



UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et conservation des écosystèmes

Thème

**Analyses physico-chimiques des eaux usées au niveau de
la station d'épuration de la wilaya de Bordj Bou Arreridj
(Comparaison avec les normes algériennes et l'OMS)**

Présenté par : Bounoua Cherifa
Meziti Khawla
Sahli Rima

Devant le jury :

Président : M^r Bibak M. MAB (Univ de Bordj Bou Arreridj)

Encadrant : M^{me} Bourahla A. MAA (Univ de Bordj Bou Arreridj)

Examineur : M^r Naouri M. MAB (Univ de Bordj Bou Arreridj)

Année universitaire : 2016/2017



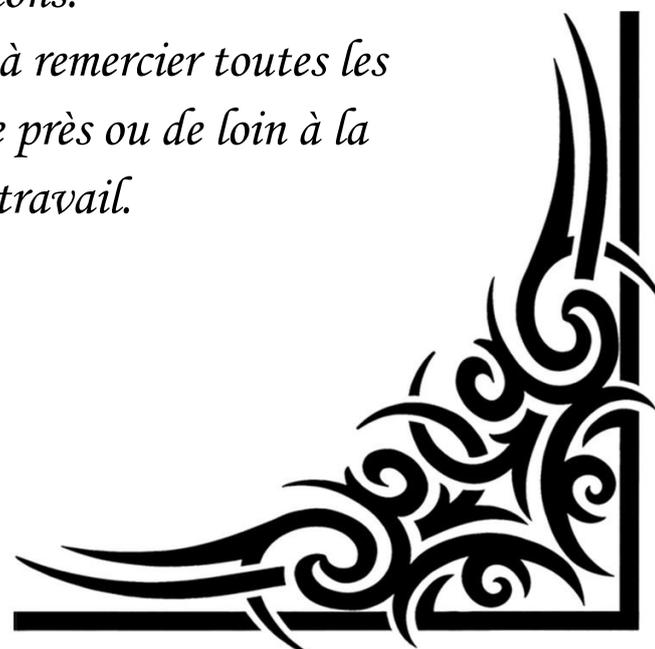
Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remerciera Allah le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadrant M^{me}: Bourahla, sa précieuse conseil et son aide durant toute la période du travail.

Il n'est jamais facile pour un étudiant de trouver un stage, c'est pourquoi nous remercions l'entreprise de la station d'épuration de BBA pour la confiance qu'elle nous a accordée, son accueil et son intégration

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.



Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail
à mes parents pour leur
aide et encouragement tout
au long de la réalisation de ce mémoire .*

*A Mes sœurs «Barkahem,
Saida, Ayacha, Hakima,»*

A Mon frère Abd el Karim

*A Mes amies « Nadjwa , Amria,
Khawla , Rima, Khawla*

Cherifa





Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à mes parents
pour leur aide et encouragement tout
au long de la réalisation de ce mémoire.*

*A mes frère Mes frères et sœurs « Dalel,
Hamza, Nessrine, Merieme , Fares, Fateh,
Rabie, Youcef » qui n'ont cessé d'être pour moi
des exemples de persévérance, de courage
et de générosité.*

*Mes tantes, oncles, cousins et cousines
neveux et nièces...*

*Mes amies «Loubna, Aida, Afaf, Ahlam
Khadra et Widade»*

Khawla





Dédicace

*Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire
et la patience d'aller jusqu'au bout de rêve et le bonheur
de lever mes main vers le ciel et de dire « ya Kayoum »*

Je dédie ce modeste travail

*A mon idéal, l'être le plus généreux, qui m'a toujours dis
que la science est une source inépuisable que dieux t'accueil
dans son vaste paradis. Mon cher père «Moussa ». Je souhaite de
prolonger votre âge avec bon santé.*

*A ma source de tendresse et la fontaine de la compassion, l'être
la plus chère dans le monde, la femme la plus patiente. Ma chère
mère « Noura » qui ma soutenue à tous moments.*

Je leur dis «la vie sans toi rien».

