

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique

Projet de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master en Hydraulique
Option : Technologies de Traitement des Eaux

Thème

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

Par : M^r BOUDHANE Nassim
M^{lle} AHMED AMMAR Ikram

Soutenue le : / /2016

Devant les membres du jury

M^r TERKI HSSAINE T.A
M^r CHIBOUB FELLAH A.
M^r DEBBAL Z.
M^r BOUMEDIENE M.

Président
Examineur
Examineur
Encadreur

Année Universitaire : 2015-2016

Remerciements

Avant tout nous remercions Allah de nous avoir donné le courage et la sagesse pour pouvoir mener à terme ce modeste travail.

*Nous adressons notre vif remerciement à notre encadreur **Mr. Boumedién M** pour ses compréhensions et ses conseils et ses aides. Pour sa gentillesse et ses orientations efficaces.*

*Nous tenons également à remercier **Mr. Terki Hssaine T.A** d'avoir accepté de présider le jury de notre projet de fin d'études.*

*Nous remercions **Mr. Chiboub Fellaï A.** et **Mr. Debbal Z.** qu'ont bien voulu examiner notre travail. Leur présence va valoriser, de manière certaine, le travail que nous avons effectué.*

Nos vifs remerciements aux responsables et personnel de la direction d'office national de l'assainissement (ONA) et la station d'épuration de Batna.

*Nous adressons également notre profonde gratitude à tous les professeurs de l'université **ABOUBAKR BELKAID** en particulier ceux du département **HYDRAULIQUE**.*

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

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 wilaya de Batna, il existe plusieurs stations d'épurations (STEP) à boues activées. Parmi ces ouvrages figure la station d'épurations des eaux usées de la ville de Batna 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, NH₄⁺,) qui influent sur le rendement du bassin biologique et celui du clarificateur. En revanche, il ressort de cette étude que la STEP de Batna fonctionne correctement en moyenne charge (0.2 kg DBO₅/kg MVS.j < Cm < 0.5 kg DBO₅/kg MVS.j). Cette stabilisation de la charge massique est probablement due à une bonne gestion de la masse de boues produite dans la station et ceci par des extractions régulières.

Mots clés : station d'épuration, eaux usées, Batna, boues activées, le foisonnement des boues.

Abstract

In the purification plants with activated sludge, the biological problems are very frequent and more complexes to be controlled. These problems limit the profitability of the stations and makes difficult the control and the follow-up of its good walk. In the wilaya of Batna, there exist several purification plants with activated sludge. Among these works the worn purification plant of the town of Batna appears supplied with a unit network. The goal of this work is to study the optimization of the biological treatment in this station through a series of analyzes and follow-up of various parameters of pollution (Suspended matters,, COD, BOD₅, NH₄⁺,) which influences the output of the biological basin and that of the clarifier.. On the other hand, it comes out from this study that the purification plants of Batna functions correctly on average load (0.2 kg BOD₅/kg VMD.d < Cm < 0.5 kg BOD₅/kg VMD.d). This stabilization of the mass load is probably due to a good management of the mud mass produced in the station and this by regular extractions.

Key words: purification plant, wastewaters, Batna, activated sludge, the bulking.

الملخص

المشاكل البيولوجية جد متكررة و معقدة, فهي تحد من مردودية محطات الصرف الصحي, فمن الصعب التحكم في مراقبة ضمان حسن تشغيلها. يوجد في ولاية باتنة عدة محطات لتصفية المياه المستعملة منها محطة التطهير مدينة باتنة حيث

يزودهما شبكة أحادية لمياه الصرف الصحي.، والهدف من هذا العمل هو دراسة إمتثالية المعالجة البيولوجية في هذه المحطة من خلال سلسلة من التحليلات ورصد مختلف معالم التلوث ($MES.DCO.DBO_5.NH_4^+$) التي قد تؤثر على الحوض البيولوجي والترسيب.. ومع ذلك، يبدو من هذه الدراسة أن محطة باتنة تعمل بشكل صحيح و هي الحمولة المتوسطة : ($0.2 \text{ kg } DBO_5/\text{kg MVS.j} < C_m < 0.5 \text{ kg } DBO_5/\text{kg MVS.j}$) هذا الاستقرار في الحمولة المتوسطة ربما يرجع إلى الإدارة الجيدة للكتلة الحمأة المنتجة في المحطة وذلك من خلال عمليات الاستخراج العادية.

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه الصرف الصحي، مياه الصرف الصحي، باتنة، تضخم الحمأة

.

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

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

CHAPITRE III: PRESENTATION ET DESCRIPTION DE LA STEP DE BATNA

1. Historique et localisation de la STEP de Batna.....	20
2. Situation géographique et données de base de la station.....	20
* Charge hydrauliques.....	21
* Charges polluantes.....	22
* Qualité de l'effluent rejeté.....	22
3. Description du procédé de fonctionnement de la STEP de Batna.....	22
3.1 Ligne d'eau.....	24
3.1.1. Zone 01: Prétraitement	24
a) Station de relevage.....	24
b) Dégrillage.....	25
c) Dessablage — Déshuilage.....	25
d) Canal de comptage et d'échantillonnage.....	26
3.1.2. Zone 02: Décantation primaire.....	26
3.1.3. Zone 03: Traitement Biologique	27

3.1.4. Zone 04 : Décantation secondaire et Désinfection.....	28
a) Décantation secondaire.....	28
b) Désinfection.....	29
3.2. Ligne des boues.....	30
3.2.1. Zone 05 : Stabilisation des boues.....	30
❖ Bassin de stabilisation.....	30
3.2.2. Zone 06 : Déshydratation des boues.....	31
a) Epaississement.....	31
b) Déshydratation mécanique des boues.....	31
c) Lits de séchage.....	32
4. conclusion.....	32

CHAPITRE IV : MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Introduction.....	33
2. Matériel et méthodes des analyses effectuées dans la STEP de Batna.....	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 pH.....	34
3.3. Matières en suspension (MES).....	34
3.4. Mesure de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	36
3.5. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).....	37
3.6. Détermination de l'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺).....	38
3.7. Détermination des nitrites (NO ₂ ⁻).....	39
3.8. Détermination des nitrates (NO ₃ ⁻).....	40
3.9. Détermination des phosphates (PO ₄ ³⁻).....	41
3.10. Mesure de l'indice de boues.....	43
3.11. Calcul de la charge massique et de la charge volumique.....	43

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

V.1. Introduction.....	45
V.2. Résultats et interprétations.....	45

CONCLUSION GENERALE.....	56
---------------------------------	-----------

Liste es tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques du rapport de biodégradabilité «K».....	8
Tableau 2 : Débits des effluents de la STEP de Batna.....	21
Tableau 3 : Caractéristiques des effluents de la STEP de Batna.....	22
Tableau 4 : Normes de rejet (qualité de l'effluent rejeté).....	22

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 Batna	21
Figure III.2 : Schéma général de la station d'épuration de la ville de Batna.....	23
Figure III.03 : Photo Pré-dégrillage grossier.....	25
Figure III.04 : Photo vis d'Archimède.....	25
Figure III.05 : Photo du dégrilleur mécanique.....	25
Figure III.06 : Photo du déssableur-déshuileur.....	26
Figure III.07 : échantillonner primaire (eau brute).....	26
Figure III.08 : Photo du décanteur primaire.....	27
Figure III.09 : Photo du bassin d'aération	28
Figure III.10 : Décanteurs secondaires (Clarificateurs).....	29
Figure III.11 : Canal de comptage et de mesure (eau épurée).....	29
Figure III.12 : Photo de la station de dosage d'hypochlorite de sodium.....	30
Figure III.13 : Photo du bassin de stabilisation	31
Figure III.14 : Photo de l'épaississeur.....	31
Figure III.15 : Photo du filtre à bandes.....	32
Figure III.1 6 : Photo des lits de séchage des boues.....	32
Figure IV.1 : Photo du pH mètre HACH utilisé.....	34
Figure IV.2 : Photo de la balance électronique.....	36
Figure IV.3 : Photo du DBO mètre HACH.....	37
Figure IV.4 : Photo du bloc chauffant.....	38
Figure IV.5 : Photo du spectrophotomètre.....	38
Figure V.1 : Variation journalière du pH de l'eau brute et traitée (Période du 05 janvier au 22Mars2016).....	45
Figure V.2 : Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de Batna (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016).	46
Figure V.3 : Variation journalière de la concentration des MES à l'entrée et à la sortie de la	

STEP de Batna (période du 05 janvier au 22 Mars 2016).....	47
Figure V.4: Variation de la concentration des boues (exprimée en MVS) dans le bassin d'aération de la STEP de Batna (période du 05 janvier au 22 Mars 2016).....	48
Figure V.5: Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Batna (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016).....	48
Figure V.6: Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Batna (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016).....	49
Figure V.7: Variation journalière de NH ₄ ⁺ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016).....	50
Figure V.8: Variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016).....	51
Figure V.9: Variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016).....	52
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).....	52
Figure V.11: Variation de charge massique (Cm) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 05/01/2016 au 22/03/2016).....	53
Figure V.12: Variation de charge volumique (Cv) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 05/01/2016 au 22/03/2016).....	54
Figure V.13: Variation de l'indice de boue (IB) à la sortie du bassin d'aération de la STEP de batna (période du 05 janvier au 22 Mars 2016).....	55

INTRODUCTION

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 Batna 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 présenté une présentation et une description générale de la STEP de Batna. 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 réalisent 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 (protéïques, 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].

➤ **Réaction de catabolisme** Nutriments



➤ **Réaction d'anabolisme** Nutriments



➤ **Oxydation biomasse** (respiration endogène)



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

I.4.1.2. Élimination de la pollution azotée :

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

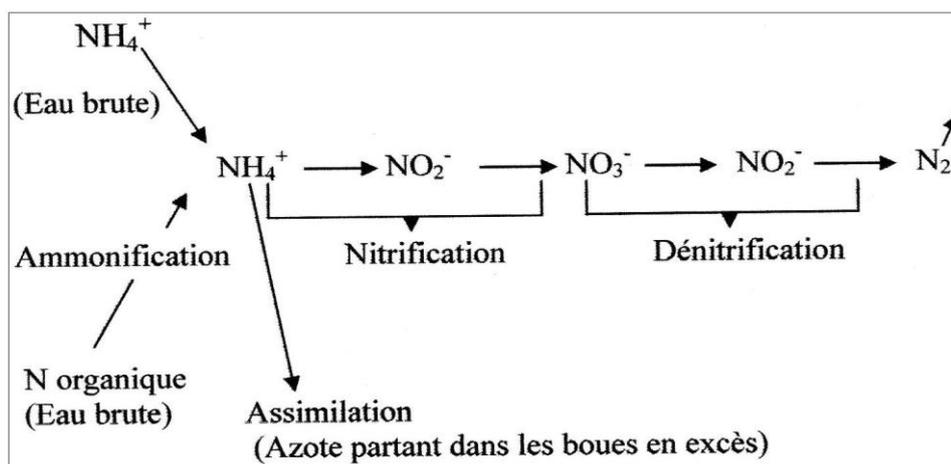


Figure I.1 : Les différentes étapes de la métabolisation de la pollution azotée [3].

- **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 de 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 .

