



Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
de Licence professionnelle en:

Hydraulique

Thème:

**Efficacité de la station d'épuration de la ville de
ZEMMOURIW(BOUMERDES)**

Réalisé par:

MESTOURINEDJMEEDDINE

Encadré par:

- M^{elle} AICHOUNE MERZAKA

Ingénieur d'Etat en hydraulique

Corrigé par:

- Mme Hamzaoui
- Mme Baloul

Année Universitaire: 2020/2021

Remerciements

Je remercie Dieu qui m'a donné la force et la patience à la réalisation de ce travail.

J'exprime mes sincères remerciements:

- A mes chers parents pour leur contribution à ce travail.
- A ma promotrice M^{elle}: AICHOUNE MERZAKA pour sa précieuse conseil et son aide durant toute la période du travail.
- Aux directeurs et membres du laboratoire, sans oublier Mme PILLARBY RADHIA, Responsable du Laboratoire et M'AIT Mouloud Lilia, Responsable STEP pour me donner le sens des responsabilités et un sentiment de travail et les connaissances que j'ai reçues d'eux pendant le stage.

Une grande merci à Mr MADONNE MOHAMED pour son aide dans la durée de ma formation.

Sans oublier tous les professeurs et travailleurs de l'Institut de Technologie de BOUIRA. Un grand Merci à tous les employés de la station d'épuration de ZEMOURI.

Un grand merci à tous ceux qui ont participé directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

DEDI CACES

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents, que dieu les garde.

Mes très chers sœurs et frères.

A toute ma famille.

A toute mes amis sans exception.

A toute ma promotion et à tous mes enseignants.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1: Caractéristique du rapport de la biodégradabilité<<K>>[18].....10

Chapitre II

Tableau II.1:Normes des rejets (selon la notice d'exploitation STEPZEMMOURI)
.....17

Tableau II.2:Les caractéristiques de clarificateur.....33

Chapitre III

Tableau III.1:Paramètres et fréquences d'analyses de l'eau.....32

Tableau III.2:Normes des rejets internationales.....33

Tableau III.3:Valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur
[23].....34

Tableau III.4:Tableau estimatif de volume du DBO₅ de l'échantillon a analyses.....35

Chapitre IV

Tableau IV.1: Les résultats des analyses de PH (mois février et mars et avril et
mai).....41

Tableau IV.2:Les résultats des analyses de T°C (mois février et mars avril et
mai).....42

Tableau IV.3:Les résultats des analyses de CE (mois février et mars et avril et
mai).....44

Tableau IV.4:Les résultats des analyses de MES(mois février et avril et
mai).....45

Tableau IV.5: Les résultats des analyses de DCO (mois février et mars et avril et
mai).....46

Tableau IV.6: Les résultats des analyses de DBO₅(mois février et mars et avril et
mai).....48

Tableau IV.7:Les résultats des analyses de N-NO₃(mois février et avril et
mai).....49

Tableau IV.8: Les résultats des analyses de N-NH₄(mois février et avril et
mai).....50

Tableau IV.9: Les résultats des analyses de P-PO₄(mois février et avril et
mai).....51

Tableau IV. 10:Les résultats des analyses de NTK(mois février et mars avril et
mai).....52

Liste des figures

Chapitre I

FigureI.1: Déversement des eaux usées	2
FigureI.2: Eaux usées domestiques	3
FigureI.3: La pollution agricole	5
FigureI.4: Les eaux pluviales.....	5
FigureI.5: La pollution physique.....	6
FigureI.6: La pollution organique.....	6
FigureI.7: La pollution microbiologique	7
Figure I.8: Un canal artificiel dans la STEP	13

ChapitreII

FigureII.1: Schémas de l'organigramme de laSTEP.....	16
FigureII.2: Le relevage des eaux usées(vue en face)	16
FigureII.3: Le relevage (vue en coté).....	18
FigureII.4: Le relevage(vue en haut)	18
FigureII.5: Le dégrilleur	18
FigureII.6: Le déshuileur	20
FigureII.7: Les bassins d'aération.....	22
FigureII.8: Les bassins de décantation	22
FigureII.9: Les bassins de désinfection.....	24
FigureII. 10: Les bassins d'épaississement de la boue.....	25
Figure II.11: Un appareil de déshydratation des boues.....	26
FigureII.12: Le transport des boues	28

Chapitre IV

FigureII.1: Le graphe de résultats des analyses de PH(mois février et mars).....	41
FigureIV.2: Le graphe de résultats des analyses deT°C(mois février et mars)	42
FigureIV.3: Le graphe de résultats des analyses de CE (mois février et mars et avril et mai)	43
FigureIV.4: Le graphe de résultats des analyses de MES(mois février et mars et avril et mai)	44

Figure IV.5: Le graphe de résultats des analyses de DCO (mois février et mars et avril et mai).....	45
Figure IV.6: Le graphe de résultats des analyses de DBO5 (mois février et mars et avril et mai).....	46
Figure IV.7: Le graphe de résultats des analyses de N-NO2 (mois février et mars et avril et mai).....	47
Figure IV.8: Le graphe de résultats des analyses de N-NO3 (mois février et mars et avril et mai).....	48
Figure IV.9: Le graphe de résultats des analyses de N-NH4 (mois février et mars et avril et mai).....	49
Figure IV.10: Le graphe de résultats des analyses de P-PO4 (mois février et mars et avril et mai).....	50
Figure IV.11: Le graphe de résultats des analyses de NTK (mois février et mars et avril et mai).....	51

Liste des abréviations

A:Absence

AS:arsenic,

AOX:composés organo halogénés

Cd:cadmium.

CE:conductivités Electrique.

CO₂:dioxyde de carbone.

COV : Composés Organique Volatiles.

DBO₅:DemandeBiochimiqueenOxygène.**D**

CO :Demande Chimique en Oxygène.

EH: Equivalent Habitant.

ERU: Eaux résiduaires urbaines.

H₂O: l'eau.

H₂S:HydrogèneSulfureux.

HAP:Hydro carbures Aromatiques Polycycliques.

IB: Indice de Boue.

K:Benzine.

MES: Matière en Suspension.

Min: minutes.

MMS:MatièreMinéralesenSuspension.

MO: Matière oxydables.

MVS: Matière Volatiles en Suspension.

NH₄⁻:Azote ammoniacal.

NO₂⁻:Nitrites.

NO₃⁻: Nitrates.

O₂:Oxygen.

ONA: Office National d'Assainissement.

P:Présent

Pb: plomb.

PH :potential Hydrogen.

P-PO₄⁻³ :Orthophosphates

P_R:Points Rempile.

P_s:Points Sec.

PV: Points vide.

SR3:Station de Relevage numéro3.

STEP: Station d'Epuration.

T°C:Température.

V:Volume.

VB₃₀:Volume de Boue obtenu après 30minutes.

Vi:Nickel.

الملخص

تتحدث هذه المذكرة عن معالجة مياه الصرف الصحي التي تعتبر مصدر قلق بالنسبة للمدن الكبيرة خاصة في ظل أزمة ندرة المياه وزيادة عدد السكان وكذلك التقدم الصناعي , لهذا الغرض فإن محطات المعالجة لها دور في جمع مياه الصرف الصحي, ثم معالجتها بفضل سلسلة من الاليات الفيزيائية- الكيميائية او البيولوجية قبل تصريفها في المحيط الخارجي دون خطر تلوث البيئة وحماية الصحة العامة.أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن معايير التلوث المدروسة قريبة من معايير التصريف ,وأن محطة المعالجة بزموري ولاية بومرداس عملت بشكل جيد خلال فترة الدراسة.

الكلمات المفتاحية:مياه الصرف الصحي،معايير التلوث،محطات المعالجة،الحماة المنشطة، أداء التنقية.

Résumé

Ce mémo parle du traitement des eaux usées, qui est une source de préoccupation pour les grandes villes, notamment au regard de la crise de rareté de l'eau, de l'augmentation de la population, ainsi que des progrès industriels. A cet effet, les stations d'épuration ont un rôle de collecte des eaux usées, puis le traiter grâce à une série de mécanismes physico-chimiques ou biologiques avant d'être rejetés dans le milieu extérieur sans risque de pollution de l'environnement et protéger la santé publique. Les résultats obtenus ont montré que les normes de pollution étudiées sont proches des normes de rejet, et que la station d'épuration de ZEMMOURI ,wilaya de BOUMERDES à bien fonctionné pendant la période d'étude.

Mots clés : eaux usées ,normes de pollution, stations d'épuration ,boues activées performances épuratoires.

Abstract

This memoire talks about wastewater treatment, which is a source of concern for large cities, especially in view of the water scarcity crisis, the increase in population, as well as industrial progress. To this end, the purification stations have a role of collecting wastewater, then treat it using a series of physicochemical or biological mechanisms before being released into the external environment without risk of environmental pollution and protecting public health. The results obtained showed that the pollution standards studied are close to the discharge standards, and that the ZEMMOURI wastewater treatment plant, wilaya of BOUMERDES, functioned well during the study period.

Keywords: wastewater ,pollution parameters, treatment plants, activated sludge, purification performance.

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I

Introduction.....	2
I.1. Définition des eaux usées	2
I.2. Source des eaux usées	3
I.2.1. Les eaux usées domestiques	3
I.2.2. Les eaux usées industrielles	3
I.2.3. Les eaux agricoles.....	4
I.2.4. Les eaux pluviales.....	5
I.3. Origine des polluants de l'eau.....	5
I.3.1. Pollution physique	5
I.3.2. Pollution organiques	6
I.3.3. Pollution microbiologique.....	7
I.3.4. Pollution minérales	7
I.4. Caractéristiques des eaux usées	8
I.4.1. Les paramètres physico-chimiques.....	8
A. La température.....	8
B. Le potentiel d'Hydrogène(pH).....	8
C. La couleur et L'odeur.....	8
D. La turbidité	9
E. Les matières en suspension(MES).....	9
F. La conductivité électrique(CE).....	9
G. La demande biochimique en oxygène(DBO5)	9
H. La demande chimique en oxygène(DCO)	9
K. La biodégradabilité.....	10
L. Le phosphore	10
M. L'azote.....	11
I.4.2 Caractéristiques biologiques.....	11
A. Les bactéries	11
B. Les virus	11
C. Les Protozoaires	11

Chapitre II

II.1. Présentation de la STEP de ZAMMOURI	13
II.1.1. Mission principale de L'ONA	14
II.2. Le réseau d'assainissement	14
II.3. Description technique de la station d'épuration	14
II.3.1. Organisation de la station.....	16
-Objectif de traitement.....	17
II.4. Les étapes de traitements des eaux usées	17
II.4.1. Le relevage	17
II.4. 2. Prétraitement	19
A- Dégrillage	19
B- Dessablage-Dégraissage	20
II.4.3. Traitement biologique.....	21
II.4.4. Décantation-clarification	23
II.4.5. Traitement des comptages et désinfection	24
II.5. Filière traitements des boues	25
II.5.1. Épaississeur des boues	25
II.5.1.1. Caractéristiques fonctionnelles	26
II.5.1.2. Caractéristiques dimensionnelles.....	26
II.5.1.3. Caractéristiques fonctionnelles	26
II.5.2. Déshydratations mécaniques de boues surban des presseuses.....	27
II.5.3. Caractéristiques générales de la ban de presseuse.....	27
II.5.3.1. Préparation de polymère.....	27
II.5.3.2. Déshydratation des boues	27
Conclusion	29

Chapitre III

III. Analyse des eaux usées au laboratoire.....	31
III.1. Prélèvement et échantillonnages	31
III.1.2. Paramètres et fréquences d'analyses	31
III.2. Normes de rejets	32
III.2.1. Normes internationales	32
III.2.2. Normes de rejet appliquées en Algérie.....	33

III.3. Les analyses physicochimiques.....	35
La Température et pH.....	35
1-Conductivité.....	35
3-La demande biochimique en oxygène DBO.....	35
4-La demande chimique en oxygène DCO.....	36
5- Matière en suspension(MES).....	37
6-Pour filtration sous vide	37
7-Nitrites NO ₂	38
III.4. Caractérisation de la boue durant le traitement.....	38
III.4.1. Prélèvement et échantillonnage	38
III.4.2. Les analyses physiques effectuées sur les boues des bassins (boues activées et – boues recerclées).....	39
III.4.2.1. Ladécantationaprès30minutes	39
Conclusion	40

Chapitre IV

IV. Résultat des analyses et interprétations	41
IV.1. Analyse physique	41
a-Potentiel hydrique PH.....	41
b-Température T°C.....	42
c-Conductivité CE.....	43
d-MES(Matière en suspension).....	44
e- Demande chimique en oxygène DCO.....	45
f- DemandebiochimiqueonoxygèneDBO ₅	46
g- Nitrites N-NO ₂	47
h- Nitrates N-NO ₃	48
i- Azote ammoniacal N-NH ₄	50
g-OrthophosphateP-PO ₄	50
k-Azote KJELDAH LNTK.....	52
Conclusion générale	53

Introduction générale

Introduction Générale

Introduction Générale

L'eau est une ressource naturelle essentielle à la vie. Elle constitue 70% du poids du corps humain. Cette extraordinaire richesse qui caractérise tant notre planète bleue, grâce à laquelle la vie a pu se développer dans toutes adiversité.