*A mes adorables sœurs qui donnent la force et le courage
afin d'accomplir ce travail et l'aident me à marcher dans
cette vie et attendent avec impatience mon succès « Raoya,
Nadjet, Farida, Nedjma, Mouna et Thouayba».*

A mes chers frères «Riadh et Hichem »

A mes chers oncles« Abdelgani et Heltali».

*À mes collègues et mes chères amies qui souhaite leur
rappeler toujours « Saida et Halima».*

*A toutes les étudiants de S.N.V surtout spécialité
«Biodiversité et conservations des écosystèmes »*

À tous mes enseignants.

À tous ceux qui m'aiment

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin
à ma formation.*

Rima



Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction..... 01

Partie I : Généralité sur les eaux usées

I.1. Définition de la pollution des eaux..... 03

I.2. Principale sources de la pollution des eaux 03

I.3. Les eaux usées..... 04

I.3.1. Définition 04

I.3.2. Origine des eaux usées 04

I.3.2.1. Les eaux usées domestiques 04

I.3.2.2. Les eaux usées industrielles 05

I.3.2.3. Les eaux usées agricoles 05

I.3.2.4. Les eaux usées pluviales 05

I.4. Les paramètres de pollution 05

I.4.1. Les paramètres organoleptiques 05

I.4.1.1. La couleur 05

I.4.1.2. L'odeur..... 06

I.4.2. Les paramètres physico-chimiques 06

I.4.2.1. La température 06

I.4.2.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH) 06

I.4.2.3. La turbidité 06

I.4.2.4. Matière en suspension(MES) 06

I.4.2.5. La conductivité (CE) 06

I.4.2.6. La demande biochimique en oxygène(DBO) 06

I.4.2.7. La demande chimique en oxygène(DCO)..... 07

I.4.2.8. Carbone organique totale(COT)..... 07

I.4.2.9. Azote et ses dérivés 07

I.4.2.9.1. L'azote ammoniacal (NH₄⁺) 07

I.4.2.9.2. Les nitrites (NO₂⁻) 07

I.4.2.9.3. Les nitrates (NO₃⁻) 07

I.4.2.10. Les phosphates (PO₄⁻³) 07

I.4.2.11. La biodégradabilité	08
I.4.3. Les paramètres microbiologiques.....	08
I.4.3.1. Les micropolluants organiques et non organiques.....	08
I.4.3.1.1. Eléments traces	08
I.4.3.1.2. Les micropolluants organiques	08
I.4.3.2. Qualité microbiologique	08
I.4.3.2.1. Les bactéries.....	08
I.4.3.2.2. Les virus.....	08
I.4.3.2.3. Les protozoaires	09
I.4.3.2.4. Les helminthes	09
I.5. Epuration des eaux usées	09
I.5.1. Présentation d'un système d'épuration	09
I.5.2. Fonction des stations d'épuration	09
I.5.3. Méthodes de traitement des eaux usées	10
I.5.3.1. Prétraitement	10
I.5.3.2. Traitement primaire	10
I.5.3.3. Traitement secondaire : Traitement biologique.....	11
I.5.3.4. Traitement tertiaire	12
I.5.3.4.4. Traitement des boues	12

Partie II : Matériels et méthode

II.1. Présentation de milieu d'étude	14
II.2. Prélèvement des échantillons	14
II.2.1. Le but général de la manipulation	14
II.2.2. Echantillonnage.....	14
II.2.3. Localisation du site de prélèvement.....	14
II.3. L'analyses physico-chimiques	15
II.3.1. La température	15
II.3.2. Le pH.....	15
II.3.3. La conductivité électrique (CE)	16
II.3.4. Matière en suspension(MES).....	16
II.3.5. L'oxygène (O ₂)	17
II.3.6. La demande biochimique en oxygène(DBO ₅)	18
II.3.7. Demande chimique en oxygène (DCO)	18

II.3.8. Dosage de phosphore total	20
II.3.9. Dosage d'azote total	21
II.3.9.1. Dosage de nitrite	22
II.3.9.2. Dosage de nitrate	23
II.3.9.3. Dosage d'azote ammoniacal	24
II.3.10. Matières décantables.....	25

