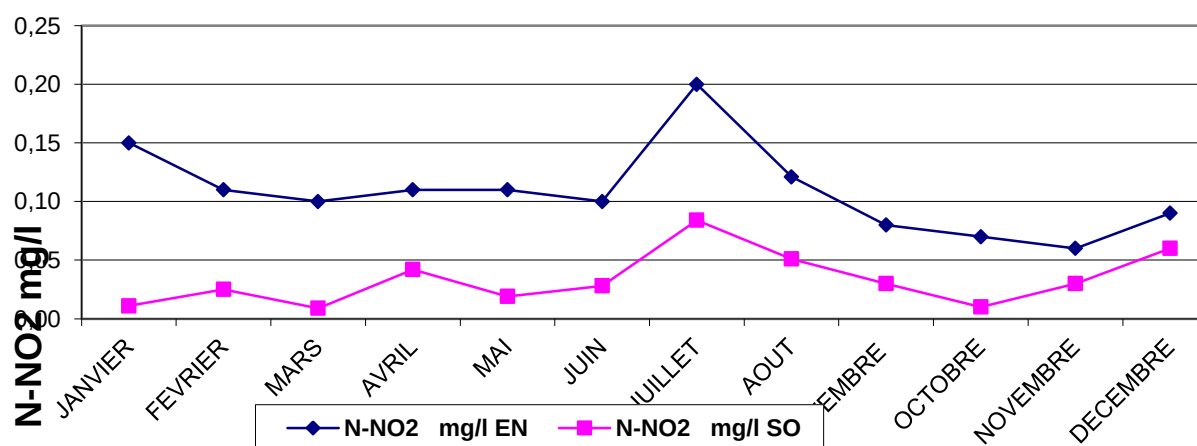


Figure V.3.7: Variation mensuel du NO_2 de l'eau brute et traitée (l'année 2015).

La figure (V.3.7) représente la variation de la NO_2^- de l'eau brute et de l'eau traitée. Notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une NO_2^- qui varie entre 0.06 mg/l à 0.20 mg/l. et à la sortie de la STEP (eaux traitées) varient entre 0.009 mg/l à 0.084 mg/l.

C) Nitrate (NO_3^-) :

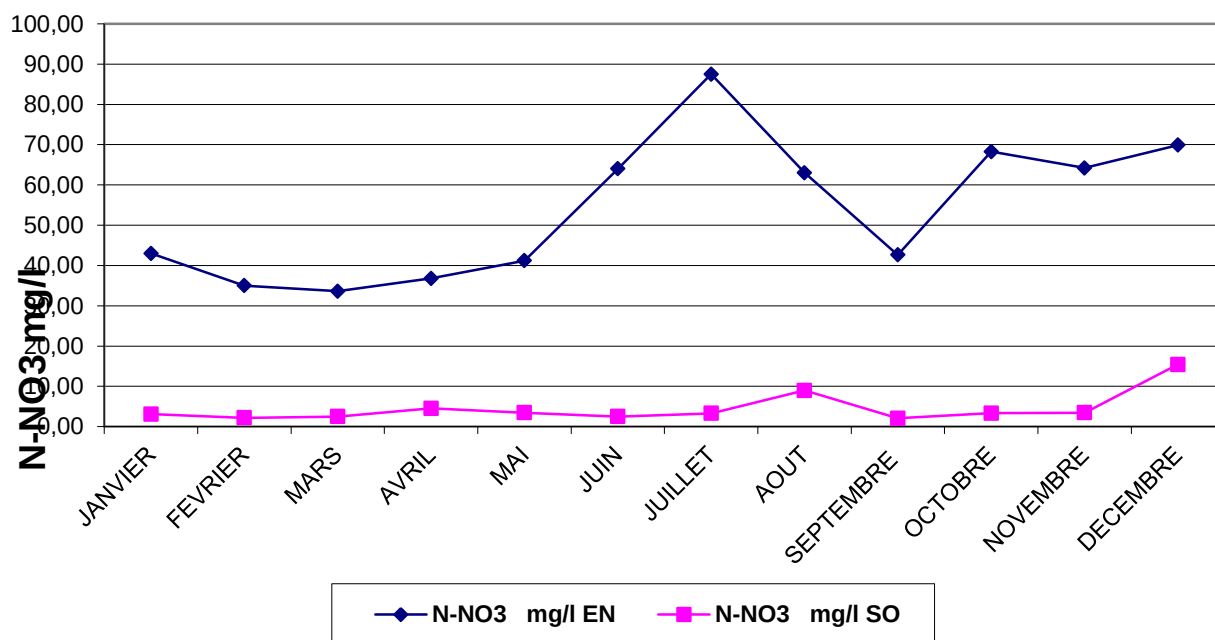


Figure V.3.8: Variation mensuelle du NH_3 de l'eau brute et traitée (l'année 2015).

La figure (V.3.8) représente la variation de la NO_3^- de l'eau brute et de l'eau traitée. Notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une NO_3^- qui varie entre 33.6 mg/l à 87.5 mg/l. et à la sortie de la STEP (eaux traitées) varient entre 2.07 mg/l à 15.4084 mg/l.

V.3. 1.7. Orthophosphates (PO_4^{-3}) :

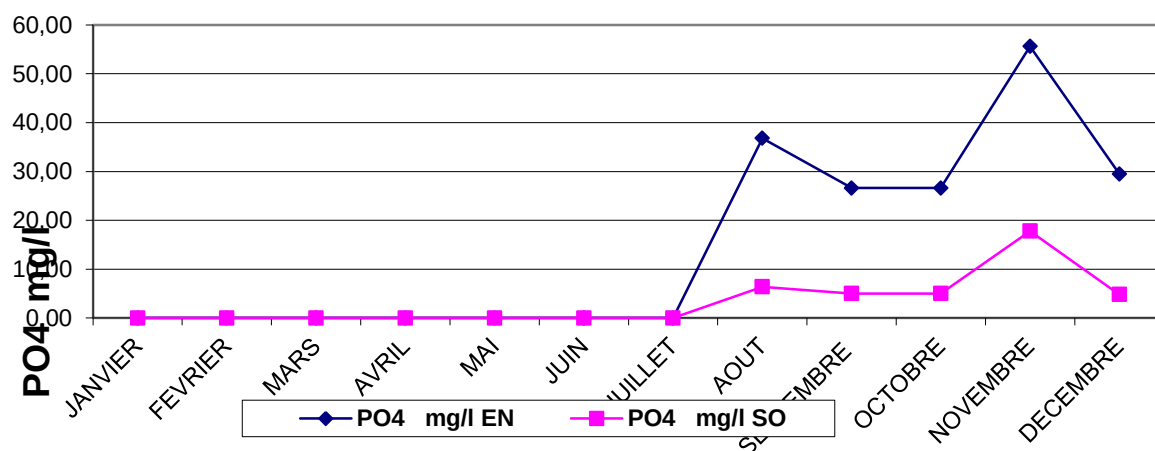


Figure V.3.9: Variation mensuel du PO_4^{-3} de l'eau brute et traitée (l'année 2015).

V.3. 1.8. La conductivité:

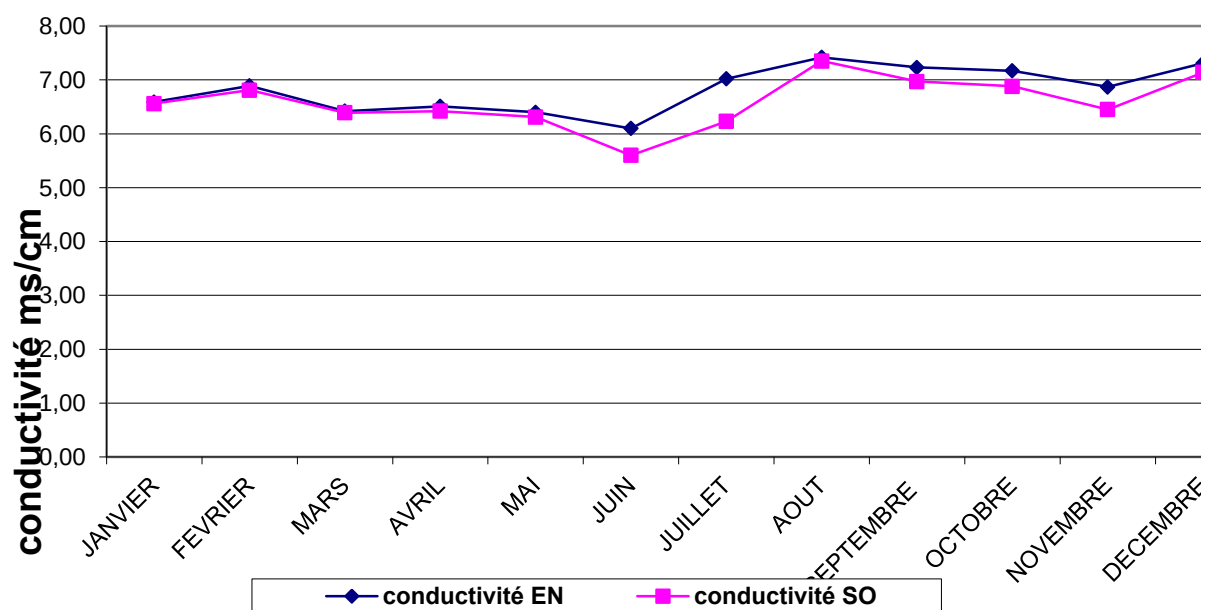


Figure V.3.10: Variation mensuel de la conductivité de l'eau brute et traitée (l'année 2015).