L'homme a mis en place, dans les villes des systèmes d'assainissement. D'abord desimpleségoutspourconduireleseauxuséesetleseauxdepluiesverslesrivières.

Avec le développement de l'urbanisation et de l'industrialisation ainsi que l'évolution des modes de consommation, les rejets d'eaux usées ont considérablement évolué en qualité et en quantité. Lorsque les eaux usées ne sont pas traitées, les cours d'eau sont dépassés dans leur capacité naturelle d'épuration et se retrouvent pollués, donc il a été instauré le système d'épuration de ces rejets pollués dans les stations d'épuration.

Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objet de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent. Par conséquent, elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration dont le rôle est de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un petit volume de résidu, de boue et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises et cela grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques [1].

Ces stations sont dimensionnées pour traiter une certaine charge de pollution et assurer un rejet conforme eaux normes en vigueur.

Ce travail a pour but de déterminer l'efficacité du traitement par boue activée au niveau de la station d'épuration de ZEMOURI wilaya de BOUMERDES. C'est pourquoi j'ai divisé mon travail en des chapitres commençant par le premier chapitre , on donne des généralités sur les eaux usées et leurs sources ,suivie par un deuxième chapitre qui va présenter notre station d'étude en citant ses différents équipements entrants dans la chaine de traitement des eaux usées, or dans le troisième chapitre on va définir les analyses faites au niveau de laboratoire de la station sur des échantillons de l'eau brute et épurées et on se termine par le dernier chapitre ou on va faire des interprétations sur les résultats des analyses physico-chimiques des eaux épurées et brutes. Enfin on termine notre travail par une conclusion globale.

**Chapitre I:
Généralités sur les eaux
usées**

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

Introduction:

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique ,soit la plus faible possible.

L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval(germes pathogènes, azote, phosphore...etc.) . Elle se fait dans des stations d'épuration qui comportent des installations de traitement des eaux et des dispositifs de traitement des boues produites.[1]

I.1. Définition des eaux usées

Les eaux résiduaires urbaines (ERU),ou eaux usées ,sont des eaux chargées de polluants solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine ;une eau usée estgénéralementunmélangedematièrespolluantesrépondantàcescatégories,disperséesdissoutesdansl'eauauxbesoinsdomestiqueouindustriels,doncsouslaterminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaine(domestique ,industrielles ou agricoles)[2].



Figure I.1:Déversement des eaux usées

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

I.2. Source des eaux usées

Les eaux usées telles qu'il est défini dans l'introduction ,ont trois origines possibles

- ✓ Les eaux domestiques.
- ✓ Les eaux industrielles.
- ✓ Les eaux agricoles.

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas)par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménages.

Lorsque les habitations sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts. Elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent[3] :

- Des eaux de cuisine :qui contiennent des matières minérales en suspension provenant de lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matièresorganique,(glucides,lipidesprotides),etdesproduitsdétergents;
- Des eaux buanderie : contenant principalement des détergents;
- Des eaux de salle de bains : chargés en produits utilisés pour l'hygiène corporelle généralement de matières grasses hydro carbonées;
- Des eaux de vannes ,qui proviennent des sanitaires(WC),très chargée ses matières organique hydrocarbonées ,en composés azotés, phosphorés et en microorganismes.

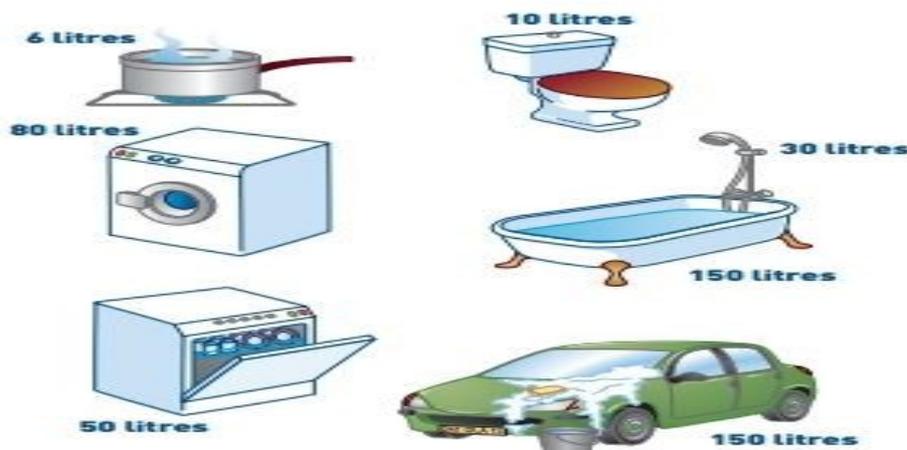


Figure I.2:Eaux usées domestiques

I.2.2. Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'un utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

d'activités artisanales ou commerciales: blanchisserie ,restaurant, laboratoire d'analyse médicale ,et les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement:

- Soit-rejeté dans le réseau domestique;
- Soit-prétraité puis rejeté dans les réseaux domestiques
- Soit-entièrement traité sur place et rejeté dans le milieu Natural. Ce dernier cas ne nous intéresse pas dans le cadre de la réutilisation des eaux usées épurées .[3]

I.2.3. Les eaux agricoles

Il s'agit de rejets liquides et agricoles issus du ruissellement d'eaux d'irrigation qui entraine des engrais et des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures: Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphate utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissant la teneur en oxygène des eaux courantes, compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques. Apport des pesticides chlorés ou phosphore, de désherbants et d'insecticides. En région viticole, apport de sulfates de cuivre ,de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes.[4]

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées



Figure I.3:La pollution agricole

I.2.4. Les eaux pluviales

Les eaux pluviales sont rejetées après la pluie par les systèmes d'évacuation prévus pour les surfaces imperméables. Les eaux épurées qui ne sont que très rarement des eaux pures mais plutôt des eaux usées traitées jusqu'à un niveau de pollution toléré par la législation pour leur émission dans la nature.[5]



Figure I.4:Les eaux pluviales

I.3. Origine des polluants de l'eau

I.3.1. Pollution physique

Il s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matières traités variés dans l'eau, qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau), les matières flottantes (plus légères que l'eau) et les matières non séparables (de même densité que l'eau). La pollution physique désigne l'autre type de pollution thermique due aux températures élevées que cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz et la pollution radioactive.[6]

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées



Figure I.5: Pollution physique

I.3.2. Pollution organique

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante. On distingue pour les eaux usées urbaines les matières organiques banales (protides, lipides ,glucides),les détergents (anioniques,cationiques,nonioniques),les huiles et goudrons.

Il est a noter l'existence d'autre substance, organiques utilisées ou fabriquées industriellement, c'est le cas des phénols ,des aldéhydes et des composes azotes.[7]



Figure I.6:La pollution organique

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

I.3.3. Pollution microbiologique

Cette pollution est due à la présence d'une multitude d'organismes vivants dans les eaux usées apportés par les excréments d'origines humaine ou animale. La pollution microbiologique devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu récepteur pouvant provoquer des maladies dangereuses pour l'individu.[8]



Figure I.7:La pollution microbiologique

I.3.4. Pollution minérale

Il s'agit d'effluents constitués essentiellement de métaux lourds en provenance des industries métallurgiques, de traitement de minerais. On peut citer quelques-uns, comme le plomb, le cuivre, le fer, le zinc, le mercure. Il y'a aussi le cas de certains sels provenant de l'agriculture.

Ces éléments sont non biodégradables et de ce fait un traitement tertiaire devient plus que nécessaire.[9]

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

I.4. Caractéristiques des eaux usées

Dans ce chapitre nous passerons en revue les principaux paramètres physico-chimiques à analyser lors de la partie expérimentale.



Figure I.8: Un canal artificiel dans la STEP [10]

I.4.1. Les paramètres physico-chimiques

A. La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C.[10]

B. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH.[11]

C. La couleur et L'odeur

Dans les eaux usées brutes la couleur est due à la présence de matières organiques dissoutes, colloïdales ou par des composés chimiques solubles qui sont colorés. Elle est due à une fermentation des matières organiques. La couleur et l'odeur des eaux usées renseignent sur l'âge des déchets liquides.[12]

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

D. La turbidité

Une eau turbide est une eau trouble. Cette caractéristique vient de la teneur de l'eau en particules en suspension, associées au transport de l'eau. Au cours de ce parcours, l'eau se charge de quantités énormes de particules, qui troublent l'eau. [13]

E. Les matières en suspension(MES)

On appelle matière en suspension les très fines particules qui ne sont pas dissoutes dans l'eau qui donnent un aspect trouble à l'eau et qui s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique.[14]

F. La conductivité électrique(CE)

La Conductivité est la propriété que pondéré une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions que sont mobiles dans un champ électrique.Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leur concentration. [15]

G. La demande biochimique en oxygène(DBO5)

La demande biochimique en oxygène DBO, exprime en mg d'oxygène par litre. Elle exprime la quantité de matières organique, biodégradables présentes dans l'eau ,plus précisément ,ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour mesurer ce paramètre, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommé au bout de cinq jour. C'est la DBO5, demande biochimique en oxygène sur cinq jours. La mesure de la DBO5 constitue un moyen valable de l'étude des phénomènes naturels de destruction des matières organiques. Pratiquement la DBO5 permet d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescible.[12]

H. La demande chimique en oxygène(DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO), exprime en mg d'O₂ /l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique est dans des conditions

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

Définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau. Elle représente donc ,la teneur totale de l'eau en matière oxydable.[16]

K. La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par le micro-organisme qui intervient dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradation est exprimée par un coefficient K ,tel que, $K=DCO/DBO_5$:

Tableau I.1: Caractéristique du rapport de la biodégradabilité<<K>>[17]

Valeur de K	Caractère de l'effluent
1.5	Bonne biodégradabilité.
2 à 3	Biodégradabilité moyenne.
4 à 5	Biodégradabilité faible.
>5	Non biodégradabilité

L. Le phosphore:

Le phosphore représente le dosage des orthophosphates, polyphosphates et organo phosphates. Cette forme de pollution est entre autres responsable de l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau elle permet le suivi et la gestion des unités de traitement.

Le phosphore est un élément indispensable au développement de tous les organismes vivants on en distingue deux formes :

- Le phosphore organique, résidu de la matière vivante;

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

➤ Le phosphore minéral, essentiellement constitué de phosphate (PO₄), qui représente 50 à 90% de la totalité du phosphore dans les eaux usées urbaines.

Le phosphore total (PT) = P organique + P minéral.

La quantité de PT s'exprime en mg/l.[18]

M. L'azote

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué de composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniacal, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total [19]

I.4.2 Caractéristiques biologiques

A. Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Une minorité de ces bactéries sont régulièrement pathogènes dont les plus connus sont : les coliformes, les streptocoques fécaux, les bactéries sulfite-réductrices.[20]

B. Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement.[21]

C. Les Protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de Kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitement des eaux usées.[20]

Chapitre I :Généralités sur les eaux usées

Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté des généralités sur les eaux usées, on a mentionné leurs sources et leurs origines, ainsi les différents paramètres physiques et chimiques et biologiques qui caractérisent les eaux usées.