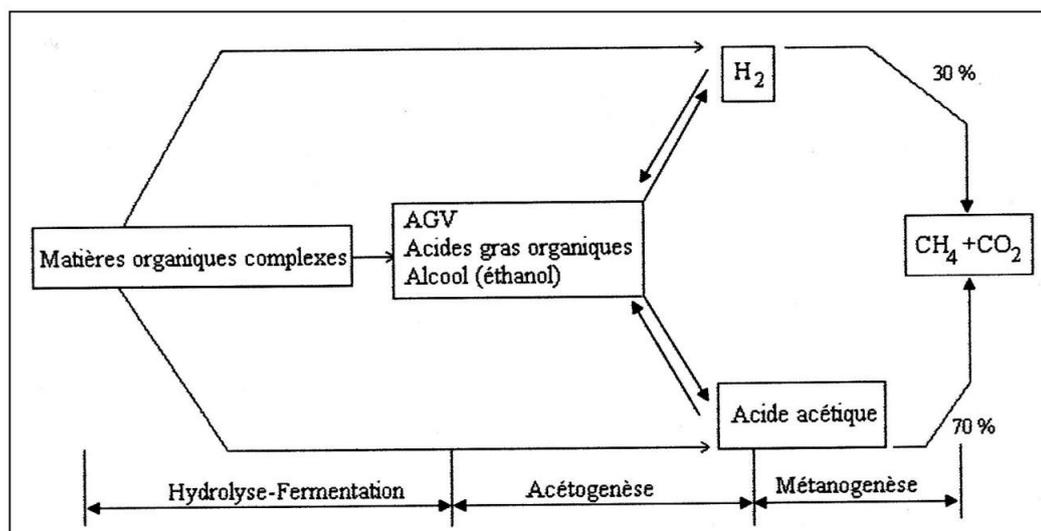


Figure I.2 : Les différentes phases de la métabolisation anaérobie de la pollution carbonée[5]

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 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 aérobose, 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, aérobie qu'anaérobie. Il en est de même pour de nombreux composés organiques [3].

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 leur 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 clarificateur, 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.

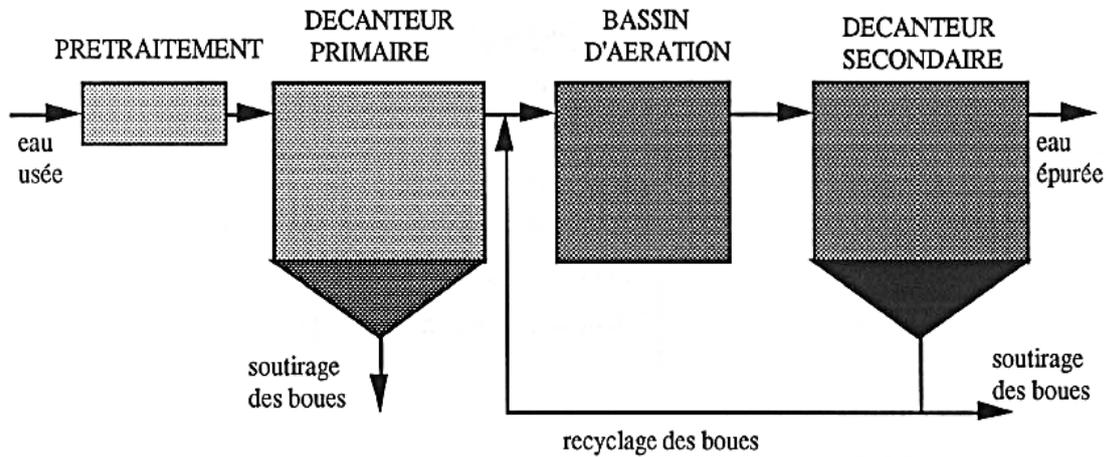


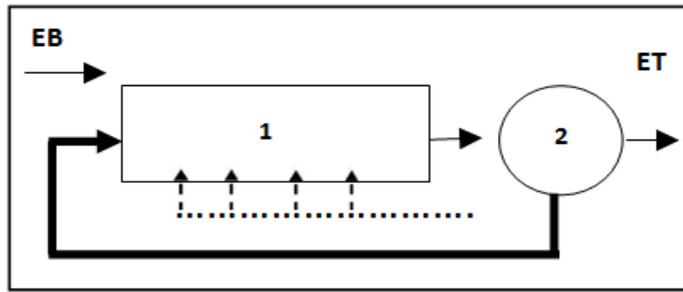
Figure II.1 : Schéma de principe du procédé de traitement par boues activées

II.4.Composition et propriété du floc biologique:

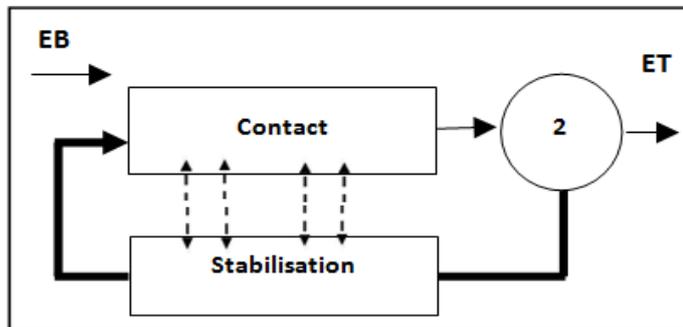
La boue activée apparaît comme une suspension de particules floconneuses de quelques dixièmes de millimètre à quelques millimètres de diamètre, ou floccs, constituées de bactéries, de matières organiques inertes ou minérales, maintenues par une substance mucilagineuse, produit de l'activité bactérienne. 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 :

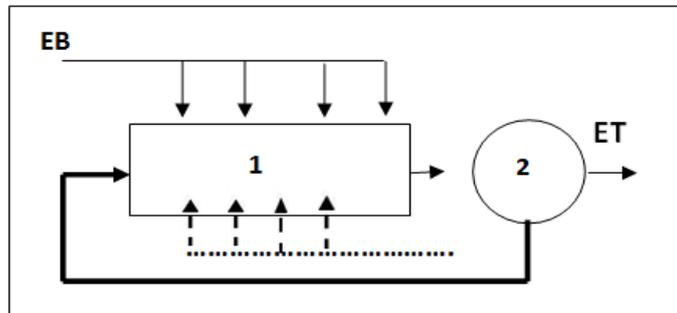
La figure présente les différents types d'installation à boues activées :



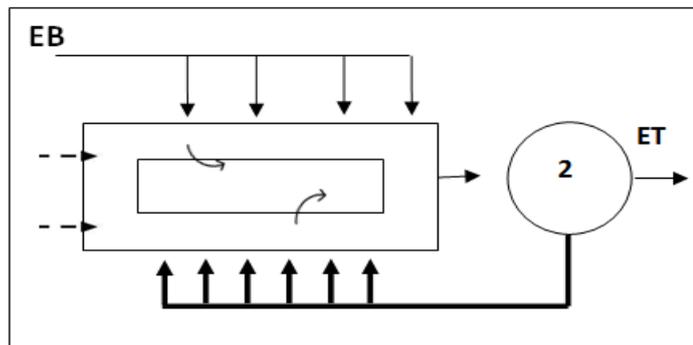
Procédé conventionnel (alimentation en piston)



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;

b) 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].

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 journallement 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 journallement 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 à 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 floes 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].

CHAPITRE III

PRESENTATION ET DESCRIPTION DE LA STEP DE BATNA

III.1. Historique et localisation:

Dans le cadre de la protection de l'environnement et de l'élimination des risques de pollution des nappes du champ captant de la ville de Batna (283.000 habitants), et des centres environnants d'une part (Tazoult 19.000 habitants), et la mise à la disposition de nouvelles ressources au profit de l'agriculture d'autre part, il a été envisagé dès 1975, la réalisation d'une station d'épuration des eaux usées[19].

Deux marchés ont été passés avec la Société Française Degremont qui ont porté sur la fourniture des équipements et la prestation de service. Un troisième marché passé avec la société Nationale Sotraba concerne la réalisation des ouvrages de génie civil. Les travaux de réalisation n'ont pu être effectivement lancés qu'en 1983. A cette date, Degremont a fourni les équipements ainsi que les plans d'exécution. Ces deniers ont permis à SOTRABA de réaliser la partie génie civil concernant la ligne de traitement des eaux.

L'avant projet initial s'était avérée insuffisante. Il a été procédé en 1987 l'achèvement du génie civil concernant la ligne de traitement des boues. Le projet a rencontré des difficultés pour la réalisation, il a été repris en Août 2000 en vue de la réhabilitation, l'achèvement des travaux et la gestion de la station d'épuration de ville de Batna.

Les travaux de réalisation et de gestion ont été démarrés en 2002, avec l'entreprise VATECH WABAG (société autrichienne) et la station a été réceptionnée et mise en service en septembre 2005. En Octobre 2005, la station a été réceptionnée pour début d'exploitation. Elle a été gérée jusqu'à septembre 2011 par cette société. Depuis octobre 2011, la station, est gérée par l'ONA (office national de l'assainissement) [19].

III.2. Situation géographique et données de base la station:

La station d'étude est située au nord de la ville de Batna au bord de l'oued El GOURZI. Elle est limitée au sud et l'est par la route nationale RN03, au nord par un large terrain qui s'ouvre sur un vaste relief et à l'ouest par la gare routière du nord (Figure III.1).



Figure III.1: Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de Batna [20].(google earth, Février 2016)

La station a été conçue selon les données suivantes :

*** Charge hydrauliques :**

Les charges hydrauliques d'origine urbaine ont été déterminées en se basant sur une dotation unitaire de 100 L/hab. j.

Tableau 1 : Débits des effluents de la Step de Batna[19].

Paramètre	Unité	Valeur du paramètre		
		urbain	industriel	Total
Equivalent habitant	EH	140000	60000	200 000
Débit moyen journalier	m ³ /j	11200	8675	19875
Débit de pointe journalier « temps sec »	m ³ /j	16800	10410	27210
Débit moyen horaire « temps sec »	m ³ /h	-	-	828
Débit moyen horaire « temps de pluie »	m ³ /h	-	-	1134
Débit de pointe horaire « temps sec »	m ³ /h	1050	600	1650
Débit de pointe horaire « temps de pluie »	m ³ /h	1575	600	2175

*** Charges polluantes :**

Les charges polluantes d'origine urbaine ont été déterminées en se basant sur une dotation unitaire de 45 g DBO₅ /hab. j.

Tableau 2 : Caractéristiques des effluents de la STEP de Batna[19].

Désignation	Valeur du paramètre kg/j	mg/L
Charge massique de DBO ₅ à l'entrée de la STEP	9725	489
Charge massique de DCO à l'entrée de la STEP	19450	978
Charge massique de MES à l'entrée de la STEP	13995	704
Charge massique de Norg à l'entrée de la STEP	600	30
Charge massique de NTK à l'entrée de la STEP	2200	110
Charge massique de PT à l'entrée de la STEP	320	16

*** Qualité de l'effluent rejeté :**

Les concentrations de DBO₅, DCO et MES de l'effluent rejeté seront conformes aux normes de rejet.

Tableau 3 : Normes de rejet (qualité de l'effluent rejeté) [19].