La figure (V.3.9) représente la variation de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée.

D'après les résultats obtenus, on remarque que la conductivité de l'eau est variée entre 6.10 ms/cm et 7.42 ms/cm à l'entrée de la STEP, et de 5.60 ms/cm à 7.35 ms/cm à la sortie de la STEP.

V.3. 2. Résultats l'année 2016 :

V.3. 2.1. Le pH

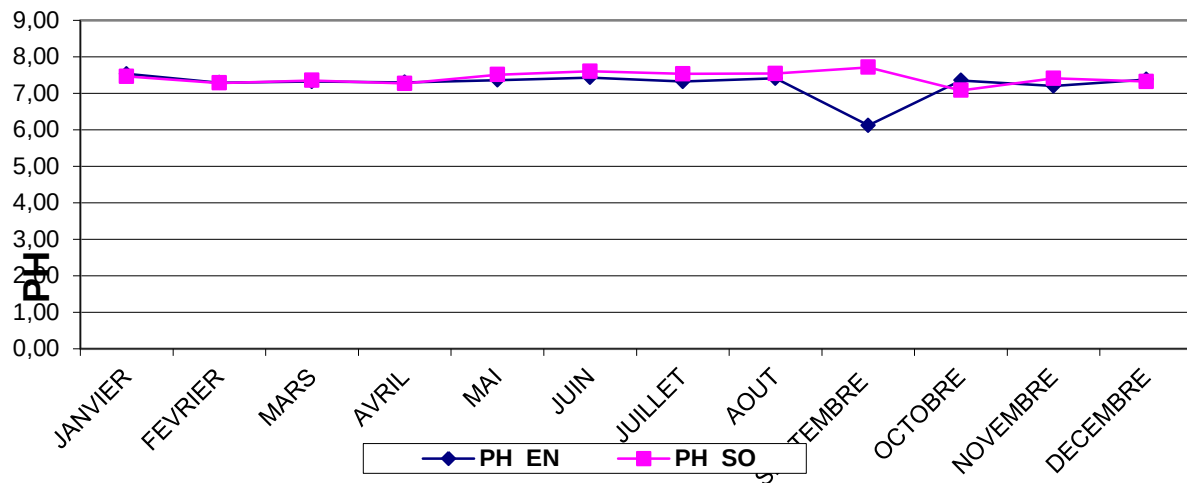


Figure V.3.11: Variation mensuel du pH de l'eau brute et traitée (l'année 2016).

Les valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP présentent une neutralité du milieu. Elles varient de 7.43 à 6.12 à l'entrée et entre 7.71 à 7.29 à la sortie.

V.3. 2.2. La température

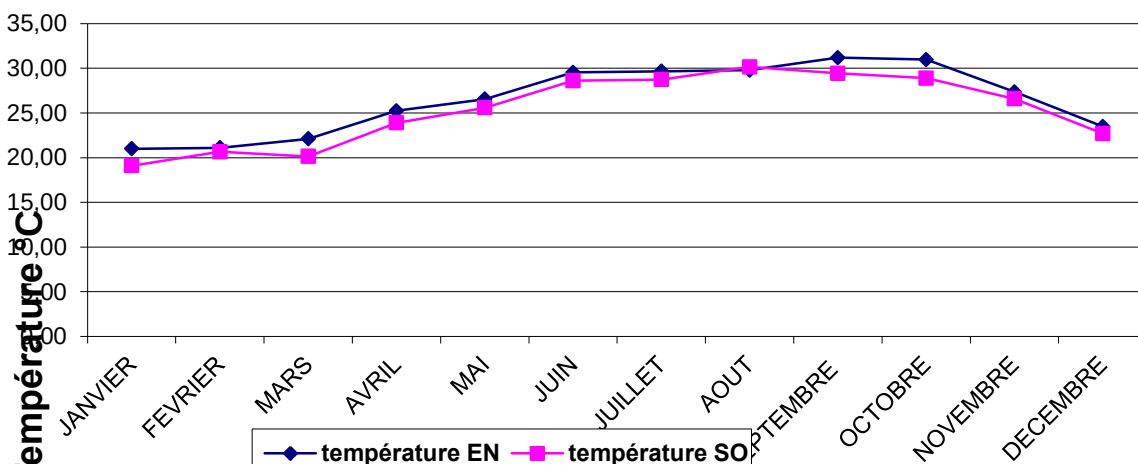


Figure V.3.12: Variation mensuel de la température de l'eau brute et traitée (l'année 2016).

D'après les résultats obtenus (figure V.3.12), on remarque que la température de l'eau est variée entre 21°C et 31.18°C à l'entrée de la STEP, et de 19.10°C à 30.15°C à la sortie de la STEP.

V.3. 2.3. Matières en suspension (MES):

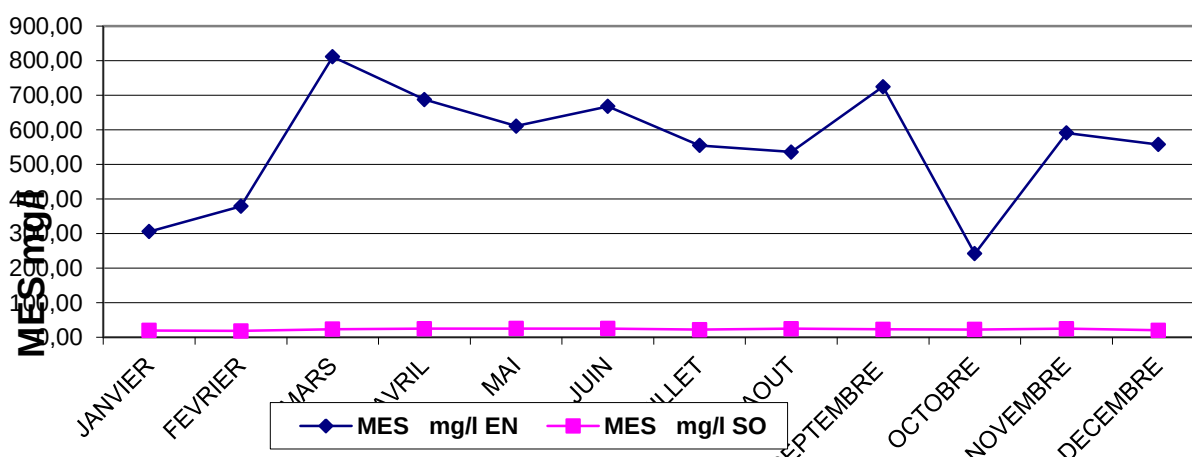


Figure V.3.13: Variation mensuel du MES de l'eau brute et traitée (l'année 2016).

Les résultats obtenus montrent qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs des MES varient de 811.20 mg/l à 306 mg/l avec une moyenne de 560.85 mg/l. Cette variation est due à une instabilité de la qualité des eaux à l'entrée.

Les valeurs des MES à la sortie de la STEP (eaux traitées) sont comprises entre 18.5 mg/l à 25.14 mg/l avec une moyenne de 22.89 mg/l. Cette valeur est inférieure à la norme de rejet en Algérie (30 mg/l).