Chapitre II: Présentation de la station d'épuration des eaux usées

ChapitreII: Présentation de la Station d'Épuration des Eaux Usées

II.1. Présentation de la STEP de ZAMMOURI

La commune de ZAMMOURI est située à la sortie nord de la ville ,elle a été mise en service en décembre 2001. La station d'épuration qui assure le traitement des eaux usées sa capacités est de 25000 eq /h, pour un volume journalier de 5000 m³ /J. Le principe de traitement est une épuration biologique à boue activée à faible charge avec déshydratation mécanique des boues.

La STEP DE ZAMMOURI est implantée sur un ancien terrain agricole dans commune de ZAMMOURI au sud-ouest de la willaya de BOUMERDES, avec une superficie totale de 56039,30 m² et 40% du site est occupé par des espaces verts.[22]



Figure II.1: Une vue aérienne de la STEP

* Données de base de la station:

- Type de réseau: unitaire
- Nature des eaux brutes: urbaine population: 75000(m/j)
- Volume journalier: 15.000(m³/h)
- Débit moyen journalier: 625(m³/h)
- Débit de pointe temps sec: 26.04(m³/h)
- Débit de pointe temps de pluie: 1944(m³/h)
- DBO5 éliminé: 4050(Kg/j)

Chapitre II: Présentation de la stationne d'épuration des eaux usées

- MES éliminé:5250(Kg/h)

II.1.1. Mission principale de L'ONA

L'office est chargé de la gestion, l'exploitation et de la maintenance des ouvrages et infrastructures d'assainissement, assurant notamment les missions de :

- Protection et de sauvegarde des ressources et de l'environnement hydrique.
- Lutte contre les sources de pollution hydrique.
- La gestion et entretien des systèmes d'assainissement (réseau et station d'épuration).
- Sécurité et surveillance de la santé publique.

II.2. Le réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement est de type unitaire. Les collecteurs principaux s'orientent vers la station d'épuration en régime gravitaire et forcé à l'aide de station de relevage.

II.3. Description technique de la station d'épuration

- Les déchets liquides brutes sont amenés à l'usine et l'eau brute est transportée par gravité. Les déchets liquides sont collectés par une pompe.
- Lorsque l'effluent atteint le niveau d'entrée du prétraitement, il est dirigé gravitairement vers le tamisage à travers le canal de coupe.
- L'écran est constitué de deux canaux de dimensions identiques, l'un d'eux est équipé d'un écran incurvé qui fonctionne automatiquement tandis que l'autre fonctionne comme un passage latéral en cas de panne de l'écran automatique.
- Le matériau rejeté est ensuite transporté des raffineries rejetées sur un convoyeur jusqu'à la station de dérivation.
- L'effluent passe au dégraissage, qui se fait par le dégraissant circulaire.
- Le dessableur-dégraisseur extrait le câble par un système décantation-flottation et la décharge aux pies d'un vis de lavage sable, le sable extrait par la vis tombe dans une benne, ce trop-plein de la bêche d'extraction de sable est retourné en tête de la station.
- Les graisses flottées extraites par un racleur de surface circulaire est déchargé dans une bêche à graisses, cette bêche est vidéo occasionnellement par un camion suceur.
- L'effluent ainsi dégrillé, dessablé sera dirigé vers le bassin d'aération.

Chapitre II: Présentation de la stationne d'épuration des eaux usées

- L'effluent traversera le bassin d'aération dans laquelle la pollution carbonée sera éliminée, les bassins d'aérations sont dimensionnés en aération prolongée ,ceci implique que les boues produites sont stabilisées.
- L'aérateur de surface assurent l'oxygénation nécessaire afin de réduire la pollution carbonéeainsiquedemaintenirunehomogénéitédebouesdanslebassin.
- La quantité d'oxygène dissous nécessaire à l'aération est mesurée en contenu par un analyseur les turbines fonctionnent donc selon l'oxygène dissous contenu dans le bassin et sur minuterie afin d'assurer le brassage.
- Une fois ce stade effectuée l'effluent se dirige vers la clarification afin de séparée les boues produites dans l'aération pour laisser déverser que l'influent traiter .Cet effluent se dirige vers le comptage ,les boues de fond de clarificateur par un pont et extraites par tuyauterie de manière gravitaire vers un puits de pompage. Ce puits est équipé de pompes de recirculation des boues nécessaires pour maintenir une concentration constante de boues dans l'aération. Le débit de recirculation des boues est mesuré de manière contenue afin de donner une bonne souplesse d'exploitation .Les boues en excès sont pompées vers un épaisseur. La concentration des boues et ainsi doublées avant la déshydratation sont retournés en tête de station. [22]

Chapitre II: Présentation de la stationne d'épuration des eaux usées

II.3.1. Organisation de la station

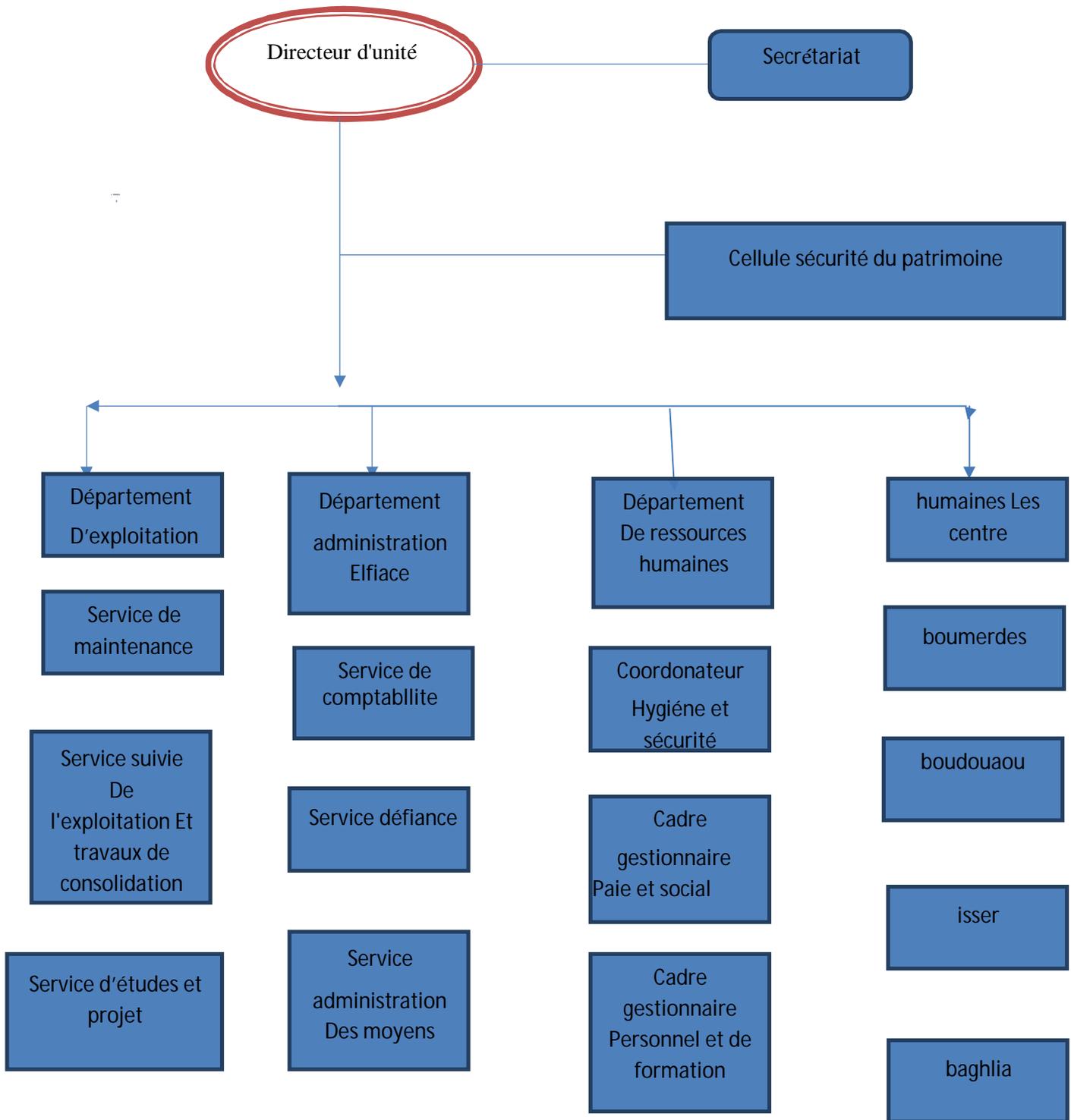


Figure II.2:Schémas de l'organigramme de la STEP

Chapitre II: présentation de la station d'épuration des eaux usées

-Objectif de traitement

L'objectif cible selon la notice d'exploitation requis en sortie de station est le suivant:

Tableau II.1:Normes des rejets(selon la notice d'exploitation STEP ZEMMOURI)

Paramètre	Norme
Température	30
PH	6.5-8.5
DBO5mg/l	30
DCOmg/l	90
NTKmg/l	40
MESmg/l	30

II.4. Les étapes de traitements des eaux usées

Le principe de traitement des eaux usées adopté un niveau de la STEP de ZAMMOURI est bien sûr une épuration biologique par boues activées à faible charge par aération prolongée.

Le traitement des eaux usées comporte les étapes suivantes:

- Arrivée des eaux et bassin d'orage.
- Prétraitement (Dégrillage-Dessablage,dégraissage).
- Traitement biologique.
- Décantation-clarification

II.4 .1.Le relevage

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité, sous l'effet de leurs poids. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux dans la station d'épuration lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollution. Cette opération de relèvement des eaux s'effectue grâce à des pompes submersibles ou à vis d'Archimède. [22]

Chapitre II: présentation de la station d'épuration des eaux usées



Figure II.3 : Le relevage des eaux usées (vue en face)



Figure II.4: Le relevage (vue en coté)



Figure II.5: Le relevage (vue en haut)

Chapitre II: présentation de la station d'épuration des eaux usées

II.4. 2.Prétraitement

Le prétraitement a été mis au point pour éliminer les grosses particules véhiculées par les eaux usées afin de protéger les ouvrages de la station du colmatage et des dépôts de boues.

* Le prétraitement comporte les étapes suivantes:

A-Dégrillage

Le dégrillage est assuré par un dégrilleur automatique à champ courbé ,avec espacement entre barreaux de 20 mm et un dégrilleur manuel.

- Rayon de giration...1m
- Largeur..... 0.55KW
- Puissance installée..... 8h
- Temps de fonctionnement journalier..... 8h

Le dégrillage a pour objet d'éliminer les déchets grossiers. Les matières retenues sont ensuite évacuées par convoyeur vers tous les dispositifs de stockage. Il faut cependant noter qu'un pré-dégrillage en amont est réalisé au niveau de la station de relevage SR3.

Chapitre II: présentation de la station d'épuration des eaux usées



Figure II.6:Le dégrilleur

B-Dessablage-Dégraissage

Cette opération a pour rôle d'extraire le corps flottant moins dense que l'eau pour éviter tout risque de colmatage par effet de flottation, Les huiles et les graisses empêchant le transport d'oxygène et donc bloquant l'activité biologique .Les huiles sont récupérées en surface au moyen d'un racleur manuel ou mécanique.

C'est une opération destinée à réduire les graisses et les huiles par simple sédimentation physique en surface. Les ouvrages circulaires de dessablage-dégraissage ont pour but:

- D'éliminer par décantation la plus grande partie des sables de dimensions supérieurs à 150-200mm.
- D'éliminer une grande partie de matières flottants (graisses, huiles).

La rétention des particules sableuses contenues dans l'eau résiduaire urbaine et indispensable, car elle permet:

- Les surcharges dans les étapes suivantes de traitement.
- L'accumulation de sable dans les étapes ultérieures de traitement.
- L'abrasion des engins mécanique.

Chapitre II: présentation de la station d'épuration des eaux usées

- Quantité de sables piégé:15-40(mg/l).

Le dégraissage (ou déshuilage) consiste à récupérer grâce à un racleur, les graisses qui se trouvent à la surface des eaux usées naturellement ou par flottation (injection de fines bulles d'air).

- L'élimination des graisses permet:
- D'améliorer la qualité visuelle de la surface des ouvrages ultérieurs.
- Limiter la quantité des flottants et de graisses susceptibles de se coller.
- Des s'agglutiner et de quantité de graisses piégé:5-15(mg/l).