Désignation	Valeur (mg/L)
DBOs échantillon moyen 24 heures	30
DCO échantillon moyen 24 heures	90
MES échantillon moyen 24 heures	30

Ces valeurs sont garanties dans la mesure où les charges hydrauliques et polluantes de l'effluent brut sont conformes aux données de base ci-dessus décrites. Par ailleurs, l'unité de traitement à réhabiliter (STEP de Batna) fonctionnera à moyenne charge et ne permettra pas l'abattement significatif de l'azote et du phosphore.

III.3. Description du procédé de fonctionnement de la STEP de Batna :

La station d'épuration des eaux usées de la ville de Batna est prévue pour traiter un débit journalier moyen de 19 875 m³/j [19]. La chaîne de traitement est composée de deux lignes : une ligne d'eau et une ligne de boues. Le débit est divisé sur certains ouvrages afin d'améliorer la fiabilité, les opérations de maintenance et la souplesse de fonctionnement de la station.

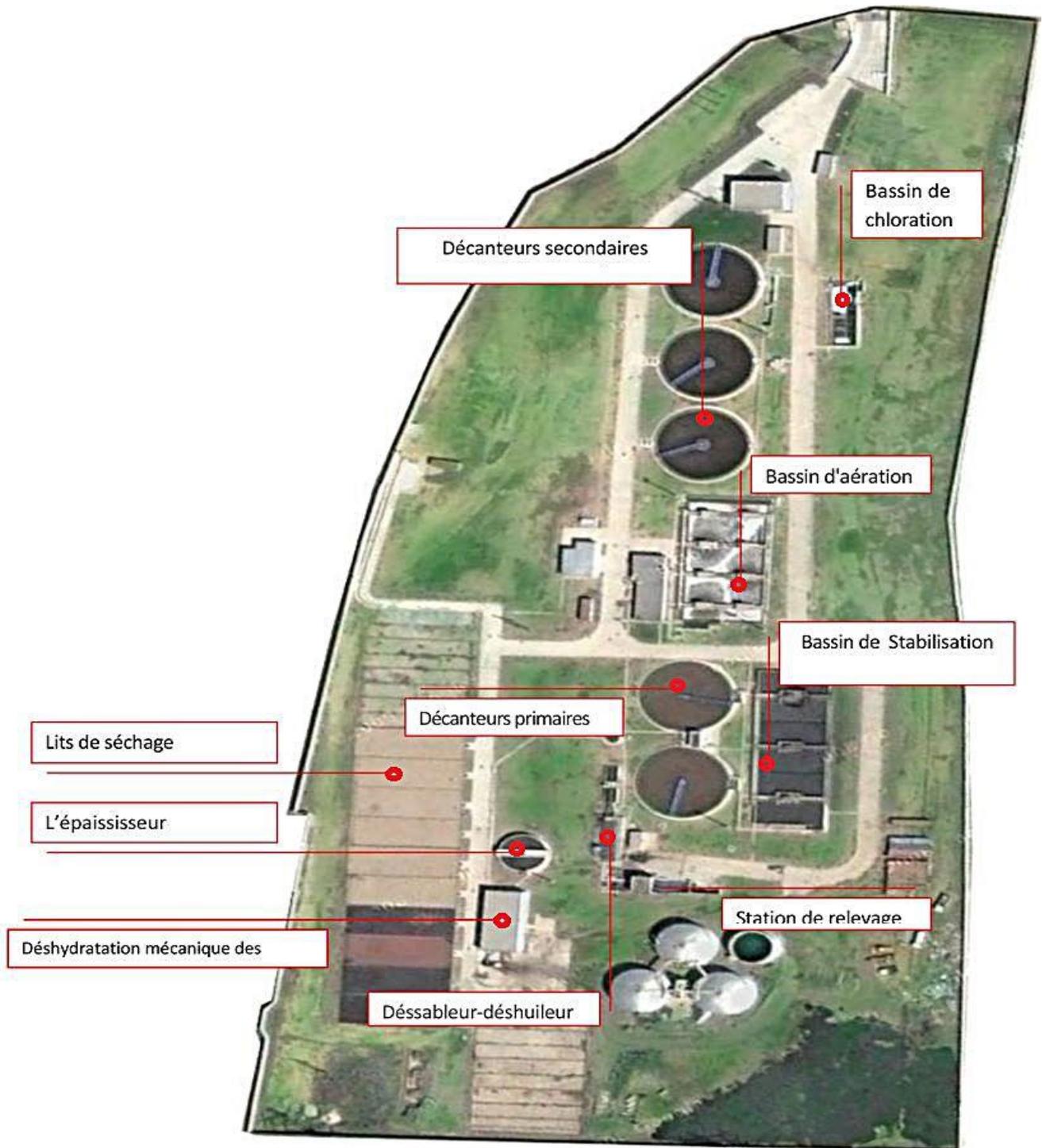


Figure III.2: Schéma général de la station d'épuration de la ville de Batna

La filière de traitement comprend ainsi en totalité et successivement :

a) Ligne d'eau :

➤ **Zone 01 : Prétraitement mécanique** constitué de :

- Une station de relevage ;
- Dégrillage mécanique ;

- Dessablage – Déshuilage ;
- Chenal de comptage et de mesure.
- **Zone 02 : Décantation primaire** constituée de :
 - Ouvrage de répartition ;
 - Deux décanteurs primaires ;
 - Station de pompage des boues mixtes ;
 - Chambre de flottants.
- **Zone 03 : traitement biologique** constitué de :
 - Bassin d'aération avec 8 aérateurs de surface ;
 - Ouvrage de pompage des boues activées et de recirculation des boues.
- **Zone 04 : Décantation secondaire et Désinfection** constituée de :
 - Ouvrage de répartition ;
 - Trois décanteurs secondaires ;
 - Un canal de comptage et de mesure ;
 - Station et bassin de désinfection.

b) Ligne de boues :

- **Zone 05 : Stabilisation des boues** constituée de :
 - Bassin d'aération avec trois aérateurs de surface ;
 - Station de pompage des boues stabilisées.
- **Zone 06 : Déshydratation des boues** constituée de :
 - Epaisseur avec raclage de fond ;
 - chaînes de déshydratation avec deux filtres à bandes ;
 - Station de préparation de polymère.

III.3.1. Ligne d'eau :

III.3.1.1. Zone 01 : Prétraitement

a) Station de relevage :

La station de relèvement est constituée, de deux vis d'Archimède d'un débit de 1800 m³/h chacune, permettent le relèvement de la totalité du débit de pointe. Ils démarreront automatiquement en fonction des niveaux (sonde et transmetteur combinés) dans la fosse de réception. Cette station de relèvement est précédée d'un pré-dégrillage grossier à espacement entre barreaux aux 100 mm servant pour retenir les matières solides de grande taille. Les refus du pré-dégrillage sont évacués manuellement au moyen d'une potence équipée d'un treuil manuel.



Figure III.03 : Photo Pré-dégrillage grossier



Figure III.04: Photo vis d'Archimède.

b) Dégrillage :

Les effluents relevés par les vis d'Archimède, seraient dirigés vers l'ouvrage de dégrillage, ce dégrillage a pour rôle de débarrasser les eaux brutes des déchets solides ayant échappés à la grille grossière manuelle. Les refus du dégrillage sont déversés dans une vis transporteuse, et qui seront à l'étape suivante compactées par un compacteur hydraulique, afin de réduire par la même occasion le volume de ces déchets collectés avant de retomber dans une benne tractable.



Figure III.05 : Photo du dégrilleur mécanique.

c) Dessablage — Déshuilage :

L'ouvrage se compose d'un canal rectangulaire de 4 m de large et 15 m de long, avec une hauteur d'eau moyenne de 2,5 m représentant donc un volume total de 150 m³[19].

Le dessablage-déshuilage est assuré par un pont transversal de reprise du sable, ce pont

constitué principalement d'une passerelle en profilés supportée par deux ensembles de roulements reliés à un groupe motoréducteur d'entraînement.



Figure III.06 : Photo du désableur-déshuileur.

d) Canal de comptage et d'échantillonnage :

La mesure du débit à l'entrée de la STEP se fait au niveau du canal de liaison désableur-déshuileur et ouvrage de By-pass

L'échantillonneur analyse l'eau brute et délivre les signaux de mesure suivants :

- Matière en suspension (MES) ;
- Conductivité ;
- pH et température.



Figure III.07 : échantillonner primaire (eau brute).

III.3.1.2. Zone 02 : Décantation primaire

❖ Décanteurs primaires :

Les effluents ainsi prétraités seraient ensuite dirigés sur un ouvrage de répartition puis sur deux décanteurs primaires cylindre-coniques de caractéristiques suivantes [19]:

- Diamètre = 28 m;
- Hauteur cylindrique = 3 m ;
- Volume = 2 035 m³.



Figure III.08 : Photo du décanteurs primaire.

Les décanteurs, équipés de deux ponts racleurs radiaux, actionnés par deux motoréducteurs d'entraînement, sont de type à raclage mécanique des boues et de flottants (par un ensemble de racleur de fond et de surface).

III.3.1.3. Zone 03 : Traitement Biologique**❖ Bassin d'aération :**

Afin d'assurer le métabolisme microbien et le besoin énergétique pour la biodégradation des matières organiques, un apport d'oxygène est donc indispensable pour le traitement biologique, une teneur d'oxygène dissout de l'ordre de 0,5 à 2,5 mg/l devrait être maintenue dans le système d'aération. Pour ce fait, l'effluent en provenance des décanteurs primaires est introduit en tête du bassin d'aération de forme rectangulaire dimensionné sur les dimensions suivantes [19] :

- Longueur au plan d'eau = 50,90 m ;
- Largeur au plan d'eau = 25,90 m ;
- Hauteur d'eau = 3.20 m;

- Volume total= 4218 m³.



Figure III.09 : Photo du bassin d'aération.

III.3.1.4. Zone 04 : Décantation secondaire et désinfection

a) Décantation secondaire :

La liqueur mixte de boues activées est ensuite dirigée sur les ouvrages de décantation secondaire, après passage dans un ouvrage de répartition.

Chaque ouvrage, de forme cylindro-conique, a les dimensions suivantes [19]:

- Diamètre = 29 m ;
- Hauteur cylindrique = 2,60 m ;
- Volume = 2025 m³.

Chaque décanteur, équipé d'un pont roulant radial, actionné par un motoréducteur d'entraînement, est de type à raclage de fond et siphonage des boues, le siphonage est réalisé au moyen d'une pompe à vide déplaçable.



Figure III.10 : Décanteurs secondaires (Clarificateurs).

- Canal de comptage et de mesure (Station d'eau épurée) :

A la sortie des décanteurs secondaires, le débit traité sera mesuré sur un venturi en canal ouvert avant rejet dans l'Oued GOURZI. L'échantillonneur analyse l'eau épurée échantillonnée proportionnellement à la mesure du débit, et délivre les signaux de mesure suivants :

- Matière en suspension (MES) ;
- Conductivité ;
- pH et Température.



Figure III.11 : Canal de comptage et de mesure (eau épurée)

b) Désinfection :

Les eaux épurées provenant des décanteurs secondaires aboutissent au bassin de chloration pour être désinfectées.