Partie III : Résultats et discussions

III.1. Matière en suspension (MES)	26
III.2. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	27
III.3. Demande chimique en oxygène (DCO)	28
III.4. Potentiel d'Hydrogène (pH)	29
III.5. Température.....	30
III.6. Conductivité électrique (CE)	31
III.7. Oxygène dissous (O ₂)	32
III.8. Indice de boue (IM)	33
III.9. Phosphore total (PT)	34
III.10. Azote total (NT)	35
III.11. Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺).....	36
III.12. Nitrate (NO ₃ ⁻).....	37
III.13. Nitrite (NO ₂ ⁻).....	38
Conclusion.....	39
Références bibliographiques	
Résumé	

Liste d'abréviation

BBA: Bordj Bou Arreridj.

CE : Conductivité électrique

C° : degré Celsius

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

FAO : Food and Agriculture Organisation.

MES : Matières en Suspensions.

Mg/l: Mili gramme par litre

MO : Matière organique.

N : Azote.

NH₄⁺ : Azote ammoniacal.

NO₂⁻ : Nitrite.

NO₃⁻ : Nitrate.

OMS : Organisation Mondiale de Santé.

ONA : Office National de l'Assainissement.

P: Phosphore.

PT: Phosphore total.

STEP: Station d'épuration.

μS/cm: micro-Siemens par centimètre

Liste de tableaux

Tableau I : Différentes sources de pollution.....	03
----------------------------------------------------------	-----------

Liste des figures

Figure 01 : Dégraissage (Station de Bordj Bou Arreridj : Mars 1017).....	10
Figure 01 : Déshuilage (Station de Bordj Bou Arreridj : Mars 1017)	10
Figure 02 : Lit bactérien.....	11
Figure 03 : Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel	12
Figure 05 : pH mètre	16
Figure 06 : Conductimètre	17
Figure 07 : Spectrophotomètre.....	18
Figure 08 : Oxymètre	18
Figure 09 : DBO mètre	19
Figure 10 : Réacteur DCO	20
Figure 11 : Tube de phosphore total	21
Figure 11 : Tube d'azote total.....	21
Figure 12 : Dosage de nitrite	23
Figure 13 : Dosage de nitrate.....	23
Figure 15 : Dosage de l'azote ammoniacal.....	24
Figure 16 : Cône Imhoff	25
Figure 17 : Histogramme des valeurs moyennes de MES de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	26
Figure 18 : Histogramme des valeurs moyennes de DBO5 de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	27
Figure 19 : Histogramme des valeurs moyennes de DCO de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	28
Figure 10 : Histogramme des valeurs moyennes de pH de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	29
Figure 11 : Histogramme des valeurs moyennes de T° de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	30
Figure 11 : Histogramme des valeurs moyennes de CE de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	31
Figure 12 : Histogramme des valeurs moyennes d'O1 de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	31
Figure 13 : Histogramme des valeurs moyennes d'IM de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	32

Figure 15 : Histogramme des valeurs moyennes de PT de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	34
Figure 16 : Histogramme des valeurs moyennes de NT de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	35
Figure 17 : Histogramme des valeurs moyennes de NH_3^+ de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	36
Figure 18 : Histogramme des valeurs moyennes de NO_2^- de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	37
Figure 19 : Histogramme des valeurs moyennes de NO_1^- de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).....	38

Introduction

Introduction

En Algérie, l'eau est un élément de plus en plus rare et de moins en moins renouvelable (Djeddi.,2006).

La gestion durable de l'eau est l'un des principaux axes du développement durable, dans la mesure où cette dernière doit répondre aux besoins des générations actuelles et satisfaire les générations futures. L'agriculture constitue le plus gros consommateur des ressources hydriques, vu la diminution des apports en eau constatée depuis plusieurs décennies. Les agriculteurs, notamment ceux des régions continentales, s'intéressent à l'utilisation des eaux usées (Hannachi et *al.*, 2014).