Figure II.7:Le déshuileur

II.4.3. Traitement biologique

Le traitement biologique effectuer dans des bassins d'aérations

❖ Description technique:

- Nombres des bassins2
- Volume unitaire 3600m³
- Profondeur 4.5m

- Nombre d'aérateurs :

- Ces deux aérateurs se composent de: Trois turbines à rotor en tôle d'acier de carbone.

Chapitre II: présentation de la station d'épuration des eaux usées

- ❖ Type RN6518
- ❖ Vitesse de rotation 57 tr/min
- ❖ Diamètre extérieur 2,15m
- ❖ Trois ensembles de réduction.
- ❖ **Bassin d'aération:**

Le traitement a lieu dans des réacteurs où les microorganismes purifiés entrent en contact avec l'eau à épurer. En se nourrissant de manière continue ou semi-continue, les microorganismes se nourrissent de matière organique en absorbant des contaminants décomposables sur la masse bactérienne. Ou par oxydation de la matière organique en CO_2 et H_2O et en énergie.

Les résultats du métabolisme de la matière organique sont les suivants:

Pollution organique + microorganisme + oxygène \rightarrow H_2O + microorganismes



Figure II.8: Les bassins d'aération

Chapitre II: présentation de la station d'épuration des eaux usées

II.4.4. Décantation-clarification

Les eaux sortantes des ouvrages d'aérations sont dirigées vers deux clarificateurs de diamètres 4m pour séparer les eaux épurées et les boues .



Figure II.9: Les bassins de décantation

Tableau II.2: Les caractéristiques de clarificateur

Clarificateur	
Diamètre	24m
Quantité	3
Hauteur d'eau cylindrique	2.6m

Chapitre II: Présentation de la station d'épuration des eaux usées

II.4.5. Traitement des comptages et désinfection

L'eau clarifiée est dirigée vers une bêche de contact dimensionnée pour 20 de temps de rétention à plein débit, soit un volume 385m^3

Caractéristiques générales:

- Largeur des canaux: 1m
- Volume totale: 385m^3
- Au débit de temps sec: 200mm

Cette étape de traitement elle ne fonctionne pas pour deux raisons suivantes:

- ✓ La protection des êtres vivants aquatiques puis que la destination finale de l'eau épurée vers oued Merdja.
- ✓ Cette méthode de désinfection est couteuse



Figure II.9: Les bassins de décantation

Chapitre II: Présentation de la station d'épuration des eaux usées



Figure II.10: Les bassins de désinfection

II.5. Filière traitements des boues

Le traitement des boues en excès issues de la décantation-clarification compte deux étapes:

- Un épaissement statique.
- Une déshydratation mécanique.

II.5.1. Épaisseur des boues

La boue en excès est acheminée vers l'épaissement dont le rôle est la séparation solide/liquide Cet ouvrage de 13 m de diamètre intérieur remplit les mêmes fonctions que les décanteurs.

Chapitre II: Présentation de la station d'épuration des eaux usées

II.5.1.1. Caractéristiques fonctionnelles

- ✓ Charge massique de boues: $30\text{Kg}/\text{m}^2/\text{j}$



Figure II.11: Les bassins d'épaississement de la boue

- ✓ Concentration de sortie moyen: $20\text{g}/\text{l}$ minimum
- ✓ Volume journalier à transférer à la déshydrations: 792m^3

II.5.1.2. Caractéristiques dimensionnelles

Un épaisseur de diamètre 13m est prévu équiper d'une tête d'entrainement, fixée au centre de la passerelle, constituée d'une couronne dentée à rouleaux alternes de denture extérieure supportant le dispositif de raclage par l'intermédiaire d'une pièce de jonction.

II.5.1.3. Caractéristiques fonctionnelles

- ✓ La charge des boues appliquée sur l'épaisseur est d'environ $30\text{Kg}/\text{j}$, sur une surface d'épaississement de 135m^2 .
- ✓ La concentration des boues entrées sera approximativement de $10\text{g}/\text{l}$.
- ✓ La concentration maximale des boues épaissies atteindra environ $20\text{à}25\text{g}/\text{l}$.
- ✓ La production des boues de $4050\text{Kg MS}/\text{j}$. [22]

ChapitreII: Présentation de la station d'épuration des eaux usées

Le volume journalier à transférer en déshydratations est de 792m³. Les boues épaisses sont reprises au fond de l'ouvrage pour être refoulée vers la déshydratation à l'aide d'une pompe à vitesse variable afin d'ajuster le débit des boues à déshydrater.

- Temps de fonctionnement journalier24h.
- Puissance absorbée 0.3KW
- Consommation journalière 7.1Kw.

II.5.2. Déshydratations mécaniques des boues sur bandes presseuses

Les boues épaisses sont d'abord floculées avant d'être envoyées sur une bande presseuse super presse T3, l'ajout de polymère en faible quantité est nécessaire afin d'améliorer la filtrabilité des boues.

II.5.3. Caractéristiques générales de la bande presseuse

- Largeur de la bande:2m.
- Capacité unitaire:150KgMS/m/h.
- Temps de fonctionnement moyen:13.6h.
- Consommation de polymère moyen:20Kg/J.
- Siccité des boues déshydratée:15%.

II.5.3.1. Préparation de polymère

- La préparation de polymère est entièrement automatique et comprendra :
- Une poste de préparation et de dosage de flocculant.
- Une trémie de 39 litres ,inox3041 avec un toit.
- Un doseur volumétrique de poudre véhiculé par une moto réductrice de 0.25 KW(300tr/min)
- Une arrivée d'eau avec vanne de réglage, manodétendeur, électrovanne, débit mètre et de pulvérisation.

II.5.3.2. Déshydratation des boues

Un appareil de déshydratation superpresse dégerment de caractéristique suivante:

- Pompe..... ST2
- Largeur de bande.....2m
- Longueur hors tout 4.49m

Chapitre II: Présentation de la station d'épuration des eaux usées

- Largeur hors tout..... 2.36/2.61m
- Hauteur hors tout..... 2.065m
- Poids 4tonnes
- Moteur 1.5KWà3000tr/minVMoteur.



Figure II.12: L'appareil de déshydratation des boues

➤ Manutention des boues déshydratées

Un tapis transporteur:

- ✓ Longueur entre axe .10m
- ✓ Protection châssis. Galvanisation
- ✓ Puissance installée2.2KW

➤ Caractéristiques générales de la superpresse

- La charge maximale à appliquer sur les filtres à bandes est de 150Kg/m/h
- La surface au sol est nécessaire à cette déshydratation est d'environ 50m.
- En prenant un temps de fonctionnement de 19h/jet 5h/j, On obtient une largeur de bande de 1.86m.
- La consommation de polymère nécessaire à la bonne floculation des boues sera d'environ 20Kg/j

Chapitre II: Présentation de la station d'épuration des eaux usées

- Temps de fonctionnement journalier, avec une superpresse en service 13.6h
- Siccité de boues déshydratée 15%
- Masse journalière des boues produites 4tonne /j(boues sèches)
- Le poste automatique de préparation et de dosage de polymère liquide à partir de polymère en poudre et l'eau potable (l'eau potable alimente aussi la dilution secondaire du polymère)
- Le débit d'eau de lavage de la superpresse est de $20\text{m}^3/\text{h}$.
- Les boues ainsi déshydratées ont pour destination finale la mise en décharge.



Figure II.13:Le transport des boues

Conclusion

Au cours ce chapitre on a bien vu toute la chaine de la filière de d'épuration des eaux usées au niveau de la station de ZEMOURI, toute en passant par le traitement Physique suivi par un traitement biologique dont l'objectif est d'éliminer la matière en suspension dans l'eau avant qu'elle soit rejetée vers le milieu naturel.

Chapitre II: Présentation de la station d'épuration des eaux usées

Chapitre III:
Méthodes et Matériels
d'analyses au laboratoire

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

III. Analyse des eaux usées au laboratoire

III.1. Prélèvement et échantillonnages

Les prélèvements des eaux s'effectuent au niveau de deux points bien déterminés : à l'entrée des eaux brutes au niveau de canal d'alimentation à l'entrée de l'eau épurée au bassin de chloration.

- Les prélèvements effectuent chaque heure, on prélève un volume constant pendant une période de 09 heures, pour former un échantillon contient des eaux brutes et des eaux épurées.
- Pour le prélèvement à besoin des bouteilles ou des flacons (polyéthylène) et des tasses de prélèvement. Rincer les flacons deux fois avec l'eau à analyser puis **remplies jusqu'à pleine**
- Remplir les flacons en assurant un écoulement de l'eau pour bien quantifier la charge polluante.
- Le bouchon est placé de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.
- Noter les données de base telle que : le nom, la date, l'endroit, ..
- Le transport des échantillons s'effectue dans un eglaciaire.
- La conservation des échantillons sera réfrigérée, la température de l'enceinte sera comprise entre 2 à 5°C.

III.1.2. Paramètres et fréquences d'analyses

Les paramètres d'analyses (paramètre physique, paramètre chimique, paramètre physique-chimique) ainsi que leurs fréquences sont présentés dans ce tableau :

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

Tableau III.1: Paramètres et fréquences d'analyses de l'eau

Paramètre analysé	La fréquence
PH	03fois/jour
T°	03fois/jour
Conductivité	03fois/jour
MES	03fois/mois
DBO ₅	03fois/mois
DCO	03fois/mois
NO ₃ ⁻	01fois/mois
NH ₄ ⁺	01fois/mois
NO ₂ ⁻	01fois/mois
PO ₄ ³⁻	01fois/mois

III.2. Normes de rejets

Les normes de rejet sont des valeurs des paramètres polluants d'une eau usées à ne pas dépasser. On distingue:

III.2.1. Normes internationales

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné une norme est fixée par une loi, une directive, un décret-loi. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées.[23]

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

Tableau III.2: Normes des rejets internationales

Caractéristique	Unités	Normes utilisés(OMS)
PH	----	6,5-8,5
DBO5	mg/L	< 30
DCO	mg/L	< 90
MES	mg/L	< 20
NH4+	mg/L	<0,5
NO2	mg/L	1
NO3	mg/L	< 1
P2O5	mg/L	< 2
Température	°C	< 30
Couleur	----	Incolore
Odeur	----	Inodore

III.2.2. Normes de rejet appliquées en Algérie

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire[24].

Le décret exécutif n°93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides, définit un rejet comme tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel[25]. Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

Tableau III.3: Valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur [23]

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
pH		6,5 à 8,5
MES	mg/l	35
DBO5	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Azote Kjeldahl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	02
Phosphore total	mg/l	10
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminium	mg/l	03
Cadmium	mg/l	0,2
Fer	mg/l	03
Manganèse	mg/l	01
Mercure total	mg/l	0,01
Nickel total	mg/l	0,5
Plomb total	mg/l	0,5
Cuivre total	mg/l	0,5
Zinc total	mg/l	03
Huiles et Graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Indice Phénols	mg/l	0,3
Composés organiques	mg/l	05

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

Chrome total	mg/l	05
(*)ChromeIII+	mg/l	0,3
(*)ChromeVI+	mg/l	0,1
(*)Solvantsorganiques	mg/l	20
(*)Chloreactif	mg/l	1,0
(*)Détergents	mg/l	2
(*)Tensioactifsanioniques	mg/l	10

(*) Valeurs fixées par le décret exécutif n°93-160 du 10 Juillet 1993.

III.3. Les analyses physico-chimiques

La Température et pH

La température se mesure in situ et on met en service le pH mètre suivant la procédure constructeur.

1- Conductivité

- Allumer de l'appareil.
- Remplir un bécher avec l'eau à analyser.
- Rincer la cellule de mesure avec l'eau distillée.
- Plonger l'électrode de conductimètre dans l'échantillon.
- Mettre en service l'appareil.
- Noter les résultats et les résultats sont donnés directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$

3-La demande biochimique en oxygène DBO:

On détermine la DCO pour connaître les volumes à analyser pour la DBO₅.

$$\text{DBO}_5 \text{ estimés} = \text{DCO}(\text{X}) \cdot 80\%$$

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

Tableau III.4: Tableau estimatif de volume du DBO₅ de l'échantillon à analyser.