❖ Station de dosage d'hypochlorite de sodium :

La station de dosage est équipée de :

- Propre coffret de puissance et commande ;
- Trois cuves de stockage de capacité de 5000 litres chacune;
- Indicateur de niveaux min, max et marche à sec ;
- Deux pompes doseuses (une en stand by) ;
- Une pompe de transfert.



Figure III.12 : Photo de la station de dosage d'hypochlorite de sodium

III.3.2. Ligne de boues :**III.3.2.1. Zone 05 : Stabilisation des boues****❖ Bassin de stabilisation :**

Après oxyder toute la matière organique polluante biodégradable, les micro-organismes, présentés dans les boues activées en excès et mixtes, nécessitent un apport supplémentaire d'oxygène afin d'achever le processus biologique avec le deuxième stade correspondant à la biosynthèse et à la respiration endogène. Pour ce fait, la boue mixte est introduite en tête du bassin de stabilisation de forme rectangulaire subdivisé en trois bassins en série ayant les dimensions suivantes [19]:

- Longueur au plan d'eau = 21,50 m;
- Largeur au plan d'eau Hauteur d'eau = 21,50 m ; Hauteur d'eau = 3,8 m ;
- Volume d'un seul bassin = 1757 m³; Volume total = 5270 m³.



Figure III.13 : Photo du bassin de stabilisation

III.3.2.2. Zone 06 : Déshydratation des boues.

a) Epaissement :

Les boues ainsi stabilisées seront injectées en tête de l'épaississeur, afin d'améliorer la concentration de ces boues en termes de matières solides. En effet, la concentration de la boue stabilisée avant l'épaississement est de l'ordre 28 g/l, quant à l'après épaissement, elle peut atteindre 35 g/l, Les eaux surnageantes seront récupérées en tête de la station.



Figure III.14 : Photo de l'épaississeur

b) Déshydratation mécanique des boues :

Deux chaînes de déshydratation mécanique des boues sont prévues. Chaque chaîne est constituée principalement des équipements suivants :

- Un broyeur à boues épaissies ;
- Une pompe à boues épaissies ;

- Une pompe de dosage de polymère ;
- Une pompe de lavage ;
- Un mélangeur à palette ;
- Un filtre à bandes ;
- Un convoyeur de boues horizontal ;
- Un convoyeur de boues incliné ;
- Un compresseur d'air comprimé[9].



Figure III.15 : Photo du filtre à bandes

c) Lits de séchage :

La station est équipée par dix lits de séchage dont les dimensions de chaque lit sont : (longueur : 35m, largeur: 13 m, hauteur:1 m).



Figure III.16 : Photo des lits de séchage des boues

III.4. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de donner une description sommaire de la station d'épuration de la ville de Batna 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

MATERIEL ET METHODES

IV.1. Introduction

L'objectif principal de ce travail est de faire des analyses physico-chimique sur les eaux usées de la station d'épuration de Batna 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 (DOB_5), l'azote ammoniacal (NH_4^+), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), l'indice des boues (I_b), la charge massique (Cm) et la charge volumique (Cv). Les analyses ont été réalisées durant la période allant du 05 janvier 2016 jusqu'au 22 Mars 2016 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 $35^\circ C$ augmente sensiblement le taux de multiplication des microorganismes. Il s'en suit une mauvaise floculation de la boue.

IV.3.2. Mesure du pH

Le pH étant un paramètre influençant à la fois le niveau d'activité, la croissance des bactéries et la solubilité des composés. Il est important de le contrôler dans le bassin d'aération, d'autant plus que les bactéries sont sensibles à sa variation

Le pH a été déterminé à l'aide d'un pH mètre, basé sur la méthode électrométrique à l'électrode de référence. L'appareil utilisé est un pH-mètre permettant des mesures du pH/potentiel rédox avec électrode combinée de pH et électrode combinée rédox recommandées pour les eaux usées avec les solutions tampon pH/ Rédox, avec une sonde (accessoire) pour mesurer la température.



Figure IV.1: Photo du pH mètre HACH utilisé

IV.3.3. 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 $0,45 \mu\text{m}$, (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 :

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

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.2: Photo de la balance électronique

IV.3.4. 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.3: Photo du DBO mètre HACH

IV.3.5. 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 ($K_2 Cr_2 O_7 + H_2 SO_4 + Hg_2 SO_4$);
- ✓ Acide ($Ag_2 SO_4 + H_2 SO_4$).

-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 ($AgSO_4$) et sulfate de mercure ($Hg SO_4$).



Figure IV.4: Photo du bloc chauffant



Figure IV.5: Photo du spectrophotomètre

IV.3.6. 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 distillée	q.s.p 1000 ml

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

Dessécher une quantité de NH_4Cl à 105 °C pd 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 d 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.3.7. Détermination des nitrites (NO_2^-)**Principe :**

La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et sa copulation avec la le 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 pd 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 d 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.3.8. 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 d Paranitrosnylate 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 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.

Prendre 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.3.9. 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.....		0.35 g
Eau distillée.....	}.....q.s.p 100 ml	
Acide Sulfurique.....		150 ml
Eau distillée.....	}.....150 ml	
(A + B) + C.....		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 PO₄³⁻**Solution fille à 2 mg/l PO₄³⁻****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	
[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.3.10. 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

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

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.3.11. 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 :

$$C_m = \frac{[DBO_5] \cdot Q_j}{V_{BA} \cdot MVS}$$

Avec : Cm: Charge massique (Kg DBO₅/Kg MVS.j);

V_{BA}: volume du bassin d'aération (m³);

MVS: concentration en matière sèche (Kg/m³);

Q_j: débit journalier d'eau usée à traiter (m³/j);

Charge volumique C_v :

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

Avec :

Q_j: débit journalier d'eau usée à traiter (m³/j);

V_{BA}: volume du réacteur (m³);

[DBO₅]: la concentration en demande biologique en Oxygène de l'effluent à cinq jours (kgO₂/m³).

CHAPITRE V
RESULTATS ET DISCUSSIONS

V.1. Introduction :

En vue d'évaluer l'optimisation du traitement biologique de la station d'épuration de Batna, 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 90 jours allant du 01/01/2016 jusqu'au 31/03/2016. 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^-), 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).

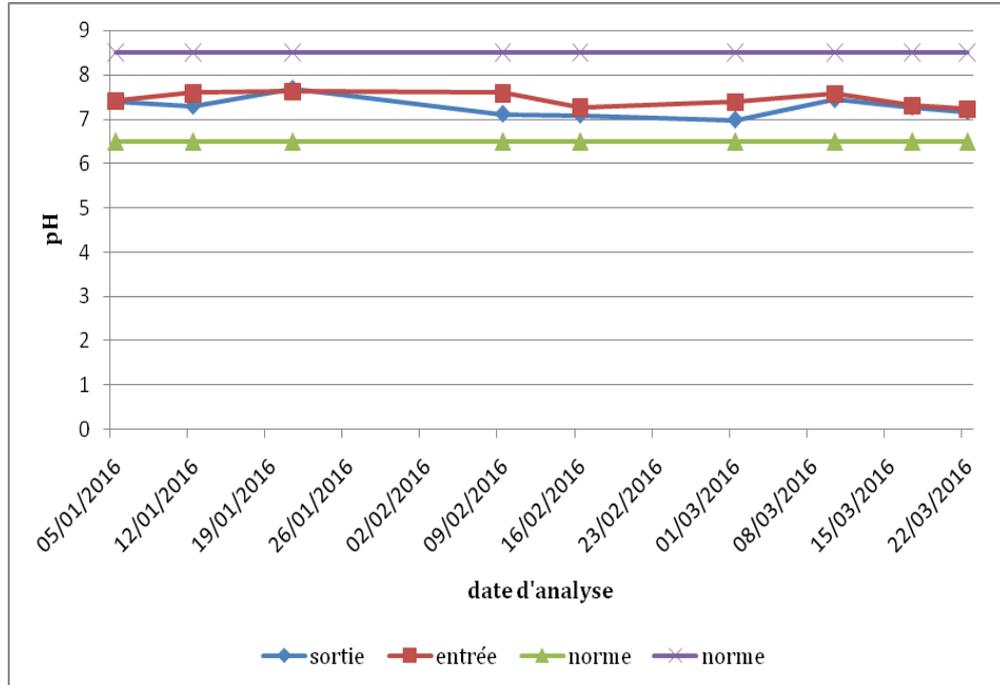


Figure V.1: Variation journalière du pH de l'eau brute et traitée (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016).

Les valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP présentent une neutralité du milieu. Elles varient de 7.23 à 7.62 à l'entrée et entre 6.98 à 7.68 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.

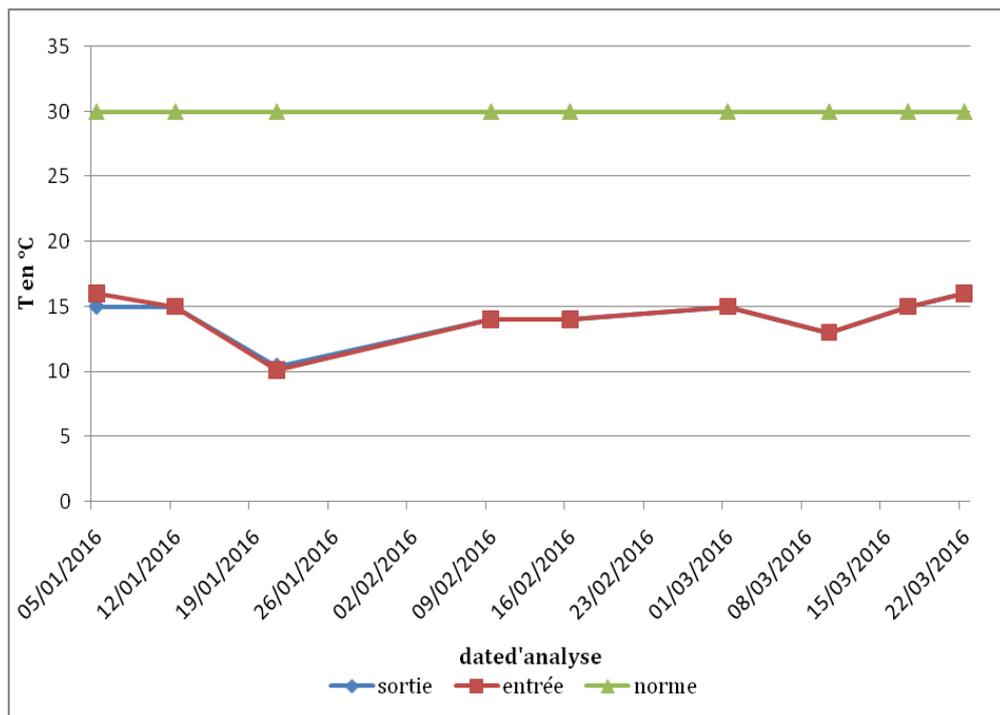


Figure V.2: Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de Batna (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016).

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 variable entre 10.1°C et 16°C à l'entrée de la STEP, et de 10.4°C à 16°C à la sortie de la STEP. On remarque que les valeurs de la température sont toutes inférieures à la norme (30 °C), elles sont relativement basses mais pas assez pour déstabiliser l'activité bactérienne.

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.