V.3. 2.4. Demande biologique en oxygène (DBO5):

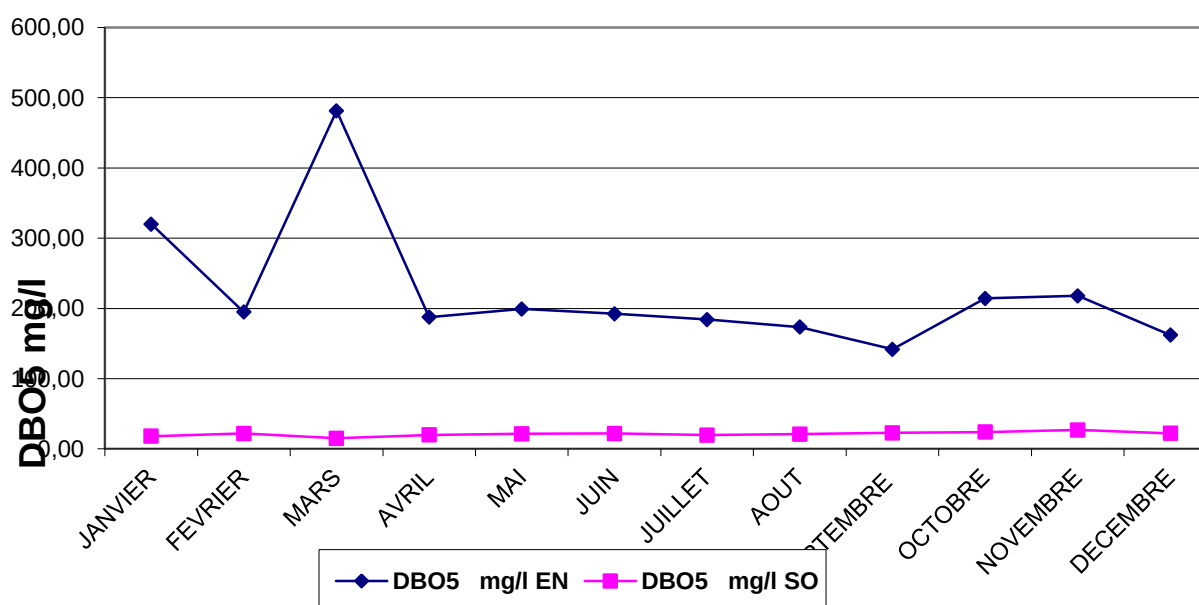


Figure V.3.14: Variation mensuel du DBO₅ de l'eau brute et traitée (l'année 2016).

La figure (V.3.14) représente la variation de la DBO₅ de l'eau brute et de l'eau traitée.

D'après les résultats obtenus, on remarque que la DBO₅ de l'eau est variée entre 141.80 mg/l et 481.25 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 15.20 mg/l à 26.95 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 2.5. Demande chimique en oxygène (DCO) :

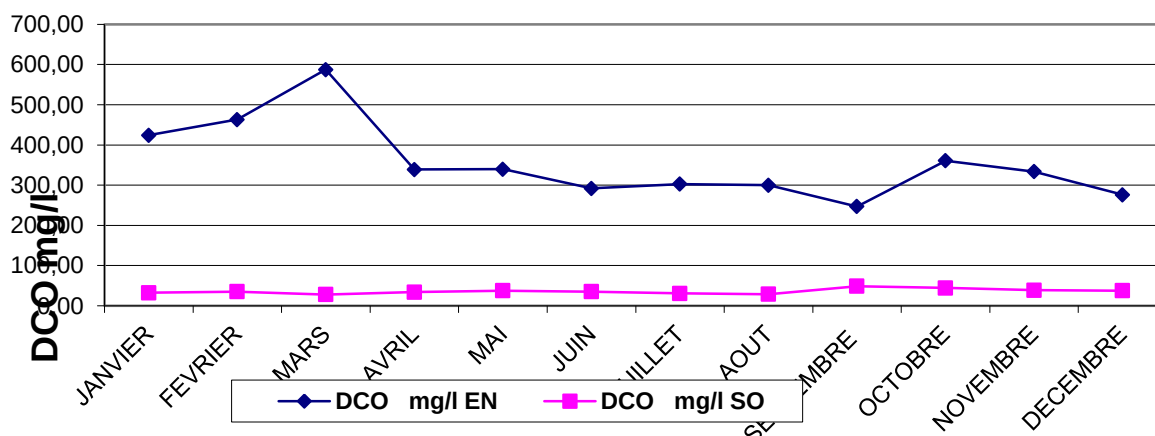


Figure V.3.15: Variation mensuel du DCO de l'eau brute et traitée (l'année 2016).

La figure (V.3.14) représente la variation de la DCO de l'eau brute et de l'eau traitée.

D'après les résultats obtenus, on remarque que la DCO de l'eau est variée entre 247 mg/l et 587.50 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 28.03 mg/l à 48.56 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 2.6. Matières azotées:

A) Azote ammoniacal (NH_2^+) :

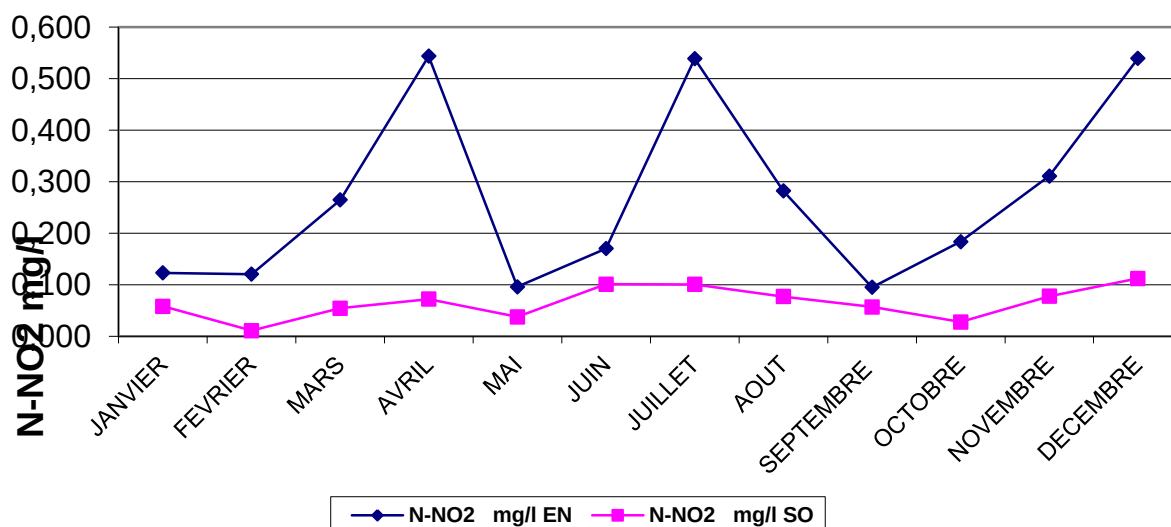


Figure V.3.16: Variation mensuel du NO₂ de l'eau brute et traitée (l'année 2016).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la NO_2^+ de l'eau est variée entre 0.0985mg/l et 0.544 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 0.011 mg/l à 0.112mg/l à la sortie de la STEP.

B) Azote ammoniacal (NO_3^+) :

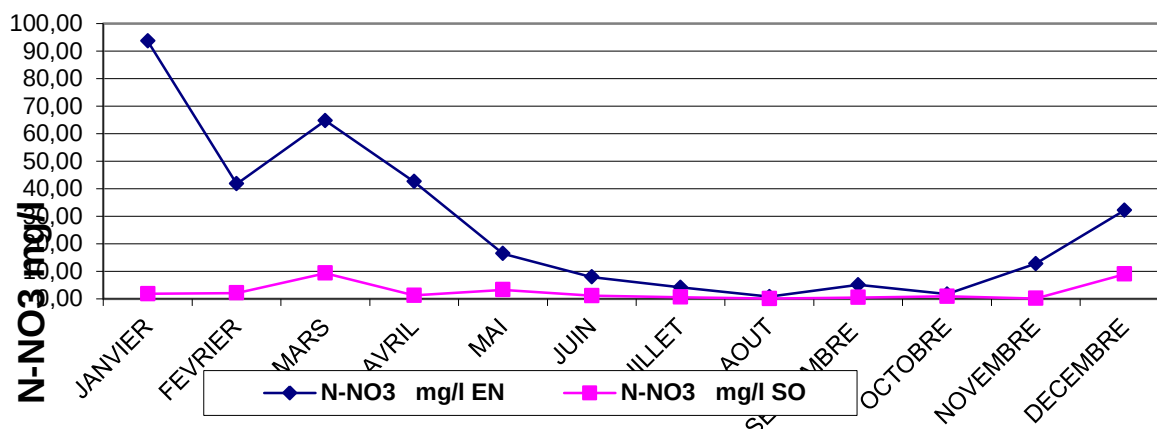


Figure V.3.17: Variation mensuelle du NO_3^+ de l'eau brute et traitée (l'année 2016).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la NO_3^+ de l'eau est variée entre 93.60 mg/l et 0.73 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 0.05 mg/l à 9.28 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 2.7. Orthophosphates (PO_4^{-3}) :