Volume en ml	Concentration mg/l	Facteur
432	0-40	1
365	0-80	25
250	0-200	10
164	0-400	50
97	0-800	100
43,5	0-2000	100
22,7	0-4000	100

- On rince la bouteille et barreau magnétique avec la solution à analyser.
- On introduit ce volume dans la bouteille.
- On ferme avec la cupule et on introduit deux pastilles de KOH à l'intérieure.
- On ferme hermétiquement la bouteille avec l'oxyton.
- On appuyé au même temps sur le deux boutons (MetS) de l'oxyton jusqu'à apparition des deux zéro.
- On introduit la bouteille dans un incubateur DBO₅ à 20°C.
- On vérifie les résultats chaque jour pendant une période de 5 jours en appuyant sur le bouton set la valeur final sera obtenue dans le 5^{eme} jour par le facteur x pour obtenir la valeur final de la DBO₅.

4-La demande chimique en oxygène DCO

- Homogénéiser 100 ml de l'échantillon pendant 30 secondes (pour les échantillons contenant de grandes quantités de matière solide 2min).
- Activer le thermoréacteur à 150°C.
- Retirer les bouchons des deux tubes de réactif (blanc, échantillon).

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

- Maintenir les tubes positionnés à 45° et pipeter 2ml de l'eau distillée (blanc) et 2ml de l'échantillon.
- Mélanger le contenu des tubes en les tenant par bouchons (réaction exothermique).
- Chauffer les tubes pendant 2 heures à 150°C dans le thermoréacteur préchauffé.
- Laisser les tubes refroidir pendant 20 min.
- Retirer les tubes du thermoréacteur, agiter les tubes encore chauds ensuite les placer dans un support afin qu'ils se refroidissent jusqu'à température ambiante.
- Introduire le blanc dans le spectrophotomètre ensuite l'échantillon pour la lecture.

5- Matière en suspension (MES)

- Pour le résidu sec:
- Mettre les creuses dans l'étuve à 150°C pour les sécher. On sort les creuses et on met directement dans le dessiccateur <<10 min>> pour absorber l'humidité, après 10 min on pèse les creuses vides et on note sur les creuses P₀ et P₁.
- Refaire la même méthode jusqu'à masse constante.
- Verser 150°Cml d'eau usée dans les creuses, à l'aide d'une pince on met les capsules dans l'étuve à 105°C jusqu'à masse constante.
- Après séchage on met directement dans le dessiccateur, puis on pèse les creuses et on note le poids après séchage.
- On calcule l'MES par l'équation suivante:

$$MES = \frac{PS - PV}{V} \times 1000$$

6- Pour filtrations ou vide

- On met un papier filtre vide dans une capsule à l'étuve à 150°C, et on fait sortir la capsule contenant le filtre de l'étuve et on met dans un dessiccateur.
- On vérifie que la bille de la balance est au milieu.
- On pèse la capsule contenant le filtre et on note P_v <<g>>.
- On met le papier filtre vide dans l'entonnoir du filtre sous vide.

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

- On fait passer un volume V de l'échantillon à analyser à travers ce filtre ;
V=100ml pour les eaux ,et 20ml pour les boues.
- On met la capsule à l'étuve à 105°C pendant 2heures.
- On fait sortir la capsule de l'étuve et la mettre dans un dessiccateur.
- On calcule L'MES par l'équation suivante:

$$MES = \frac{PS - PV}{V} \times 1000$$

7-NitritesNO2-

- Sélectionner le programme d'analyses enregistré.
- Pipeter 10ml de l'échantillon dans un tube à essai.
- Transférer le contenu d'une pochette de réactif NitriVer3 dans un tube à essai.
- Fermer le tube avec le bouchon en caoutchouc.
- Agiter énergiquement le tube à essai jusqu'à la dissolution du nitrite.
- Verser le contenu de tube à essai dans la cuve de 10ml.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie
- Appuyer sur OK, une période de réaction 20 minutes va commencer.
- Remplir une autre cuve carrée de 10 ml avec l'échantillon (**blanc**).
- Essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers le droit.
- Sélectionner sur l'écran 0mg/I NO2-N.
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers le droit.
- Les résultats sont indiqués sur l'écran en mg/NO2-N

III.4. Caractérisation de la boue durant le traitement

III.4.1. Prélèvement et échantillonnage

-Les boues activées:

Le prélèvement des boues activées doit être représentatif de la biomasse développée au bassin d'aération. Le prélèvement s'effectue dans un point défini, lors d'un brassage important du système pour cela l'aération doit être en fonctionnement pendant 10 à 15 minutes.

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

-Les boues recerclées:

Le prélèvement des boues recerclées doit être effectué à la sortie du couloir ou coule la boue recerclée au niveau du bassin d'aération.

-Les boues épaissies:

Le prélèvement des boues épaissies s'effectue au niveau de la vanne de tépaississeur(on met la vanne en marche quelques secondes, en suite on prélève notre échantillon).

-Les boues déshydratées:

Le prélèvement des boues déshydratées s'effectue au niveau du filtre à bandes, en prenant un échantillon moyen.

III.4.2. Les analyses physiques effectuées sur les boues des bassins (boues a ctivées et—boues recerclées)

- Les analyses de la décantation sont effectuées 05foispar semaine.
- Les analyses de MES et le calcul de l'IB sont effectuées 02fois par semaine

III.4.2.1. La décantation après30 minutes

- **Butd'analyse:**

- Mesure l'aptitude de la boue à la décantation.
- Evaluer la concentration de la boue(activée et recerclées).
- Faciliter le diagnostic des principales origines de dysfonctionnement traitement.

- **Matériels utilisés :**

Les éprouvettes

Minuterie.

- **Mode opératoire:**

- On prélève un échantillon de boue homogène est représentatif.
- On pose les éprouvettes sur la paillasse stable.
- On les remplit avec1litre des boues activées et boues de recerclées bien mélangées.
- On règle la minuterie à 30minutes.

Chapitre III: Méthode et Matériels d'Analyse au laboratoire

- Après 30 minutes, on note le niveau voile de boue (interface boue-eau) dans chaque éprouvette. Cette valeur doit être comprise entre 100 et 400 ml pour les boues activées.
- Dans le cas contraire:
- On vide et on rince les éprouvettes.
- On introduit 500 ml d'eau épurée correspondant à une dilution 2 et on suit la procédure précédente doivent être refaites.
- On dilue plusieurs fois jusqu'à obtention de valeur voulue.

Conclusion

On a bien montré les différents paramètres physico-chimiques à mesurer au niveau de laboratoire de notre station d'épuration ainsi leur mode de manipulation.

**ChapitreIV:
Analyse et Interprétation
des résultats**

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

IV. Résultat des analyses et interprétations

IV.1. Analyse physique

On va étudier les résultats des analyses faites en cette année (2021) pendant les mois suivants: février / mars / avril / et / mai 2021 :

a-Potentiel hydrique PH:

Tableau IV.1: Les résultats des analyses de PH (mois février/mars et avril et mai)

	Fev				Mar				Avr				Mai			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4												
pHEB	7.35	7.47	7.43	7.48	7.31	7.37	7.36	7.47	7.31	7.32	7.33	7.34	7.3	7.35	7.42	7.39
pHEE	7.3	7.37	7.4	7.35	7.28	7.29	7.3	7.29	7.28	7.19	7.17	7.31	7.25	7.19	7.21	7.19

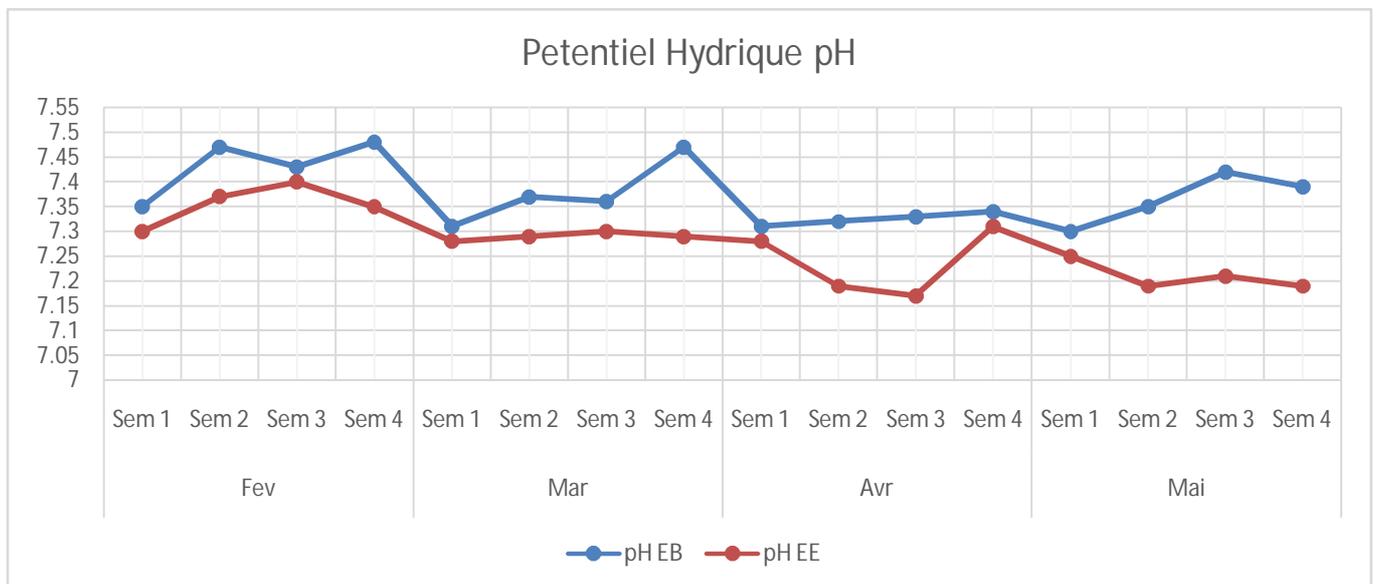


Figure IV.1: Le graphe de résultats des analyses de PH (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation

D'après les résultats des eaux de l'eau à constater que le ph brut est varié entre (7.31 et 7.48) et pour l'eau épurée le ph varie entre (7.17 et 7.37), donc l'effluents à traiter est idéal (ph neutre) et conforme aux normes de la notice d'exploitation de la STEP

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

de ZEMMOURI.

b-Température T°C

Tableau IV.2: Les résultats des analyses de T° C (mois février et mars et avril et mai)

	Fev				Mar				Avr				Mai			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4
EB T°C	17	21	15.17	14.8	15	14	15	15.5	16.8	14.9	16.8	15	15.4	16	16.5	18
EE T°C	17	21	15	15	14.9	13.7	14.7	15	17.4	15	16.9	16.5	15.7	16	16.2	17.6

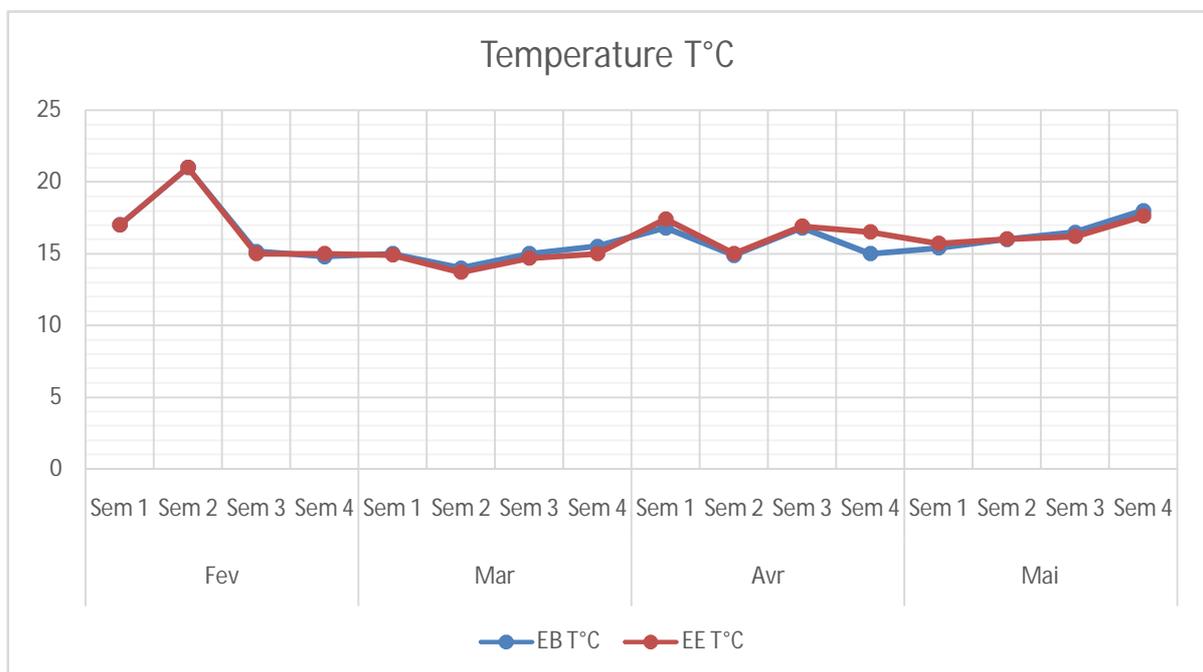


Figure IV.2 : Le graphe de résultats des analyses de T°C (mois février et mars avril et mai)

Interprétation :

Les résultats de la température de l'eau brute varient entre (14 et 21) ° C , et l'eau épurée entre (13.7 et 21) ° C c'est - à - dire les deux milieux sont conformes aux normes de la notice d'exploitation de la STEP de ZEMMOURI , et OMS , T ° C (15 et 30) , ainsi pour l'activité de la biomasse épuratrice .