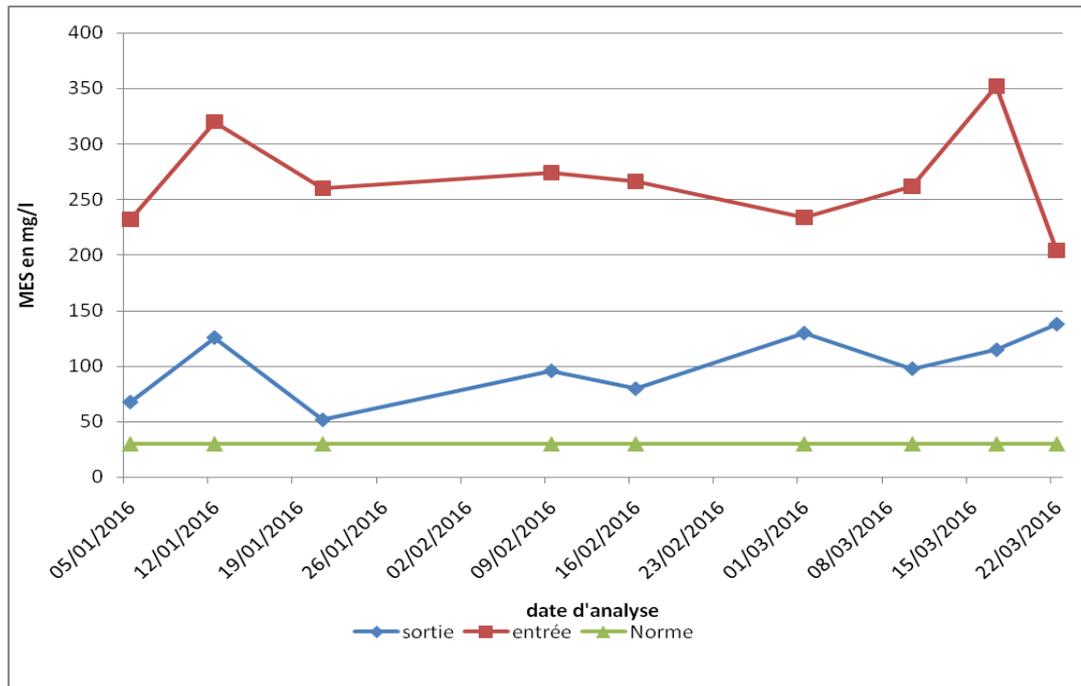


Figure V.3: Variation journalière de la concentration des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP de Batna (période du 05 janvier au 22 Mars 2016)

En examinant les résultats trouvés, on remarque qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs des MES varient de 204 mg/l à 352 mg/l avec une moyenne de 267.11 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 52 mg/l à 138 mg/l avec une moyenne de 100.33 mg/l sur la durée de l'expérience. Cette valeur est supérieure à la norme de rejet en Algérie (30 mg/l). Cette augmentation dépend à l'origine des eaux usées que nous traitons, ou à une mauvaise décantation de la boue dans le clarificateur.

V.2.3.2. Matière volatile suspension (MVS)

Les matières volatiles en suspension représentent la partie organique des matières en suspension. La partie restante représentant les matières minérales. Cette partie organique comprend les particules de biomasse, vivante ou morte, ainsi que certaines particules organiques n'intervenant pas dans le processus de dépollution biologique.

La figure V.4 montre la variation de la concentration de boues dans le bassin d'aération durant la période de service de la STEP.

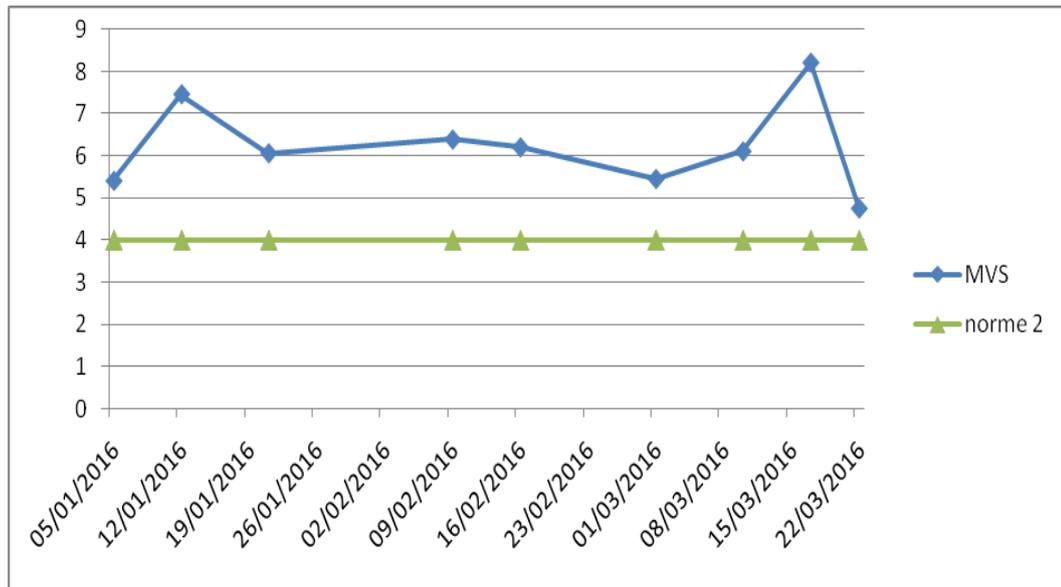


Figure V.4: Variation de la concentration des boues (exprimée en MVS) dans le bassin d’aération de la STEP de Batna (période du 05 janvier au 22 Mars 2016)

Les résultats indiqués sur la figure V.4 montrent que les concentrations en MVS dans le bassin d’aération sont au dessus de la norme (4 g/L) et sont entre 4.76 g/l et 8.21 g/l et ceci est du probablement au taux de recirculation de la boue (X_r) qui semble être élevé durant cette période d’étude.

V.2.3.3. Demande biologique en oxygène (DBO_5)

La figure V.5 donne la variation de la concentration de la DBO_5 dans les eaux brutes et les eaux traitées.

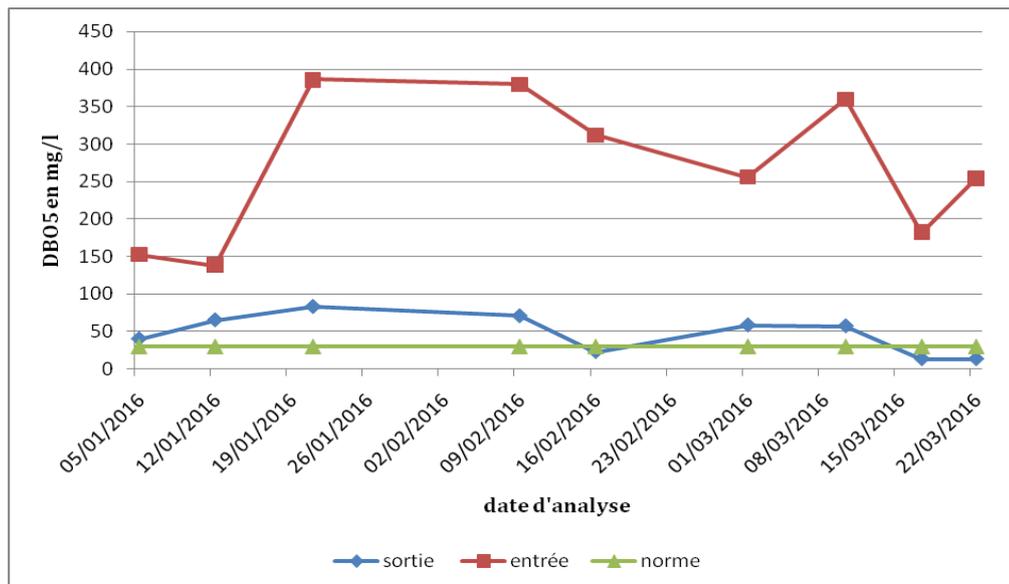


Figure V.5: Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO_5) à l’entrée et à la sortie de la STEP de Batna (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016)

La figure (V.5) 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 138 mg/l à 386 mg/l avec une moyenne de 268.88 mg/l. Cette augmentation est marquée à cause de la charge polluante importante qui est entrée dans la station. En revanche, on constate que les valeurs de la DBO₅ à la sortie de la STEP (eaux traitées) varient entre 23.2 mg/l à 83.4 mg/l avec une moyenne de 47.46 mg/l, cette dernière reste au dessus de la norme de rejet à cause de la mauvaise aération dans le bassin biologique et probablement à cause des rejets sauvages (huileries, les rejets industriels qui sont raccordées au même réseau d'assainissement).

V.2.3.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

La figure V.6 montre la variation de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP.

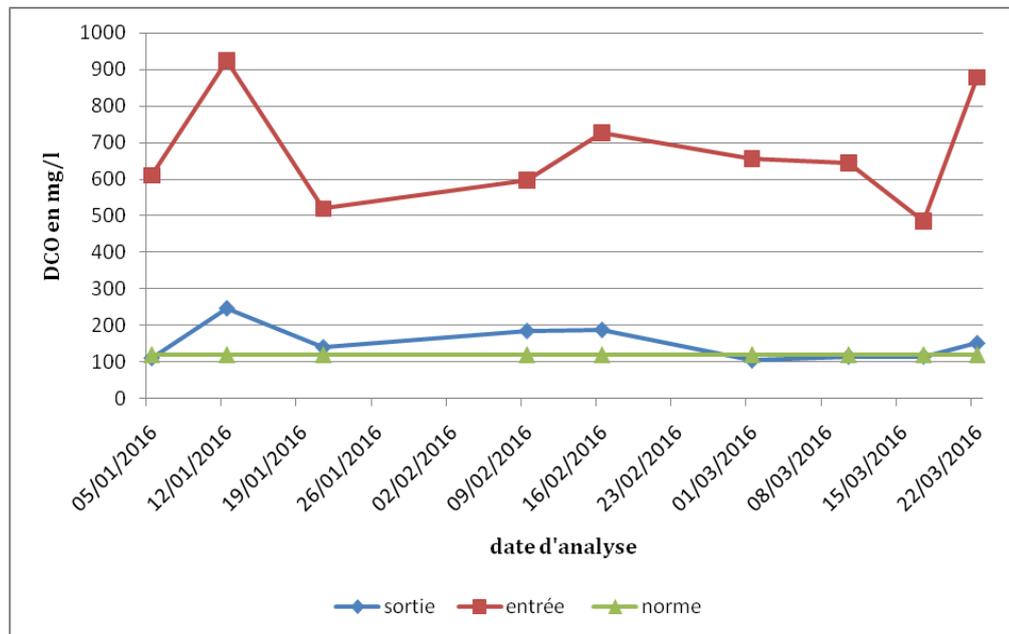


Figure V.6: Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Batna (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016)

Les résultats obtenus montrent qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs de la DCO varient entre 484 mg/l à 924 mg/l avec une moyenne de 670.88 mg/l due à une instabilité de la qualité chimique des eaux brutes. Les faibles concentrations en DCO ont été enregistrées durant les périodes pluvieuses du 21 janvier et le 17 mars 2016 où une forte dilution par les eaux de pluie a été constatée. En revanche, à la sortie de la STEP, les valeurs de la DCO varient entre 112 mg/l à 246 mg/l avec une moyenne de 151.33 mg/l. Cette dernière reste au dessus de la norme à cause de la mauvaise aération dans le bassin biologique.