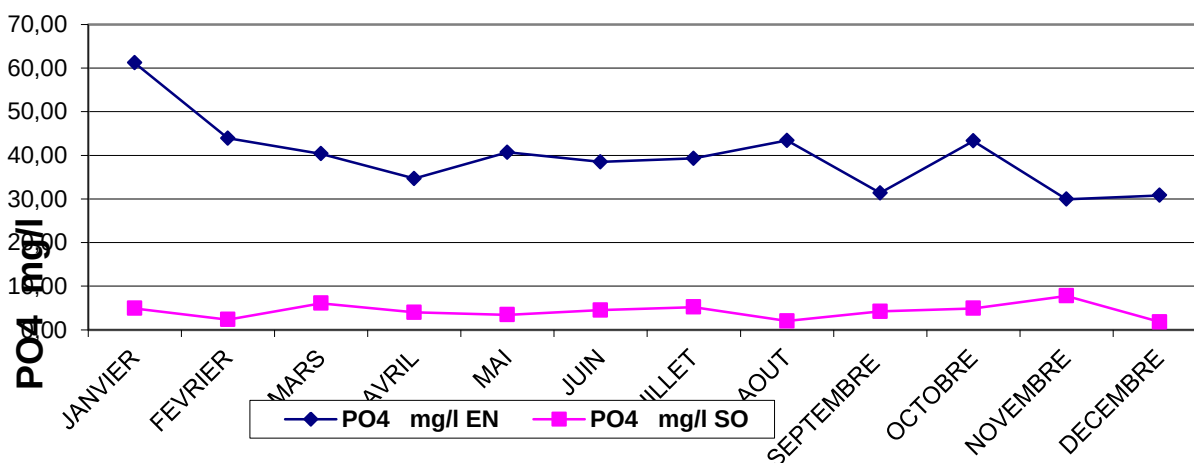


Figure V.3.18: Variation mensuelle du PO_4^{-3} de l'eau brute et traitée (l'année 2016).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la PO_4^{-3} de l'eau est variée entre 29.95 mg/l et 61.20 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 1.80 mg/l à 7.75 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 3. Résultats l'année 2017 :

V.3. 3.1. Le pH

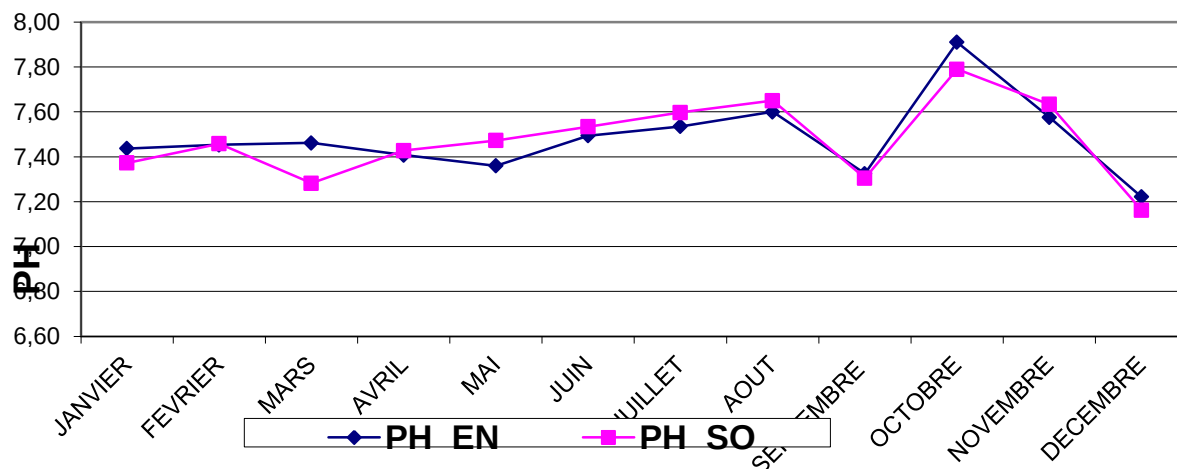


Figure V.3.19: Variation mensuel du pH de l'eau brute et traitée (l'année 2017).

D'après les résultats obtenus, on remarque que le pH de l'eau est varié entre 7.22 et 7.91 à l'entrée de la STEP, et de 7.16 à 7.79 à la sortie de la STEP.

V.3. 3.2. La température :

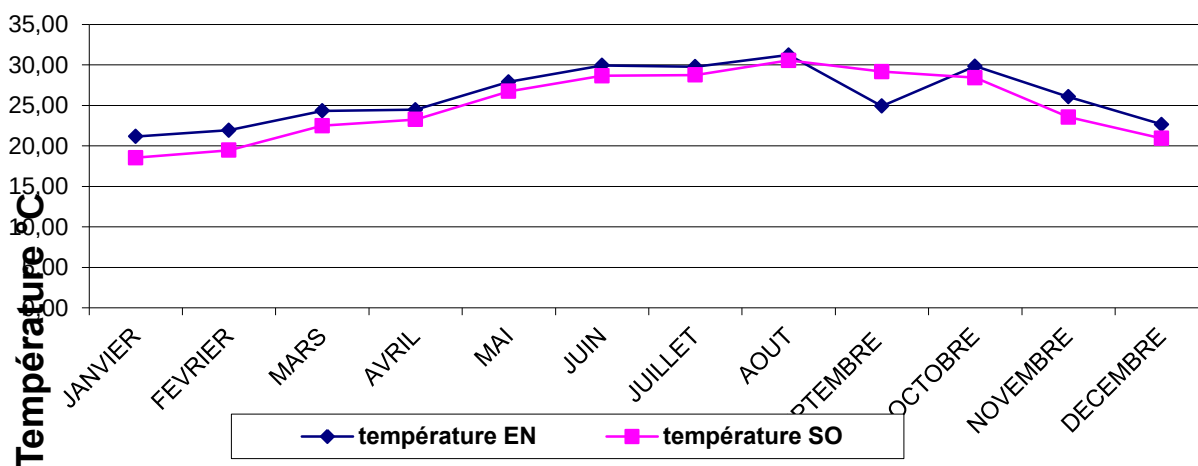


Figure V.3.20: Variation mensuel de la température de l'eau brute et traitée (l'année 2017).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la température de l'eau est varié entre 21.17°C et 31.23°C à l'entrée de la STEP, et de 18.54°C à 30.55°C à la sortie de la STEP.

V.3. 3.3. Matières en suspension (MES):

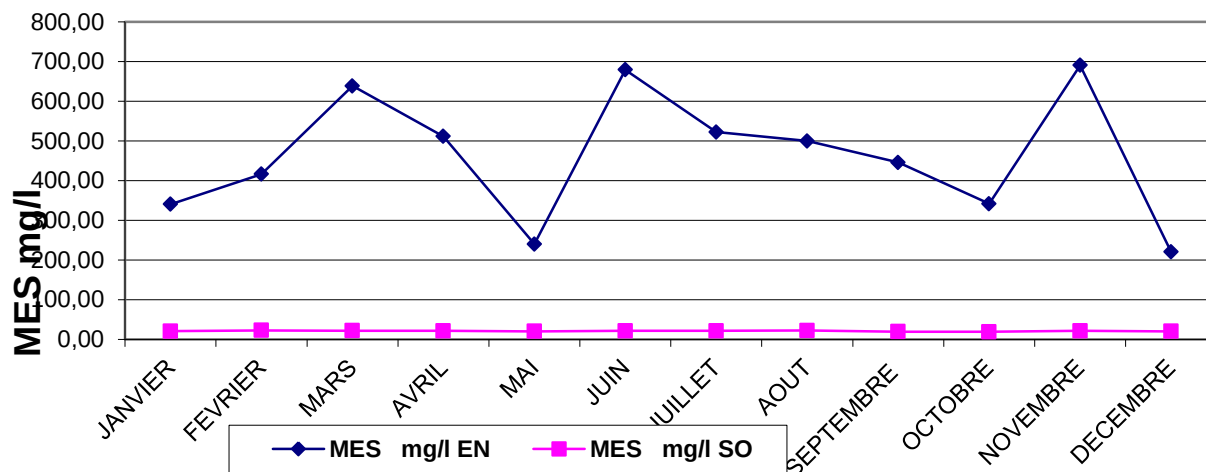


Figure V.3.21: Variation mensuel du MES de l'eau brute et traitée (l'année 2017).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la MES de l'eau est variée entre 220.73 mg/l et 690.50 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 19.43 mg/l à 22.83 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 3.4. Demande biologique en oxygène (DBO5):