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

c-Conductivité CE:

Tableau IV.3: Les résultats des analyses de CE (mois février et mars et avril et mai)

	Fev				Mar				Avr				Mai			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4												
EB T°C	960	1105	1150	980	1070	1040	1030	1029	1035	1025	1025	1030	1030	1028	1027	1030
EE T°C	900	930	1000	900	1040	1015	1010	1012	1013	1009	1010	1011	1011	1019	1018	1020

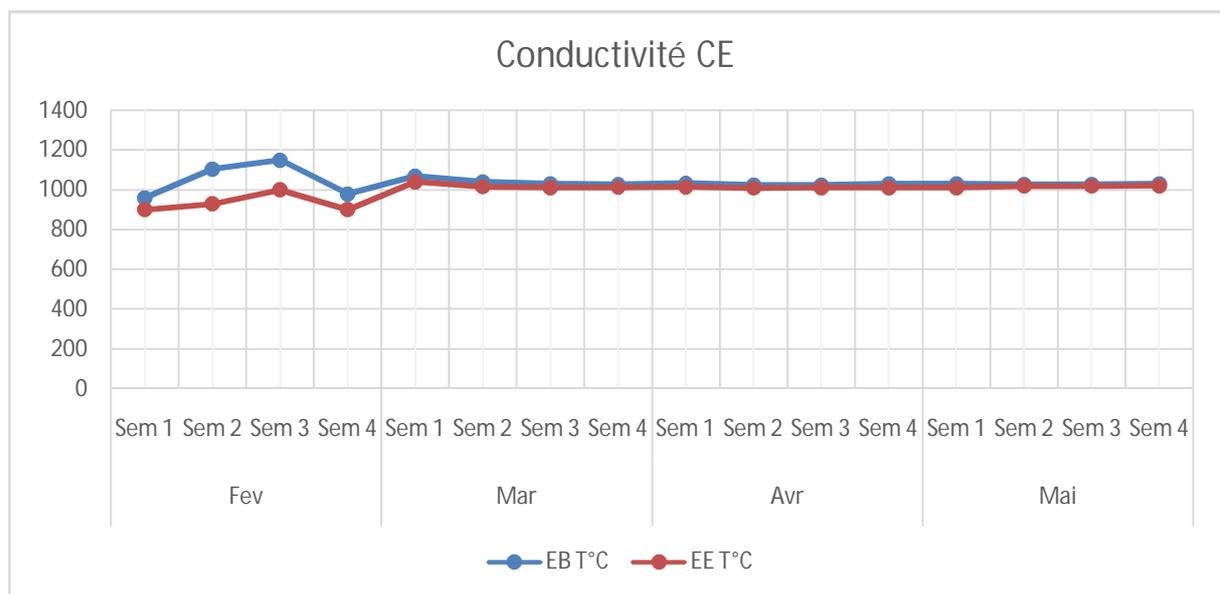


Figure IV.3 : Le graphe de résultats des analyses de CE (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation

On a remarqué que la conductivité de l'eau brute est varié entre (950 e 1180.33) us / cm. Donc la station reçoit une eau riche en sels minéraux et par sédimentation dans chaque étapes de traitement on remarque une réduction de cette dernière à la sortie de l'eau épurée (904 et 1069.33) us / cm .

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

d-MES (Matière en suspension)

Tableau 4: Les résultats des analyses de MES (mois février et mars et avril et mai)

	Fev				Mar				Avr				Mai			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4												
EB MES mg/l	350	300	350	250	200	290	290	120	200	290	400	290	305	350	200	290
EE MES mg/l	20	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

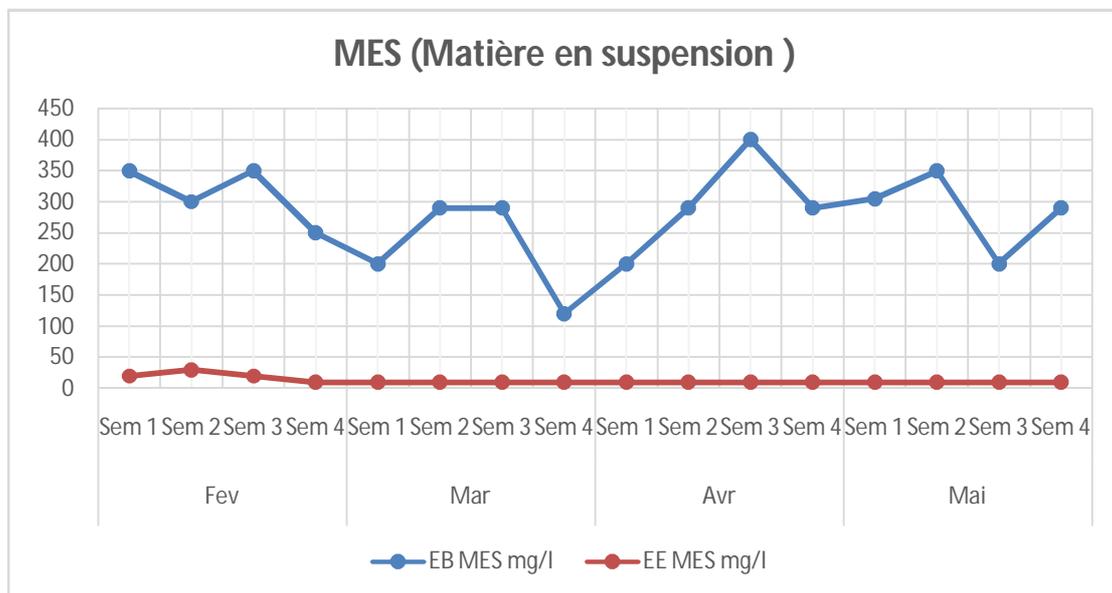


Figure IV.4: Le graphe de résultats des analyses de MES (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation

Les résultats de MES de l'eau brute varient entre (120 et 400) mg / l et de l'eau épurée varient entre (10 et 30) mg / l c'est - à - dire conforme aux normes de la notice d'exploitation de la STEP de ZEMMOURI et OMS (530mg / l) et représentent une dégradation importante de la pollution organique et minérale au niveau de bassin biologique.

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

e- Demande chimique en oxygène DCO

Tableau IV.5: Les résultats des analyses de DCO (mois février et mars et avril et mai)

	Fev				Mar				Avr				Mai			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4												
EB DCO mg/l	660	710	340	880	400	420	500	300	270	400	510	390	270	420	270	430
EE DCO mg/l	20	20	25	15	15	15	15	15	15	15	15	100	60	70	40	40

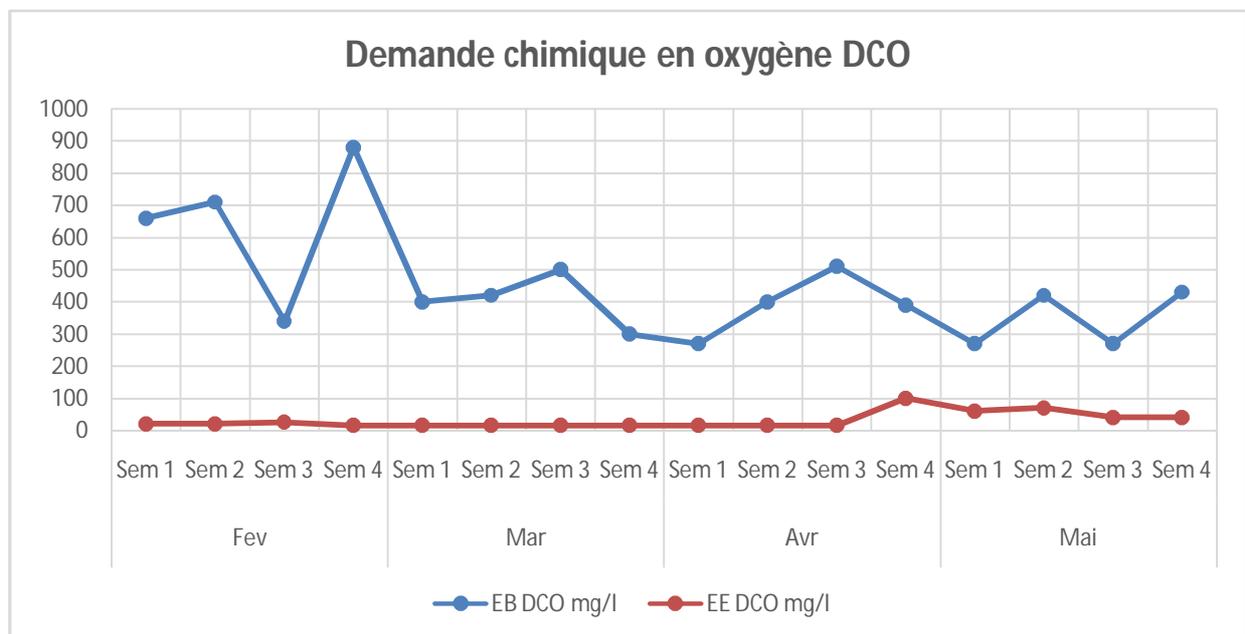


Figure IV.5: Le graphe de résultats des analyses de DCO (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation

Les résultats de la DCO de l'eau brute varient entre (272 et 899.6) mgO_2 / l signifient une oxydation parfaite de la matière organique biodégradable et inorganique au cours de traitement a fin, d'obtenir une DCO varie entre (20 et 100) mgO_2 / l conforme aux normes de la notice d'exploitation de la STEP et OMS ($< 90\text{mgO}_2 / \text{l}$).