V.2.3.5. 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.7 représente la variation journalière de NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP.

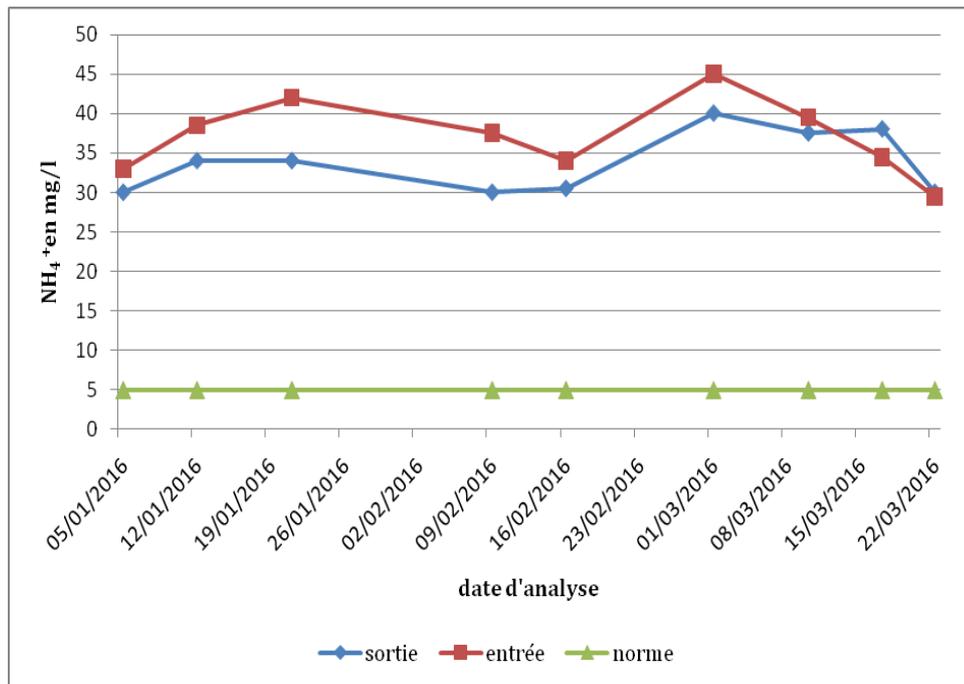


Figure V.7: Variation journalière de NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016)

Selon les résultats présentés sur la figure (V.7), on remarque que la concentration de l'azote ammoniacal dans l'eau brute varie entre 29.5 mg/l à 45 mg/l avec une moyenne de 37.05 mg/l alors qu'à la sortie, la valeur oscille entre 30 mg/l et 40 mg/l avec une moyenne de 33.77 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, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation. Cela explique l'élévation de la teneur en NH_4^+ de l'eau usée avant le traitement.

B) Nitrites (NO_2^-)

La figure V.8 représente la variation journalière des nitrites (NO_2^-) dans l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP.

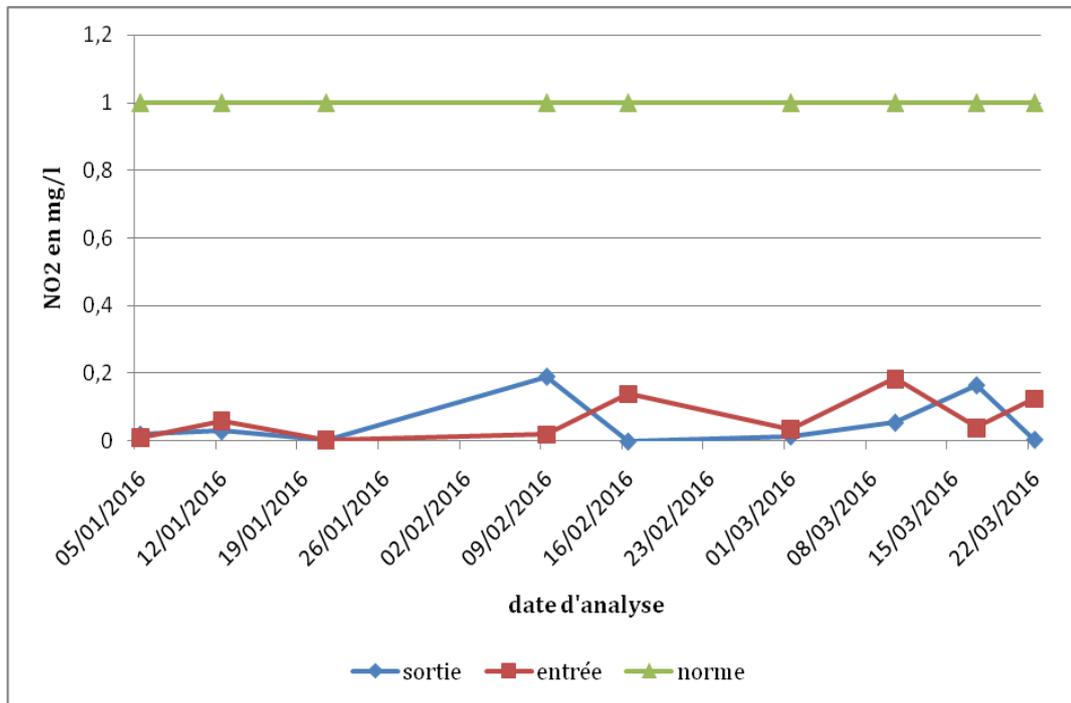


Figure V.8: Variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP
(Période du 05 janvier au 22 Mars 2016)

D'après les résultats obtenus (Figure V.8), on remarque que la teneur en nitrite des eaux usées brutes et traitées est très faible. Ainsi, la différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation, dont les valeurs se situent entre 0.003 mg/l et 0.185 mg/l au niveau des eaux brutes. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. Les valeurs signalées après traitement varient de 0 mg/l et 0.19 mg/l. Les valeurs des nitrites (N-NO_2^-) dans l'eau épurée sont largement inférieures à la limite fixée (1 mg/l).

C) Nitrate (NO_3^-) :

La figure V.9 donne la variation journalière de la teneur des nitrates (NO_3^-) dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

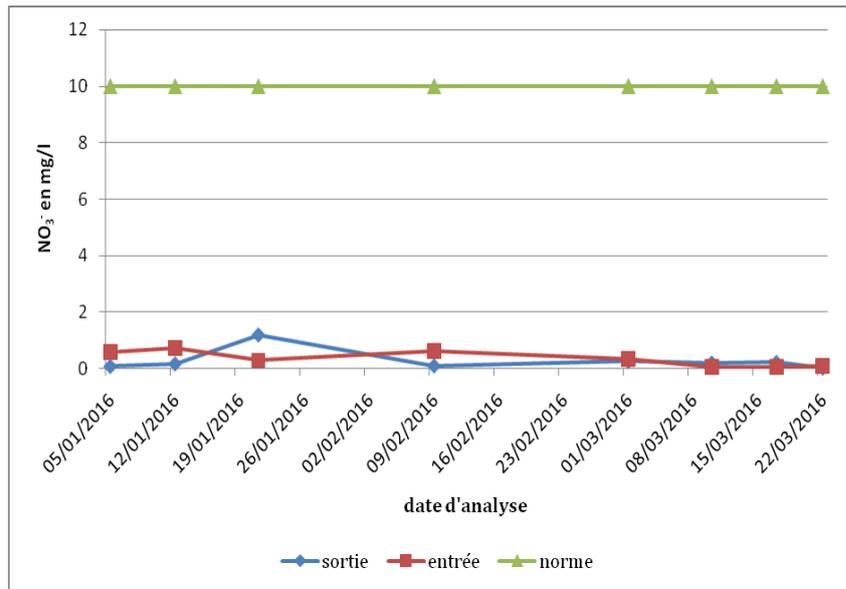


Figure V.9: Variation journalière de nitrate à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05 janvier au 22 Mars 2016)

Selon les résultats indiqués sur la figure (V.9), on observe que les valeurs des nitrates obtenues d'après les analyses, varient entre 0.06 mg/l et 0.73 mg/l à l'entrée et de 0.02 mg/l à 1.19 mg/l à la sortie. Les valeurs des nitrates restent au dessous de la norme de rejet fixée (10 mg/l).

V.2.3.6. Orthophosphates (PO₄⁻³)

La figure V.10 représente la variation d'orthophosphates (PO₄⁻³) dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de batna.

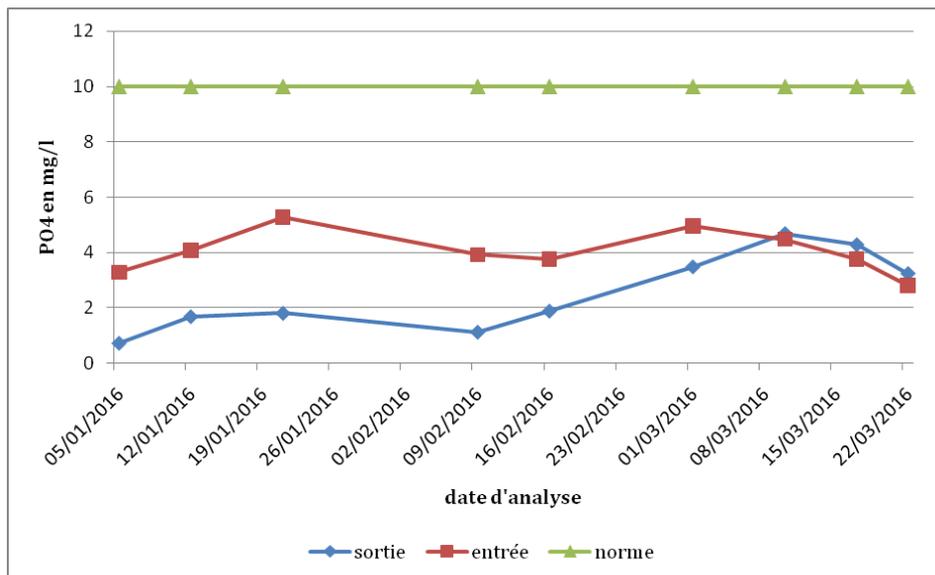


Figure V.10: variation journalière d’orthophosphates à l'entré et à la sortie de la STEP (période du 05/01/2016 au 22/03/2016)

D'après les résultats obtenus indiqués sur figure V.10, on constate que les valeurs des orthophosphates (PO_4^{3-}) varient d'un minimum de 2.8 mg/l à un maximum de 5.28 mg/l au niveau des eaux brutes. Concernant les eaux épurées, les concentrations oscillent entre 0.72 mg/l et 4.68 mg/l. Les valeurs des orthophosphates (PO_4^{3-}) restent au dessous de la norme de rejet fixée (10 mg/l). Ceci confirme la bonne efficacité de la STEP vis-à-vis à l'abattement du phosphore surtout durant la période du 05/01/2016 jusqu'au 01/03/2016.