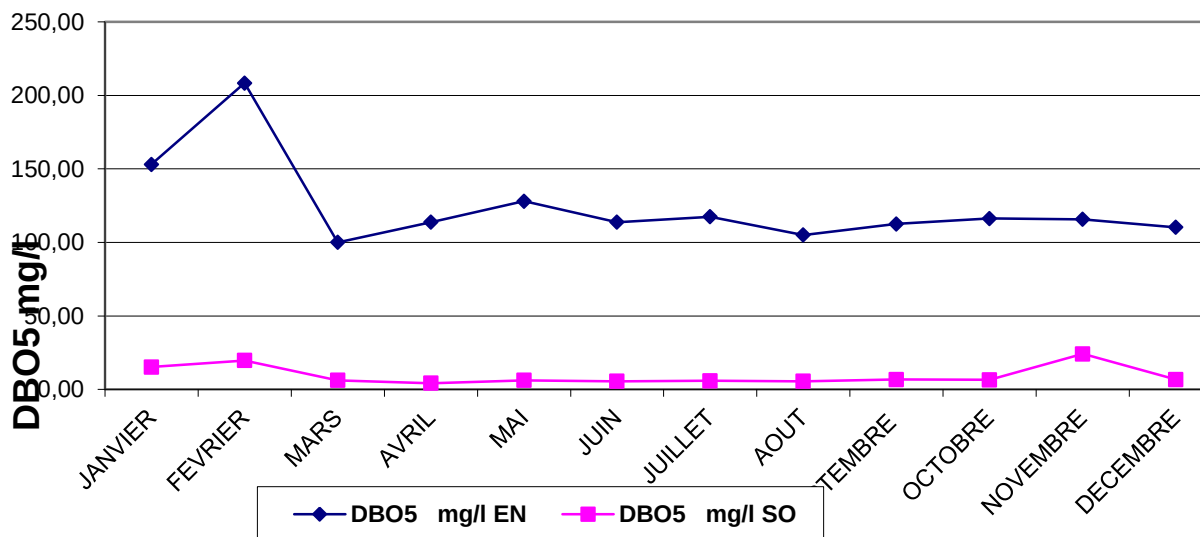


Figure V.3.22: Variation mensuel du DBO₅ de l'eau brute et traitée (l'année 2017).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la DBO₅ de l'eau est variée entre 100 mg/l et 208.33 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 4.25 mg/l à 24.14 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 3.5. Demande chimique en oxygène (DCO) :

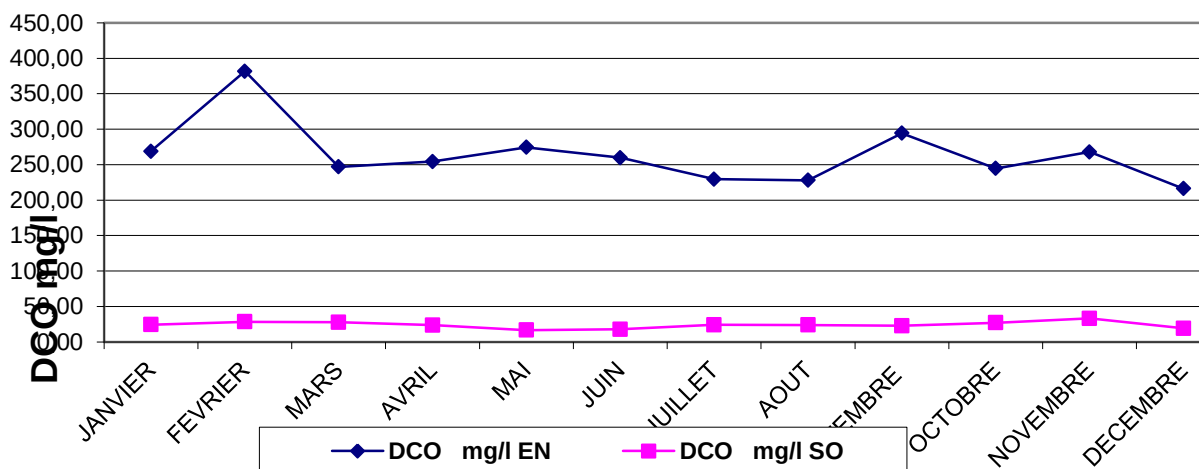


Figure V.3.23: Variation mensuel du DCO de l'eau brute et traitée (l'année 2017).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la DCO de l'eau est variée entre 216.13 mg/l et 381.67 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 16.75 mg/l à 33.09 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 3.6. Matières azotées:

A) Azote ammoniacal (NH_2^+) :

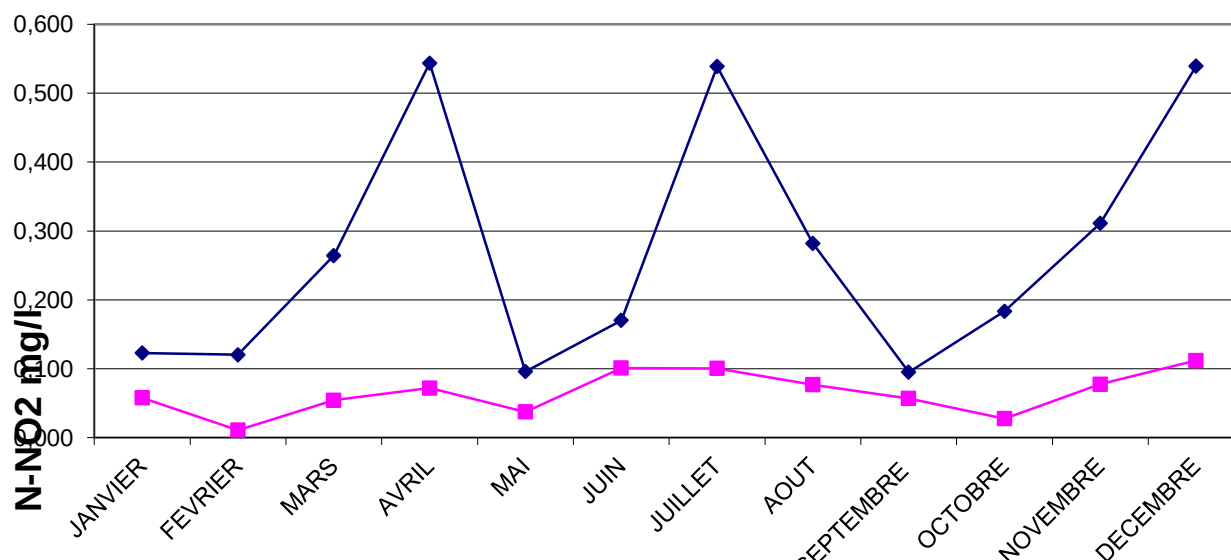


Figure V.3.24: Variation mensuel du NH_2^+ de l'eau brute et traitée (l'année 2017).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la NH_2^+ de l'eau est variée entre 0.544 mg/l et 0.095 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 0.112 mg/l à 0.011 mg/l à la sortie de la STEP.

B) Azote ammoniacal (NH_3^+) :

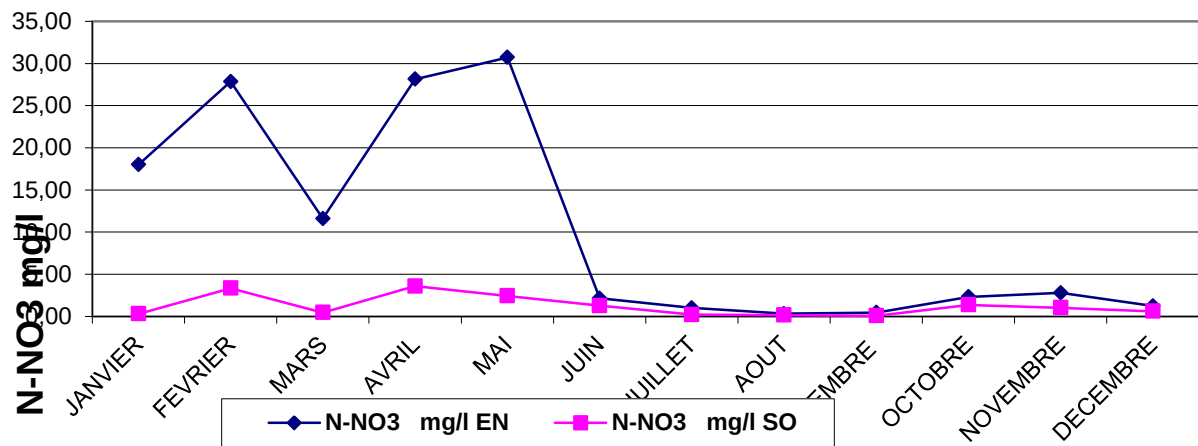


Figure V.3.25: Variation mensuelle du NH_3^+ de l'eau brute et traitée (l'année 2017).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la NH_3^+ de l'eau est variée entre 216.13 mg/l et 381.67 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 16.75 mg/l à 33.09 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 3.8. Orthophosphates (PO_4^{3-}) :