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

f- Demande biochimique on oxygène DBO5 :

Tableau IV.6: Les résultats des analyses de DBO5 (mois février et mars et avril et mai)

	Fev				Mar				Avr				Mai			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4												
EB DBO5 mg/l	235	120	160	240	260	200	210	190	180	210	205	220	160	200	180	250
EE DBO5 mg/l	10	10	15	20	10	10	10	10	15	10	10	15	10	15	10	20

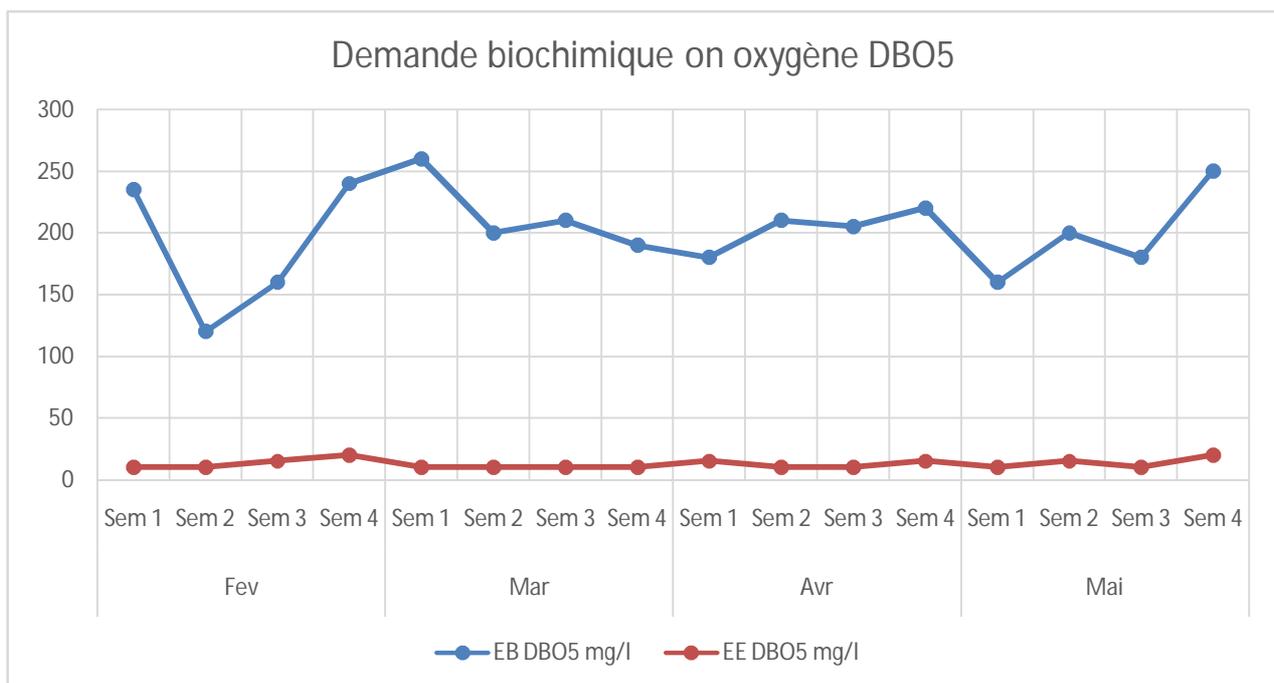


Figure IV.6: Le graphe de résultats des analyses de DBO5 (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation

La DBO5 de l'eau brute varie entre (130 et 265) mgO_2 / l et après une dégradation importante de la matière organique biodégradable par le microorganisme épuratoire au niveau de réacteur biologique, la charge polluante diminue et varie entre (10 et 20

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

) mgO_2 / l et conforme aux normes de la notice d'exploitation de la STEP et OMS ($< 30\text{mgO}_2 / \text{l}$).

g-Nitrites N-NO₂

Tableau IV.7: Les résultats des analyses de N-NO₂ (mois février et mars et avril et mai)

	Fev		Mar		Avr		Mai	
	Sem 1	Sem 2						
EB N-NO ₂ mg/l	0.07	0.07	0.06	0.07	1	0.1	0.12	0.08
EE N-NO ₂ mg/l	0.12	0.14	0.1	0.05	0.2	0.06	0.01	0.01

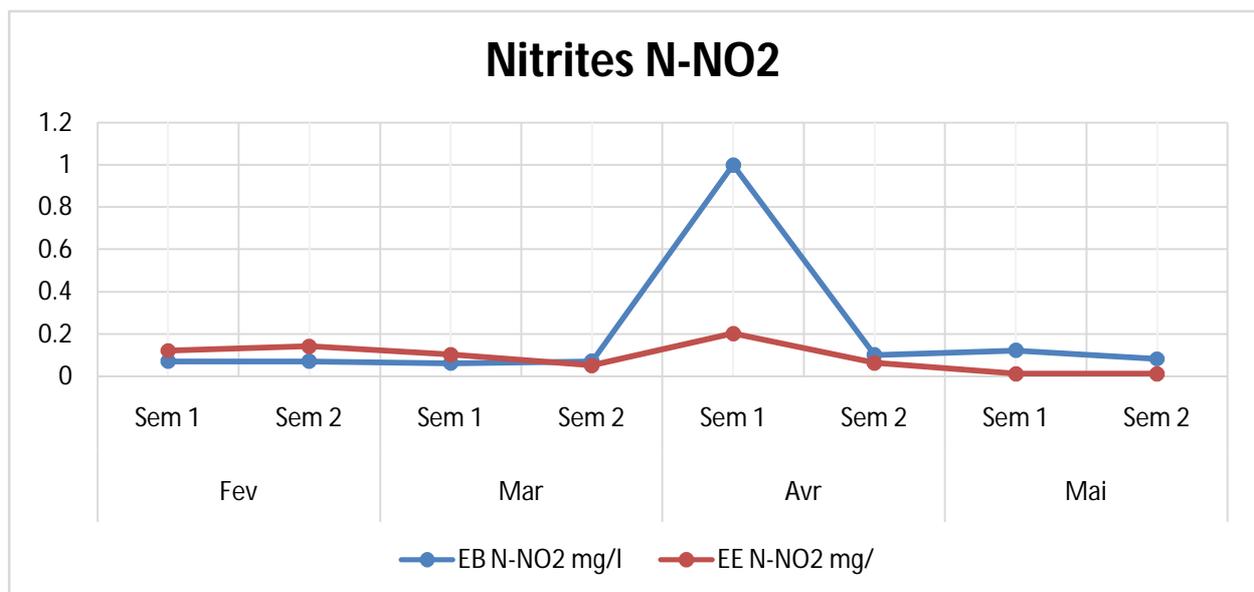


Figure IV.7: Le graphe de résultats des analyses de N-NO₂ (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation

Les résultats de nitrites de l'eau brute variant entre (6 et 11,3) mg / l , et après le traitement biologique par oxydation de l'azote ammoniacal et réduction de nitrates en présence des bactéries nitrifiantes, instable la valeur de N-NO₂ sera entre (2 et 8,3) mg/l .

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

h- Nitrates N-NO₃ :

Tableau IV.8: Les résultats des analyses de N-NO₃ (mois février et mars et avril et mai)

	Fev		Mar		Avr		Mai	
	Sem 1	Sem 2						
EB N-NO ₃ mg/l	6	6	9	10.5	11.3	8	7	7.4
EE N-NO ₃ mg/l	2.5	4	8.3	0.3	2.3	2.3	2	3.8

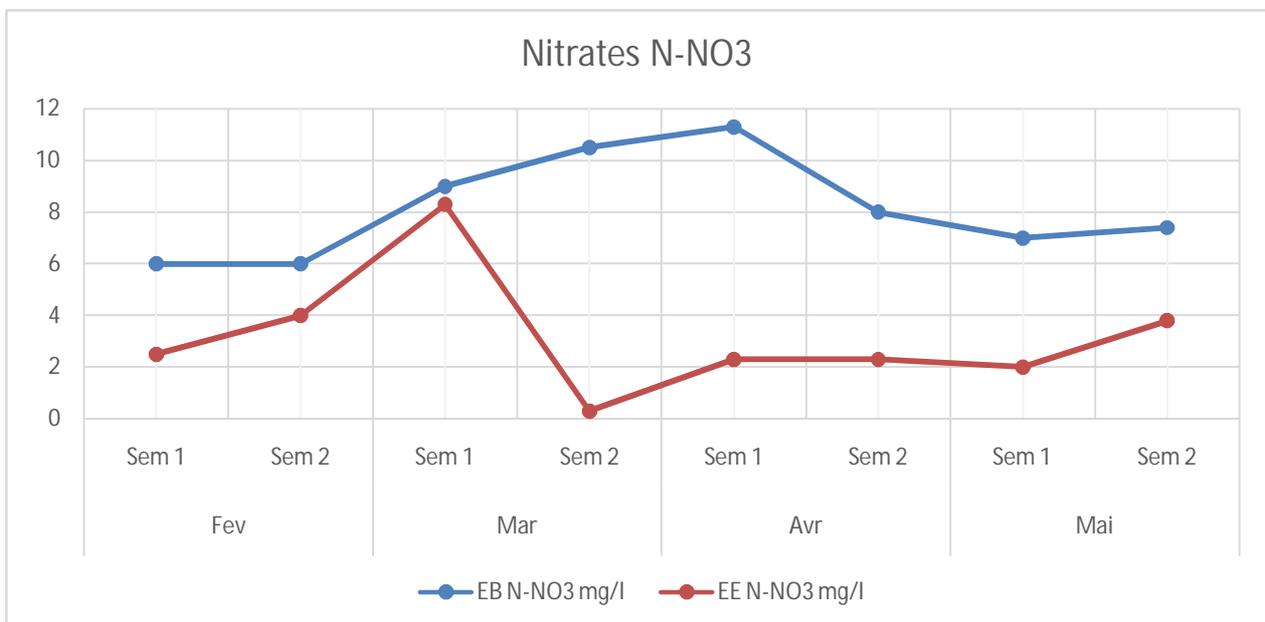


Figure IV.8: Le graphe de résultats des analyses de N-NO₃ (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation

Les résultats des nitrates de l'eau brute varie entre (06 et 11,3), on a observé une nitrification importante par la production de nitrates en présence d'oxygène et les bactéries nitrifiantes dans le bassin biologique, donc la concentration de nitrates dans l'eau épurée augmente à varié entre (2,3 et 0,1) mg / l .

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

i- Azote ammoniacal N-NH₄:

Tableau IV.9: Les résultats des analyses de N-NH₄ (mois février et mars et avril et mai)

	Fev		Mar		Avr		Mai	
	Sem 1	Sem 2						
EE N-NH ₄ mg/l	50	35	32	32	12	22	21	24
EE N-NH ₄ mg/l	5	7	2	1	1.5	1	1	1

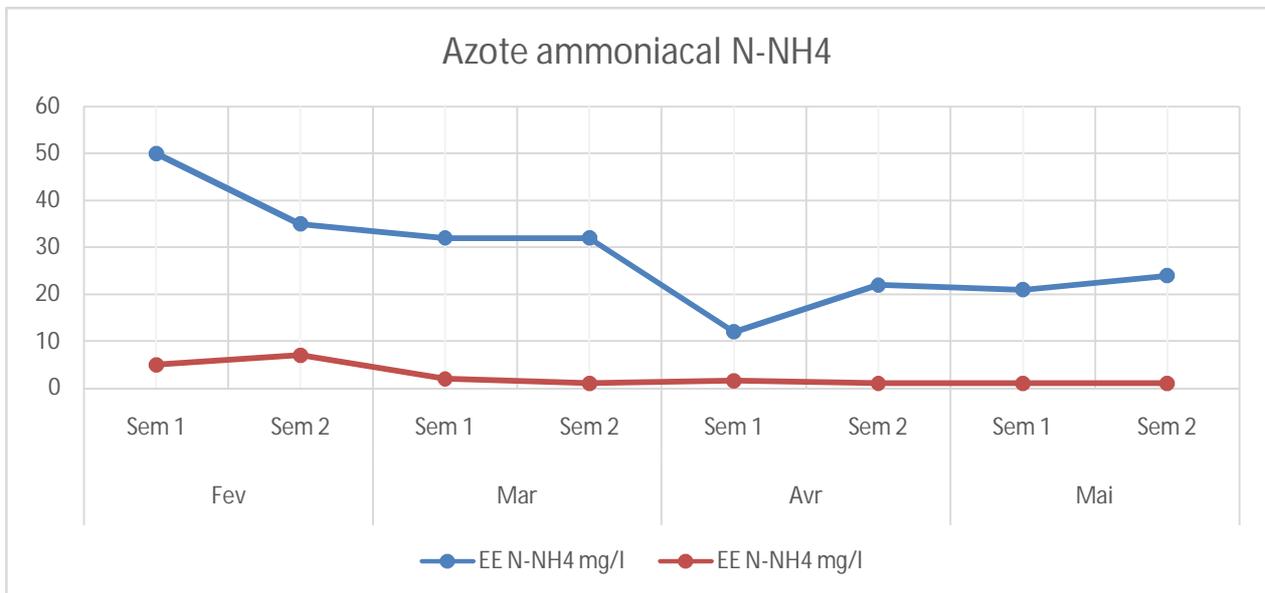


Figure IV.9: Le graphe de résultats des analyses de N-NH₄ (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation

La concentration de l'azote ammoniacal de l'eau brute varie entre (13.12 et 50) mg / l et après une oxydation prolongé dans le réacteur biologique par les bactéries nitrifiantes, on a constaté une diminution importante de ce paramètre dans l'eau épurée varie entre (0.56 et 8) mg / l .