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:

$$C_m = \frac{[\text{DBO}_5] \cdot Q_j}{V_{\text{BA}} \cdot \text{MVS}} \quad (\text{V.1})$$

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

V_{BA} : volume du bassin d'aération (m^3);

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

Q_j : débit journalier d'eau usée à traiter (m^3/j);

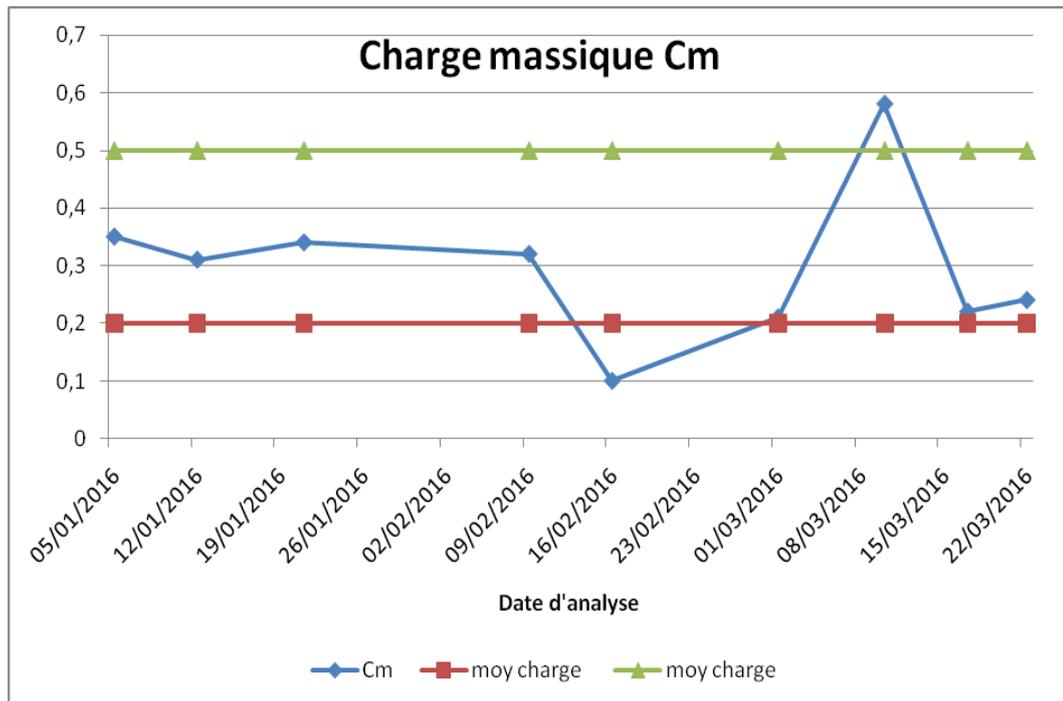


Figure V.11: Variation de charge massique (C_m) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 05/01/2016 au 22/03/2016)

Selon les résultats indiqués, il en ressort que la STEP de Batna fonctionne correctement en moyenne charge ($0,2 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j} < C_m < 0,5 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j}$). A l'exception

d'un léger dépassement observé supérieur à 0.5 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.

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:

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

Q_j: débit journalier d'eau usée à traiter (m³/j);

V_{BA}: volume du réacteur (m³);

[DBO₅]: la concentration en demande biologique en oxygène de l'effluent à cinq jours (kgO₂/m³).

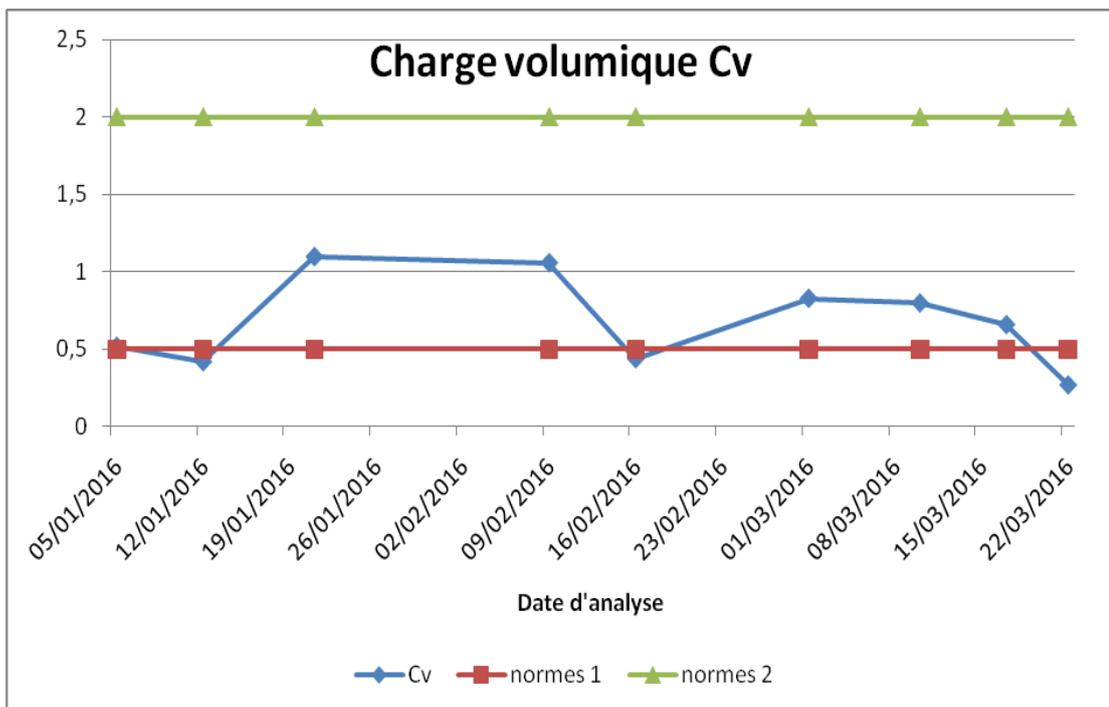


Figure V.12: Variation de charge volumique (Cv) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 05/01/2016 au 22/03/2016)

D'après la figure V.7, on remarque que la STEP fonctionne en moyenne charge ($0.5 < C_v < 2$), avec un léger dépassement pour certains jours.

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.

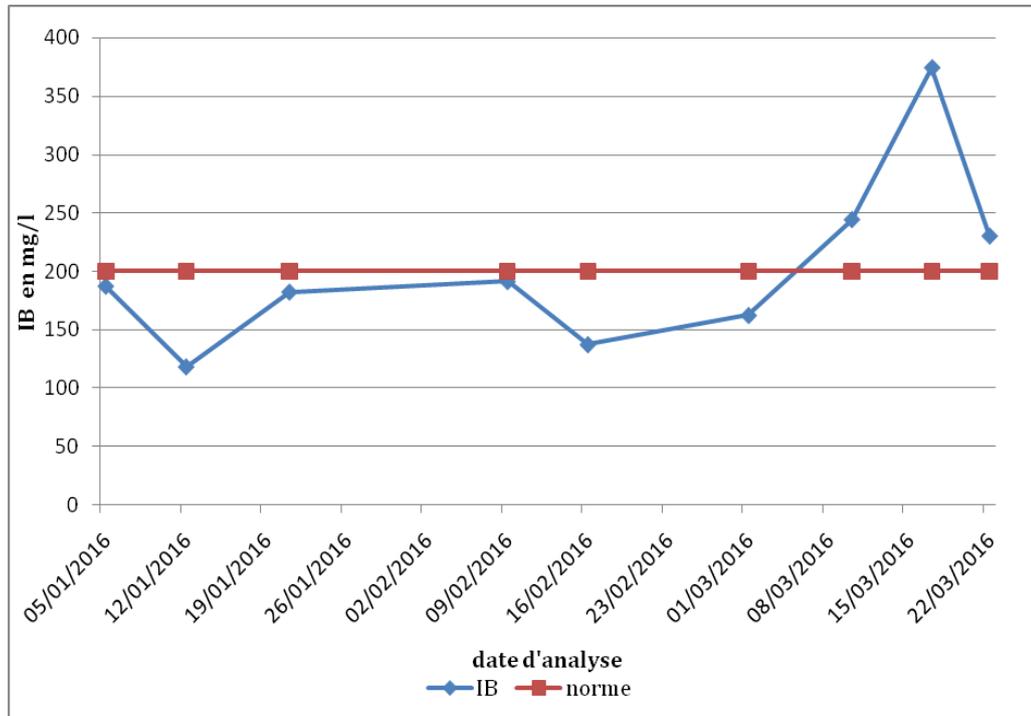


Figure V.13: Variation de l'indice de boue (IB) à la sortie du bassin d'aération de la STEP de batna (période du 05 janvier au 22 Mars 2016)

Les valeurs de (I_B) oscillent entre 118 et 374 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. Les résultats des tests de décantation en éprouvette (indice de boues), montrent que pour les deux mois de janvier et février 2016, toutes les valeurs de l'indice de boue sont inférieures à la valeur fixée par le CEMAGREF (200 ml/g) avec des valeurs variant de 118 à 191 ml/g (figure V.13). Cependant, pour le mois de mars toutes valeurs sont supérieures à 200 ml/g, ce qui indique une mauvaise décantation dans les décanteurs secondaires.

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 Batna, 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-NH₄⁺), les nitrates (NO₃⁻), 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 :

- Le pH de l'eau traitée a diminué très légèrement de celui de l'eau brute due à une formation de l'acide carbonique (CO₂) dans l'eau lors du traitement biologique ;
- L'azote ammoniacal (NH₄⁺) 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 NH₄⁺ dans l'eau usée avant le traitement.
- Les concentrations en MVS dans le bassin d'aération sont au dessus de la norme (4 g/L), ceci est dû au taux de recirculation de la boue (Xr) qui semble être élevé durant cette période d'étude.
- La station d'épuration de Batna fonctionne correctement en moyenne charge. Sa charge massique n'excède pas 0.5 kg DBO₅/kg MVS.j (0.2 kg DBO₅/kg MVS.j < Cm < 0.5 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 Batna par le procédé "boues activée". Ce

Le 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] BAHHA 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] TEKFI KARIMA, étude des performances épuratoires d'une station d'épuration à boues activées, mémoire de PFE DEUA hydraulique, 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 01/03/2016).

[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 Batna, 2011.

[20] [www. google.map.com](http://www.google.map.com), 2016.

ANNEXES

Listes des Abréviations

°C : Degré Celsius.

C_m: La charge massique exprime en Kg DBO₅/Kg MVS.j

C_V : La charge volumique exprimé en kg DBO₅ / m³.j.

C_{BA} : Concentration des boues activées.

C_{Br} : Concentration des boues recirculées.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

EB : Eau brute.

ET : Eau traitée

EUT : Eau Usée Traitée

I_b : Indice de boues.

I_m : Indice de Mohlman .

MES : Matière En Suspension.

M.M : Matière minérales (mg/l)

MVS : Matière volatile sèche (mg/l)

NH₄⁺ :Azote ammoniacal

NO₃: Nitrate.

NO₂⁻:Nitrite

NTK : Azote total de Kjeldahl .

NT: Azote Total.

P_T : Phosphore total.

EH : Equivalent habitant.

OMS : Organisation Mondial de la Santé.

ONA : Office National d'Assainissement.

PH : Potentiel Hydrogène.