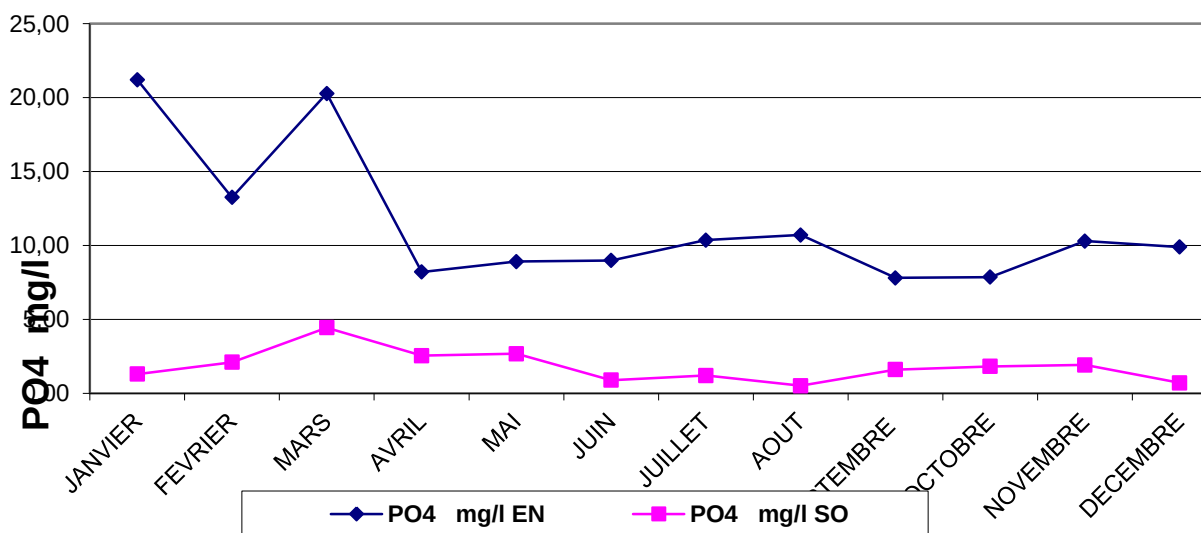


Figure V.3.26: Variation mensuelle du PO_4^{3-} de l'eau brute et traitée (l'année 2017).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la NH_3^+ de l'eau est variée entre 0.33 mg/l et 30.72 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 0.09 mg/l à 3.59 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 4. Résultats l'année 2018 :

V.3. 4.1. Le pH

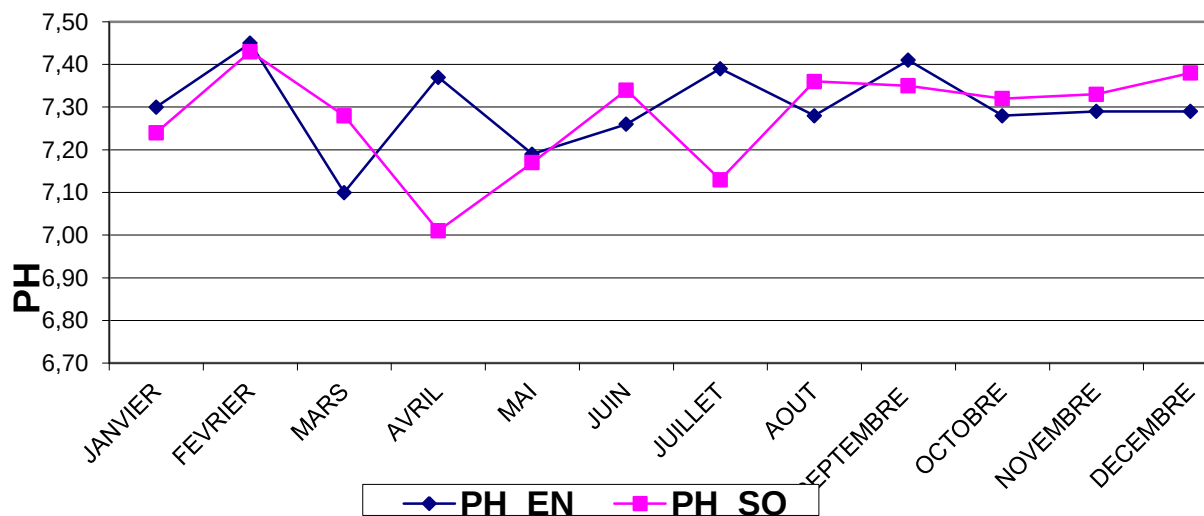


Figure V.3.27: Variation mensuel du pH de l'eau brute et traitée (l'année 2018).

D'après les résultats obtenus, on remarque que le pH de l'eau est varié entre 7,45 et 7,10 à l'entrée de la STEP, et de 7,43 mg/l à 7,01 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 4.2. La température :

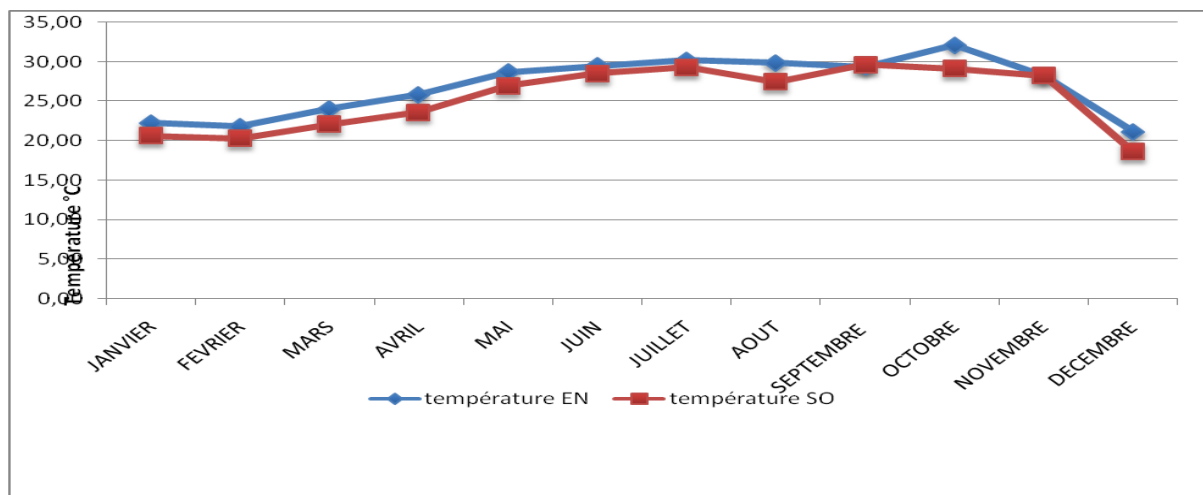


Figure V.3.28: Variation mensuel de la température de l'eau brute et traitée (l'année 2018).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la température de l'eau est varié entre 21,10°C et 32,10°C à l'entrée de la STEP, et de 18,60°C à 29,23°C à la sortie de la STEP.

V.3. 4.3. Matières en suspension (MES):

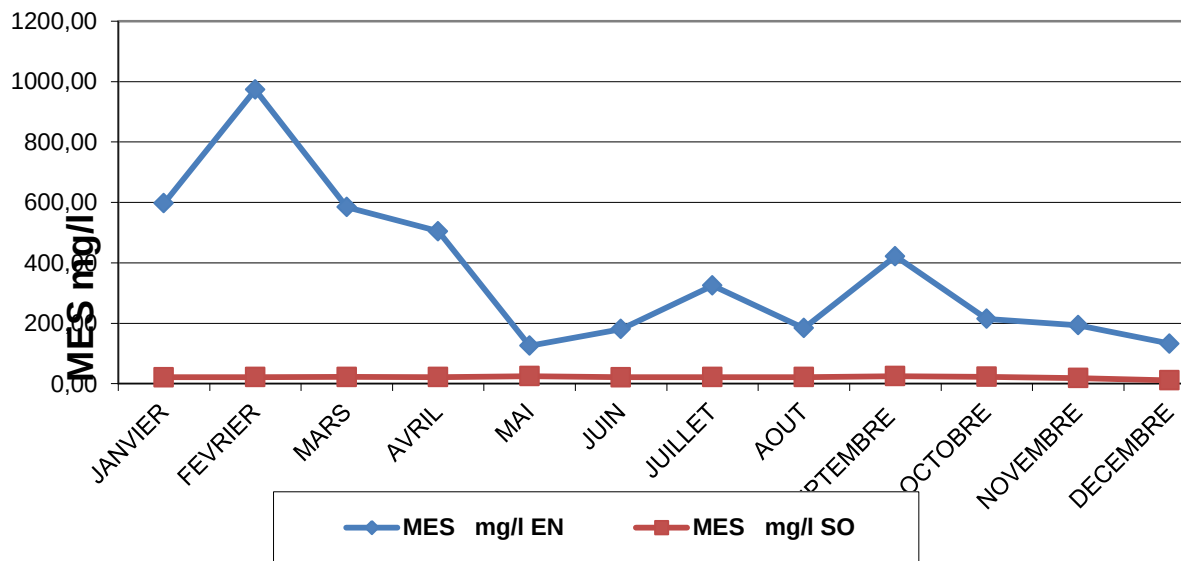


Figure V.3.29: Variation mensuel du MES de l'eau brute et traitée (l'année 2018).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la MES de l'eau est variée entre 12.70 mg/l et 973.43 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 11.30 mg/l à 25.30 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 4.4. Demande biologique en oxygène (DBO5):