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

j- Orthophosphate P-PO4 :

Tableau IV.10: Les résultats des analyses de P-PO4 (mois février et mars et avril et mai)

	Fev		Mar		Avr		Mai	
	Sem 1	Sem 2						
EB P-PO4 mg/l	7	5	15.9	7	6.5	4	3	3.5
EE P-PO4 mg/l	4	1.6	1.8	3.7	3	2	1.5	0.7

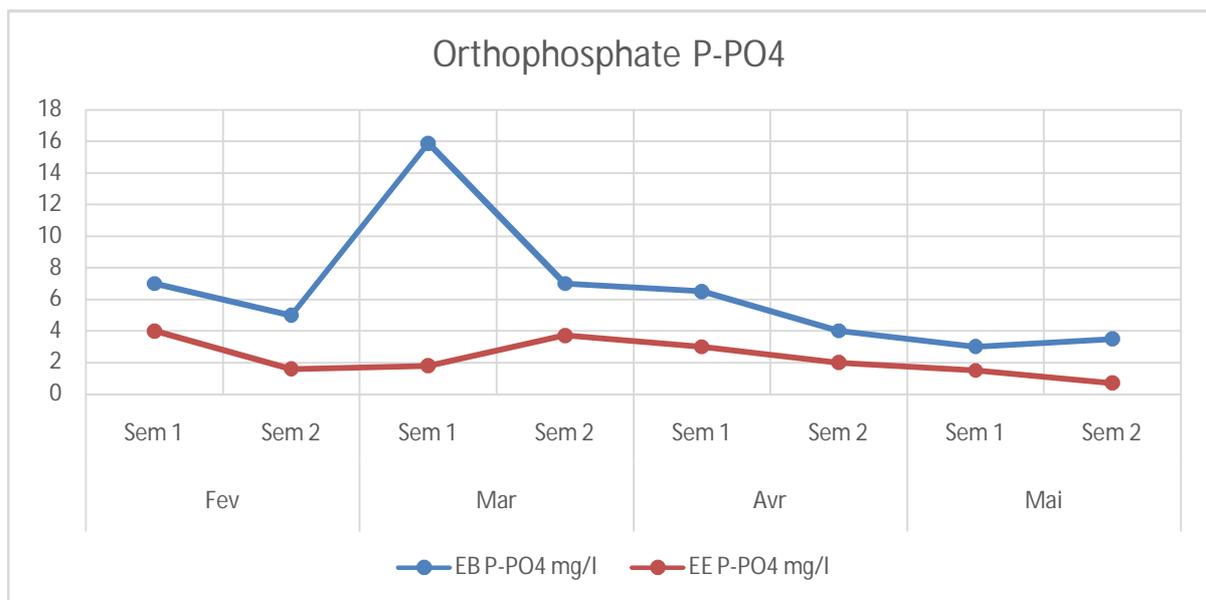


Figure IV.10: Le graphe de résultats des analyses de P-PO4 (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation :

Les résultats des P - PO4 de l'eau brute varient entre (3,5 et 16) mg / l, ils signifient une charge importante des ortho phosphate dans l'effluent à traiter, et par oxydation, les bactéries assimilent pour leur besoins métaboliques ce qui est indiqué une diminution varie entre (0.7 et 4) mg / l de ce paramètre a la sortie de l'eau épurée.

Chapitre IV: Analyse et Interprétations des résultats

k- Azote KJELDAHL NTK :

Tableau IV.11 Les résultats des analyses de NTK (mois février et mars et avril et mai)

	Fev		Mar		Avr		Mai	
	Sem 1	Sem 2						
EB NTK mg/l	55	40	62	52	39	41	28	42
EE NTK mg/l	5	6	4	2	3	1	5	1

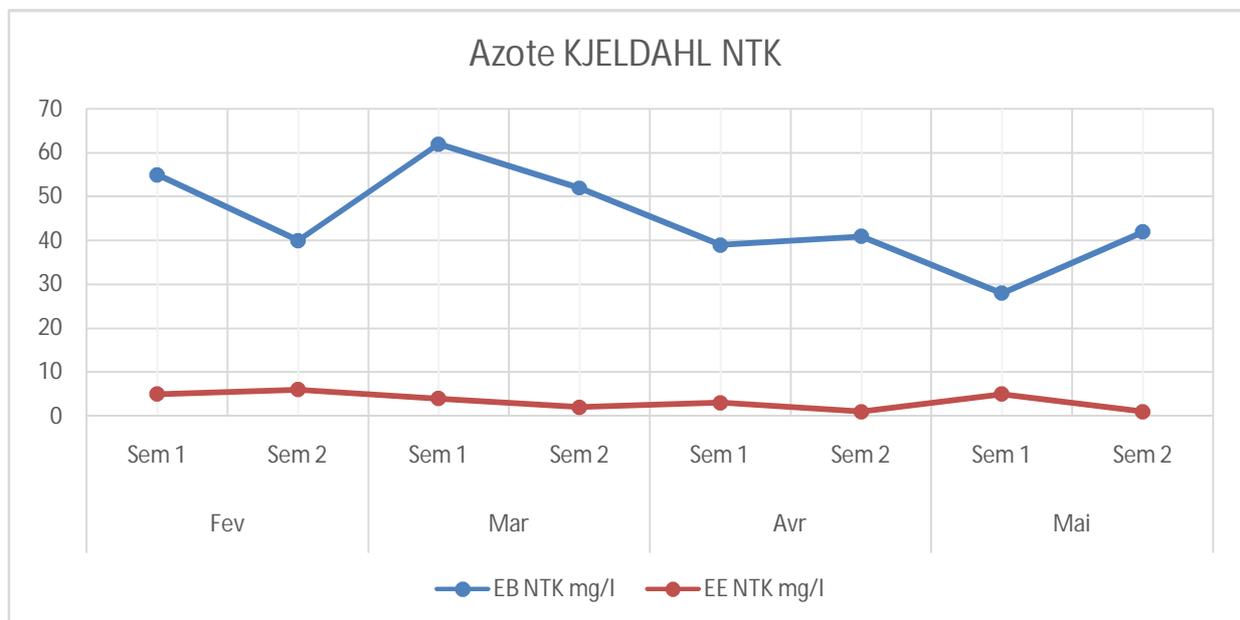


Figure IV.11: Le graphe de résultats des analyses de NTK (mois février et mars et avril et mai)

Interprétation :

Les résultats du NTK de l'eau brute variant entre (28 et 62) mg / L, ils déclarent que cette eau est chargée par l'azote organique et minéral, et après l'oxydation de ces derniers par les bactéries, nitrifiantes de nitrifiantes l'azote en absence d'oxygène au niveau de bassin biologique cette concentration a diminué à la sortie de l'eau épurée et varie entre (1 et 6) mg / l conforme aux normes du d'exploitation de la STEP et OMS (< 40 mg/l)

ChapitreIV:Analyse et Interprétations des résultats

Conclusion

A travers ce chapitre on a pu voir comment les résultats des analyses physico-chimiques des paramètres doivent répondre aux normes pour avoir une bonne efficacité de traitement de la station d'épuration des eaux usées.

Conclusion

Conclusion générale

Conclusion générale

Au cours de ce travail qui est réalisé dans le cadre de préparation de mon mémoire de fin d'études, l'objectif de l'étude est le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées, ainsi le contrôle de la qualité de l'eau épurée sur le plan physico-chimique et le contrôle des paramètres utilisés dans le traitement qui permet l'épuration des eaux usées urbaines.

Donc on a procédé à une évaluation de l'efficacité du traitement biologique par boues activées des eaux usées urbaines au niveau de la station d'épuration de ZEMMOURI wilaya BOUMERDES et d'après les résultats obtenus on a pu conclure que:

- Les paramètres physico-chimiques des eaux épurées sont conformes aux normes de rejets dans les milieux naturels.
- Les résultats de l'élimination des paramètres de pollution à savoir: les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO5), l'azote ammoniacale (N-NH₄) diminuent de façon considérable entre les eaux usées brutes et les eaux usées épurées après un traitement .
- Ces résultats sont conformes aux normes de la notice d'exploitation.

L'ensemble des résultats ainsi obtenus mettent en évidence les performances de fonctionnement de la STEP de ZEMMOURI par le procédé «boues activée à faible charge Ce système de traitement prouve une bonne efficacité d'épuration.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] KEBRITA AMINE. Traitement des eaux usées urbaine. Mémoire de Master, Université Blida, 2011, 10p.
- [2] GROSCLAUDE: L'eau; tome: milieu nature et métroset tome Usages et polluants., 1999.
- [3] BAUMONT et al, Réutilisation des eaux usées épurées; risques sanitaires et faisabilité en Ile-de-France. Institut d'aménagement, 2005.
- [4] CHOCAT ET FRANCK : Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Techniques de documentation Lavoisier. Paris. P.1124, 1997, 2002.
- [5] RICHARD: la mise en eau du barrage de petitsaut (Guyane française) hydrochimie, 1996
- [6] DAFRIA, Biodégradation des résidus par les microorganismes des eaux usées de la ville de Constantine. Mémoire de Magister N°308 ; en microbiologie appliquée, Université Mentouri Constantine, Faculté des sciences de la nature et de la vie, 60p. 2008,
- [7] BOUZIANI: l'eau de la pénurie aux maladies. Edition IBN-Khaldoun. Oran. 247p 2000.
- [8] MIRA Yasmine Contribution à la conception de la station d'épuration d'ISOLA 2000, ENP, promotion 2007-2008
- [9] JEANRODIER L'analyse de l'eau, eau naturelle, l'eau résiduaire, eau de mer, DUN O, 8ème édition, Paris 2004.
- [10] LEMLIKCHI WAHIBA, « Élimination de la pollution des eaux industrielles par différentes procédures d'oxydation et de co-précipitation », thèse de doctorat, université Mouloud MAMMARI Tizi-Ouzou, 2012
- [11] DJEDDI, H. « Mémoire de réutilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines » ; Université Mentouri Constantine, Algérie. 2007.
- [12] ABDELKADER GAID; Epuration biologique des eaux usées urbaines, Tome 2, Office de publication universitaire, Alger, 260p ; 1984.
- [13] Centre régional pour l'eau potable et l'ars à faible coût.: « Guide, Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques »; 48p; 2007.
- [14] MICHOU FATMA . mémoire L'efficacité des filtres plantés de saprophytes dans la dépollution des eaux usées urbaines dans les zones semi-arides – cas de Biskra 2009.
- [15] MATHIEU et al, initiation à la physico-chimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190 (220 Pages); 2005.

- [16] MERZOUGUIWARDA Année universitaire, (ETUDE DE PERFORMANCE D'UN DESSABLEUR « STATION D'EPURATION DE LA VILLE D'AIN BEIDA ») 2016 /2017.
- [17] CLADUE CARDOT, techno sup, génie de l'environnement 8^{ème} Edition, paris 23 juillet, 2010. 2002
- [18] TOUAFEK AICHA ; Etudes expérimentale de l'épuration des effluents par procédés aculture fixée, Projet de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Magister en Hydraulique, Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf, Oran. 111p. 2015.
- [19] BENGOUGA KHALIL. Contribution à l'étude du rôle de la végétation dans l'épuration des eaux usées dans les régions arides, Mémoire de fin d'études pour l'obtention de diplôme du Magister en Agronomie, université Mohammed Khider, Biskra. 2010
- [20] MICHOUDFATMA. mémoire L'efficacité des filtres plantés de saprophytes dans la dépollution des eaux usées urbaines dans les zones semi-aride – cas de Biskra 2009.
- [21] BAUMONT et al : réutilisation des eaux usées épurées ; risque sanitaires et faisabilité en Ile-de-France. Institut d'aménagement. 2005.
- [22] Livre de station ZEMMOURI
- [23] OURTELI S et BRAHIMI S.. CONTRIBUTION à L'étude de l'efficacité de traitement des eaux usées de la station d'épuration de corps gras de Bejaia (GO.G. B) label après sensencement mémoire de fin d'étude du diplôme de master en Environnement et sécurité alimentaire ; Université Abderrahmane MIRABejaia 72p 2013.
- [24] YAHIATENESofiane et TAHIRIMEITIadj, "Réflexions sur la caractérisation physique et chimique des effluents liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran", Mémoire de Licence, Université d'Oran, 2010, 51P.
- [25] Journal Officiel de la République Algérienne, 2006.