PO₄³⁻ :phosphates

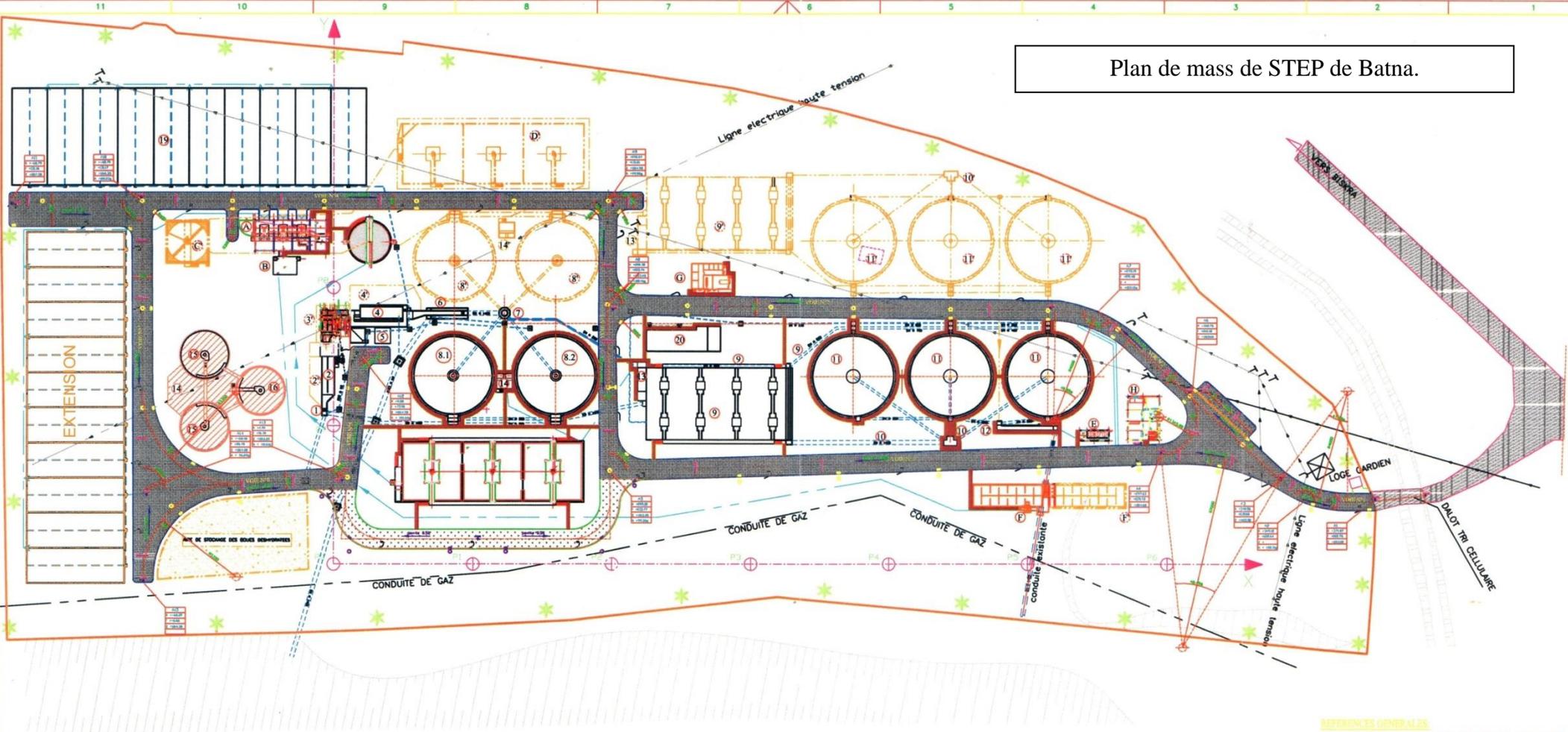
ERI : Eaux résiduaire industriel.

STEP : Station d'Epuration.

T : Température.

V₃₀: Volume de boue obtenu après 30 minutes de décantation.

Plan de mass de STEP de Batna.



LEGENDE		LEGENDE		LEGENDE		LEGENDE	
OUVRAGE EXISTANT		OUVRAGE EXISTANT		OUVRAGES NOUVEAUX		EXTENSION 2ème PHASE	
1	Predegrillage	14	Pompage boues fraîches	A	Batiment deshydratation mecanique des boues	2	Relevement
2	Relevement	15	Digestion primaire	B	Reservoir de stockage des eaux epurees	3	Degrillage
3	Degrillage	16	Digestion secondaire	C	Epaisseur	4	Dessablage-Deshuilage
4	Dessablage-Deshuilage	18	Chaufourier-Salle des compresseurs de gaz	D	Bassin de stabilisation	8	Decanteur primaire
5	Batiment de surpression	19	Lits de sechage	E	Batiment de chloration	9	Aeration
6	Deversoir de BY-PASS	20	Batiment d'exploitation	F	Bassin de chloration	10	Ouvrage de repartition
7	Ouvrage de repartition			G	LOCAL TRANSFOS	11	Clarification
8	Decanteur primaire			H	Batiment d'exploitation	13	Pompage boues de recirculation/en exos
9	Aeration					14	Pompage boues fraîches
10	Ouvrage de repartition					D	Bassin de stabilisation
11	Clarification					F	Bassin de chloration
12	Comptage						
13	Pompage boues de recirculation/en exos						

	OUVRAGES EXISTANTS
	NOUVEAUX OUVRAGES (1er phase)
	EXTENSION (2ème phase)

REFFERENCES GENERALES
 - IMPLANTATION DES OUVRAGES FILIERE BOUE VOIR PLAN N° 500
 - TERRASSEMENTS GENERAUX VOIR PLAN N° 501
 - TERRASSEMENT SECONDAIRE VOIR PLAN N° 502

REFFERENCES DOSSIER VRD GLOBALE :
 - VRD générale voir plans : 260 à 264

MODE	DATE	DESIGNATION	MSA

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU

DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE DE LA WILAYA DE BATNA

REHABILITATION, ACHEVEMENT DES TRAVAUX ET GESTION DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DE LA VILLE DE BATNA

ORGANISME NATIONAL DE CONTRÔLE TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION HYDRAULIQUE
 C.T.H Agence Algérie Est

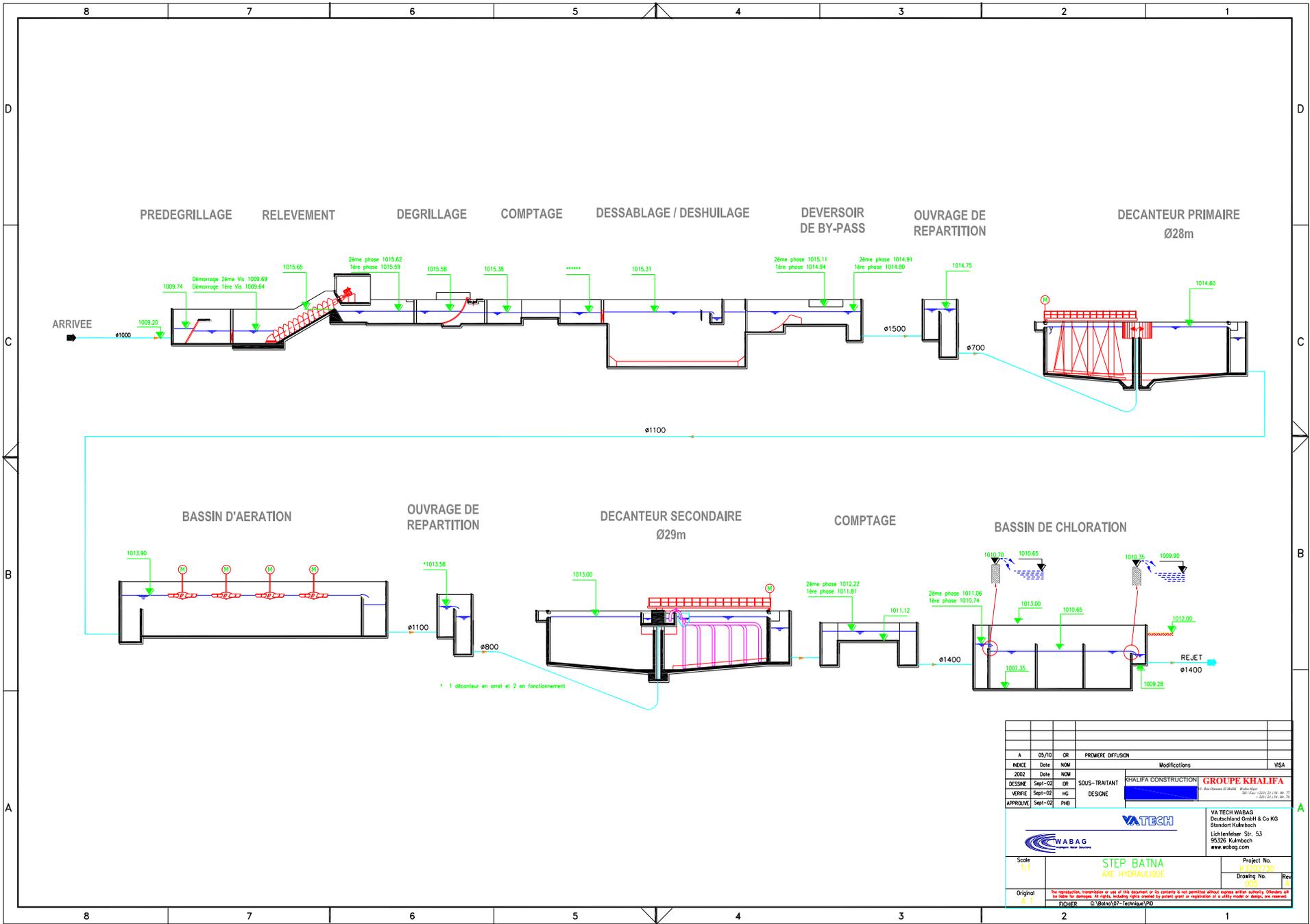
VERIFICATION, ACHÈVEMENT, ENTRETIEN DE LA STATION

VERIFICATION	DATE	CH - Fm
ESTRUC		
CONTRÔLE		
VERIF		
APPROB		
REVIS		
FINALE		
VALIDE		

VERIFICATION, ACHÈVEMENT, ENTRETIEN DE LA STATION
 VERIF. EN PLAN VERIF. ENSEMBLE DE LA STATION

NUMERO PLAN

Plan de la STEP de Batna.



A		05/10	OR	PREMIER DIFFUSION	VISA
INDICE	Date	NOM	Modifications		
2002	Date	NOM			
DESINE	Sept-02	OR	SOUS-TRAITANT	KHALIFA CONSTRUCTION	GRUPE KHALIFA
VERIFIE	Sept-02	HC	DESIGNE		
APPROUVE	Sept-02	PHB			

		VA TECH WABAG Deutschland GmbH & Co KG Standort Kalmbsach Lichtenfelder Str. 53 95526 Kalmbsach www.wabag.com
Scale T:1	STEP BATNA AXE HYDRAULIQUE	Project No. 03902750 Drawing No. 005 Rev 1A
Original	The reproduction, transmission or use of this document or its contents is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights including copyright are reserved by the proprietor. No representation of a third party is intended.	

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D.EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

- **PH** : Potentiel d' hydrogène.
- **DBO₅** : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours.
- **DCO** : Demande chimique en oxygène.
- **MES** : Matière en suspension.