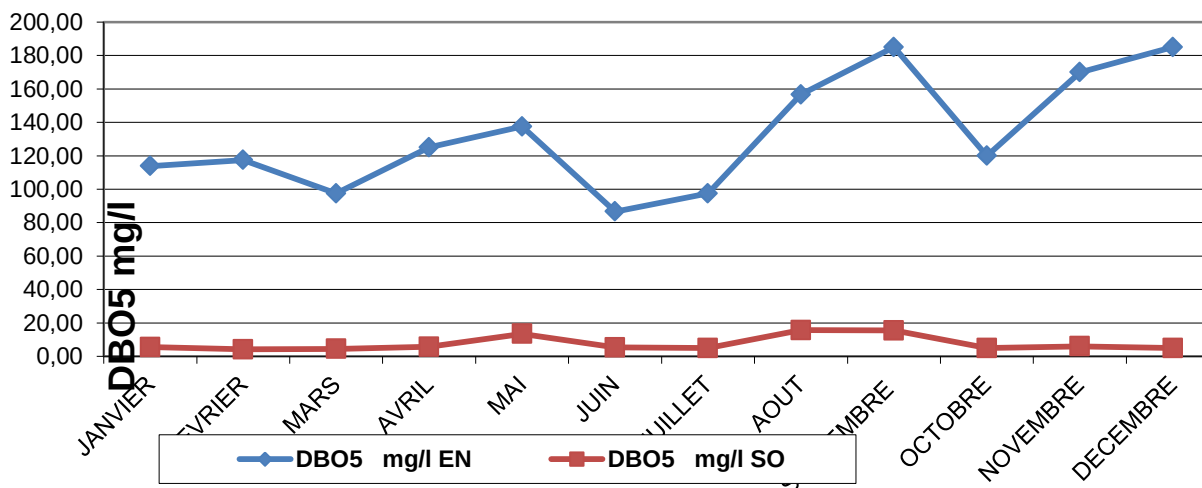


Figure V.3.30: Variation mensuel du DBO5 de l'eau brute et traitée (l'année 2018).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la DBO5 de l'eau est variée entre 86.67 mg/l et 185 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 4.25 mg/l à 15.67 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 4.5. Demande chimique en oxygène (DCO) :

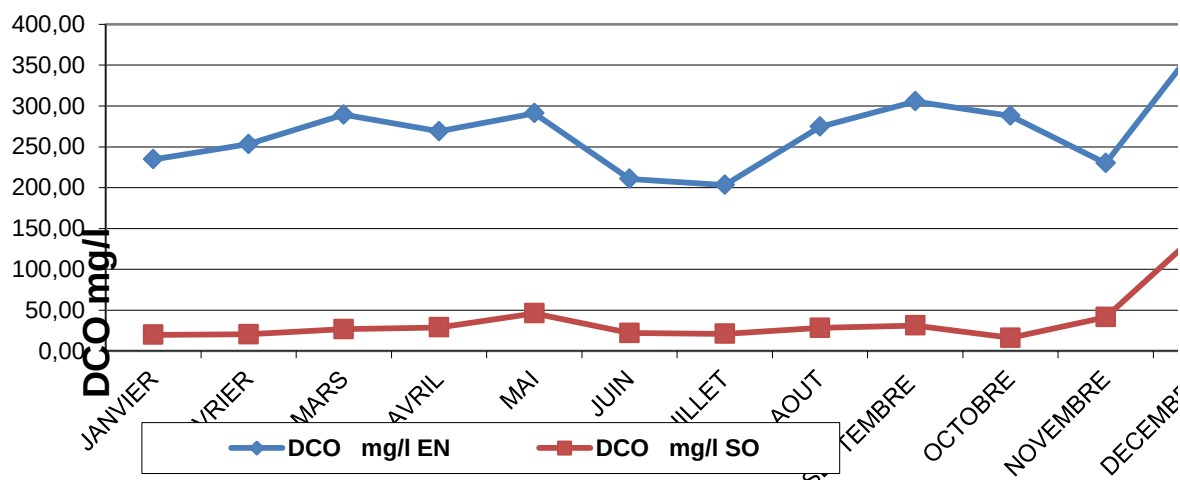


Figure V.3.31: Variation mensuel du DCO de l'eau brute et traitée (l'année 2018).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la DCO de l'eau est variée entre 203,25 mg/l et 380,50 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 16,10 mg/l à 147,50 mg/l à la sortie de la STEP.

V.3. 4.6. Matières azotées : (NO_3) :

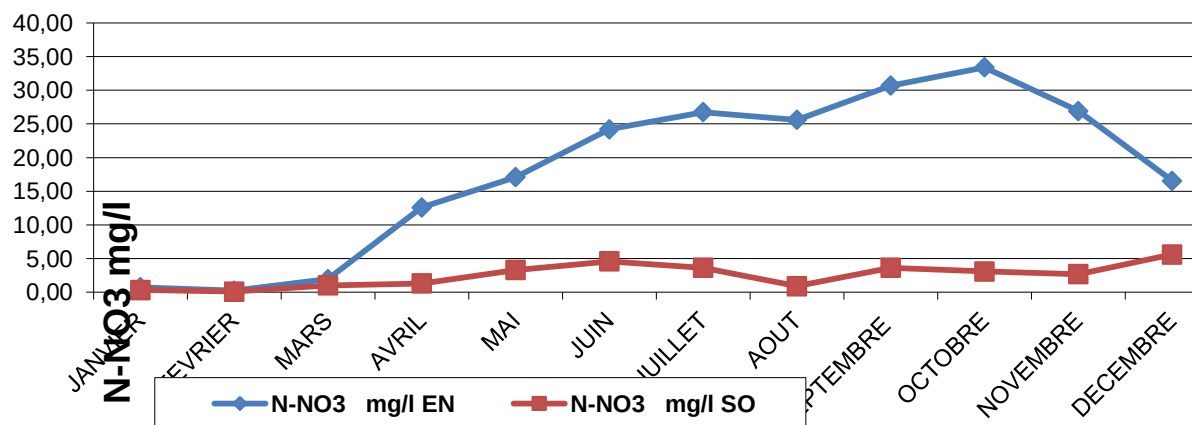


Figure V.3.32: Variation mensuel du NO_3 de l'eau brute et traitée (l'année 2018).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la NO_3 de l'eau est variée entre 33,40 mg/l et 0,25 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 0,09 mg/l à 5,61 mg/l à la sortie de la STEP.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Les stations d'épuration connaissent souvent des problèmes de dysfonctionnements et des difficultés de traitement par la biomasse au niveau du bassin d'aération. En effet, la pollution domestique rend plus délicat le fonctionnement du processus d'épuration biologique, tant pour l'élimination de la pollution carbonée que pour celle de la pollution azotée. Dans cet optique, le fonctionnement du processus d'épuration de la station (STEP) de Touggourt, tant pour l'élimination de la pollution carbonée que pour celle de la pollution azotée a été étudié.

Le suivi de l'élimination des paramètres de pollution à savoir: le pH de l'eau, la demande biochimique en oxygène (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), l'azote ammoniacal (N-NH_4^+), les nitrates (NO_3^-), les nitrites, les phosphates et les indicateurs de performances (charges massique et volumiques, indice de boues) nous ont permis d'évaluer les performances de fonctionnement de cette station en matière de dépollution de l'eau et du respect de l'environnement. Les conclusions suivantes ont été tirées :

- L'azote ammoniacal (NH_4^+) rencontré dans les eaux usées épurées, et dont la présence ne doit pas normalement dépasser 5 mg/l, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique due probablement à une teneur insuffisante en oxygène pour assurer sa transformation. Ceci est peut être à une élévation de la concentration en NH_4^+ dans l'eau usée avant le traitement.
- Les concentrations en NO_3 et NO_2 dans le bassin d'aération sont au dessus de la norme.
- La station d'épuration de Touggourt fonctionne correctement en faible charge. Sa charge massique n'excède pas 0.5 kg DBO5/kg MVS.j ($0.2 \text{ kg DBO5/kg MVS.j} < \text{Cm} < 0.5 \text{ kg DBO5/kg MVS.j}$). Cette stabilisation de la charge massique dans le temps est due à la bonne gestion de la masse de boue dans le système et ceci par extractions régulières.
- La charge volumique de la STEP a observé de légers dépassements pour certains jours.

Enfin, Il en ressort que l'ensemble des résultats ainsi obtenus mettent en évidence les performances de fonctionnement de la STEP de Touggourt par le procédé "boues activée".

Ce système de traitement fait ressortir de meilleurs rendements que ce soit pour l'élimination de la pollution carbonée ou celle de la pollution azotée. Pour la plupart des échantillons analysés, les concentrations des principaux paramètres de pollution dans l'eau épurée sont faibles et au dessous des normes Algériennes applicables en matière de rejet des effluents.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- [1] Office international de l'eau. Guide des procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités (500 - 5000 Eq-hab). [En ligne] office international de l'eau. Janvier 2001. <http://www.oieau.org>.
- [2] Mottier V. 2000; wastewater treatment by infiltration percolation : a case study, In Water Science and Technology. Vol. 41. PP. 77-84
- [3] JEAN - CLAUDE BOEGLIN. Traitement biologique des eaux résiduaires. Revue techniques de l'ingénieur, Doc J 3 942-1.
- [4] GAID, Abdelhader. Traitement des eaux résiduaires. Revue technique de l'ingénieur, 10 Février 2008.Doc J 5 220-1.
- [5] ANDREONI V. 1989: Anaerobic Digestion of Swine Slurry and agro-industrial Wastes in fixed bed up - flow digesters. Symposium NICE 4-6 avril. Technical Advances in biofilm reactor.
- [6] MOHAND SAID OUALI. Cours de procédés biologiques et traitement des eaux. Institut de chimie industrielle, centre universitaire de Mostaganem (2001).
- [7] CLAUDE CARDOT. Génie de l'environnement. Les traitements de l'eau " procédés physico chimiques et biologiques ". Juin 2002.
- [8] BAHA SOUAD, BENSARI FATIMA, (2014) , Epuration des eaux usées domestiques par les boues activées : Etude de la performance de STEP de AIN EL HOUTZ Mémoire de master en Hydraulique, université de Tlemcen.
- [9] Mémento technique de l'eau. Formulaire Dégrémont. Huitième édition 1978.
- [10] HATEM DHAOUADI(2008) Les procédés biologiques d'épuration Université Virtuelle de Tunis. www.gunt.de/download/CE705_flyer_french.pdf (consulté le 16/03/2016).
- [11] CLAUDE CARDOT. Génie de l'environnement. Les traitements de l'eau " procédés physico chimiques et biologiques ". Juin 2002.
- [12] BERLAND, Jean-Marc, DEPLAT, Laurent, MALRIEU, Jacques et PRONOST,

Joseph. Stations d'épuration : Dispositions constructives pour améliorer leur Fonctionnement et faciliter leur exploitation. Paris, 1ere édition coordonnée par le Cemagref, 2002 [consulté février 2016]. Disponible sur le web :<http://www.fndae.fr/documentation/PDF/Fndae22bis.pdf>.

[13] Etude des performances épuratoires d'une station d'épuration à boues activées, , université de Tlemcen, 2006.

[14] Mémento technique de l'eau. Formulaire Dégrémont. Édition 2005.

[15] ROGER PUJOL - ALAIN VACHON ET GUY MARTIN. Document technique FNDAE N° 08. Guide technique sur le foisonnement des boues activées. CEMAGREF (octobre 1990).

[16] JEAN-PIERRE CANLER. Document technique FNDAE N° 33. Dysfonctionnement biologiques des stations d'épuration : origine et solutions. CEMAGREF 2005.

[17] www.fndae.fr/documentation/PDF/fndae33_a.pdf (consulté le 2018).

[18] MAKRAM DAGHAR. Programme de formation “ Partie exploitation et maintenance ”. Direction de l'hydraulique de la wilaya de Batna février 2006.

[19] ONA, Fiche technique de la station d'épuration STEP de la ville de Touggurt, 2013.

[20] [www. google.map.com](http://www.google.map.com), 2018.

Annexe

Annexe I

STEP TOUGGOURT - Résultats d'analyses (du 01/12/2018 au 28/03/2019)

	Eau brute (EN)										Eau épurée (SO)												
Paramètre	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	N- NH ₄ (mg/l)	N- NO ₃ (mg/l)	P- PO ₄ (mg/l)	N- NO ₂ (mg/l)	PH	T° (C°)	Cond (Ms/cm)	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	N- NH ₄ (mg/l)	N- NO ₃ (mg/l)	P- PO ₄ (mg/l)	N- NO ₂ (mg/l)	PH	T° (C°)	Cond (Ms/cm)	cm	Cv	lb
Date																							
01/12/2018	134.6	215.2	184.92	15.04	5.04	10.48	0.04	8.49	21.12	5.30	11.2	19.15	15.04	1.39	0.29	6.29	0.002	7.56	18.62	5.36	0.097	0.58	58.03
15/12/2018	133.9	218.4	180.4	15.12	5.12	10.50	0.039	8.97	21.09	5.48	11.4	20.04	15.12	2.02	0.32	6.30	0.019	7.62	19.74	5.52	0.036	0.57	59.64
01/01/2019	597.18	268.45	113.74	16.09	0.74	9.33	0.37	7.40	22.34	6.63	20.09	24.03	16.09	1.32	0.39	0.96	0.019	7.38	20.63	6.72	0.089	0.53	34.84
15/01/2019	606.4	269.18	113.44	16.12	0.82	9.28	0.29	7.48	22.04	6.61	21.13	23.98	16.12	1.35	0.36	0.98	0.082	7.44	20.12	6.72	0.088	0.52	31.70
03/02/2019	920.5	381.24	117.6	14.9	0.25	8.82	0.198	7.58	21.77	6.49	21.2	28.64	14.9	2.51	0.09	1.09	0.094	7.61	21.12	6.58	0.083	0.50	31.13
14/02/2019	962.4	378.15	117.22	13.8	0.28	8.79	0.202	7.56	21.58	6.38	21.53	27.65	13.8	2.6	0.09	1.11	0.092	7.62	20.88	6.46	0.085	0.51	25.54
03/03/2019	587.3	246.22	97.49	15.4	1.82	10.09	0.311	7.70	24.03	6.20	21.82	27.02	15.4	3.8	0.89	0.82	0.090	7.67	22.34	6.22	0.075	0.45	22.45
14/03/2019	586.9	258.18	97.22	15.42	1.80	10.12	0.307	7.72	24.25	6.18	21.14	28.13	15.42	6.14	0.96	0.78	0.092	7.69	22.11	6.23	0.076	0.45	20.81
28/03/2019	586.3	262.20	97.45	15.50	1.96	10.42	0.281	7.74	23.02	6.11	22.85	28.68	4.63	7.24	1.03	0.89	0.095	7.68	22.91	6.15	0.076	0.46	13.48

Annexe II

STEP TOUGGOURT - Résultats rendement (du 01/12/2018 au 28/03/2019)

Date	01/12/2018	15/12/2018	01/01/2019	15/01/2019	03/02/2019	14/02/2019	03/03/2019	14/03/2019	28/03/2019
rendement									
DBO ₅ (%)	91.8	91.6	85.8	85.8	87.3	88.22	84.2	84.13	95.24
DCO (%)	91.1	90.8	91	91	92.4	92.6	89	89.1	89
MES (%)	91.6	91.4	96.63	96.5	97.6	97.7	96.2	96.3	96.1

Annexe III

Tableau: les normes de rejets des eaux usées urbaines (Journal officiel algérien N°41,2012).

20

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 41

25 Chaâbane 1433
15 juillet 2012

2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES

PARAMETRES		UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = $\sigma - 3 \text{ CE}$		0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12	ds/m	0.5
	12 - 20		1.3
Chimiques	20 - 40		3
	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO3 - N)	mg/l	30
Eléments toxiques (*)	Bicarbonate (HCO3)	meq/l	8.5
	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
	Zinc	mg/l	10.0

(*) : Pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.