Les disponibilités en eau sont estimées à 17 milliards de m³ par an dont 12 milliards de m³ dans les régions Nord (ressources souterraines 2 milliards de m³, ressources superficielles 10 milliards de m³) et 5 milliards de m³ dans le Sud. Sachant que toutes les ressources souterraines du Nord sont mobilisées en plus de 70% des ressources superficielles.

La pollution des eaux de surface et souterraines est possible par les rejets d'eaux usées tant domestiques qu'industrielles ainsi que par l'utilisation d'engrais et pesticides en agriculture. La pollution risque de constituer, à court terme, un risque de pénurie d'eau accentué imposant la nécessité de protéger cette ressource contre toute altération et utilisation irrationnelle.

Le volume annuel d'eaux usées domestiques rejetées est estimé à 800 millions m³. Ce sont des quantités importantes et facilement localisables que le pays ne peut négliger (Metahri., 2012).

L'intérêt porté par les pouvoirs publics algériens au traitement des eaux usées s'est manifesté par l'allocation de crédits importants à la réalisation de stations d'épurations qui sont en nombre d'une centaine déjà réalisées ou en voie de réalisation.

Seulement, ces réalisations n'ont pas été suffisantes pour atteindre l'objectif de protéger l'environnement d'une manière générale et les ressources hydriques en particulier. La politique de valorisation des eaux usées est nécessaire d'autant plus que celles-ci une fois traitées, pourraient constituer une source non négligeable pouvant participer à la réduction du déficit du bilan hydrique par sa valorisation en irrigation.

L'objectif de notre travail est de contrôler l'élimination de la matière organique et minérale des eaux usées de la station d'épuration de la wilaya de Bordj Bou Arreridj, et cela après la sortie du bassin d'aération à boue activé et de la comparer avec celle de l'eau brute et les normes de l'OMS et algériennes. Ces analyses sont les analyses physico-chimiques.

Introduction générale

La présentation de ce travail s'articule autour de deux parties. La première est une synthèse bibliographique, en deux chapitres. La deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale qui expose le matériel, les méthodes d'une part, les résultats et la discussion d'autre part.

Partie I:

Généralité sur les eaux usées

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol.

La pollution participe de ce fait à diminuer les volumes d'eau utilisable par les populations. Elle engendre aussi des maladies et les phénomènes d'eutrophisation dans les réserves d'eau et déséquilibre dans l'environnement naturel (Zella L., 2007).

I.1. Définition de la pollution des eaux

Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines.

L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricoles, produit une quantité de substance polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (Rodier J.,2005).

I.2. Principale sources de la pollution des eaux

La pollution des eaux de surface est provoquée généralement par les rejets des activités domestiques urbaines, agricoles, et industrielles (Tableau I).

Tableau I : Différentes sources de pollution.

Type de pollution	Nature	Source
Thermique	Rejets d'eau chaude	Centrales électriques
Radioactive	Radio-isotopes	Installations nucléaires
Microbiologique	Batteries, virus, champignons	Effluents urbains, élevage, secteur agro-alimentaire
Organiques fermentescibles	Glucides, protides, lipides	Effluents domestiques, agricoles, industries.
Fertilisants	Nitrates, phosphates	Agriculture, lessives.
Métaux et métalloïdes toxiques	Mercure, Calcium, Plomb, Arsenic	Industrie, agriculture, combustion, pluies acides.
Pesticides	Insecticides, fongicides, herbicides	Agriculture, industries.

Type de pollution	Nature	Source
Détergents	Agents tensio-actifs	Effluents domestiques et industriels
Hydrocarbures	Pétrole brute et dérivés	Industrie pétrolière, transports
Composés organochlorés	Polychlorophényles (P, C, B) Insecticides, solvants chlorés	Industrie
Autrecomposants organiques de synthèse	Nombreuses molécules	Industrie

(Source : Budenne et Lesbsir., 2012).

I.3. Les eaux usées

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs (Selghi., 2001).

I.3.1. Définition

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent, est une eau qui a subi une détérioration après usage. La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme « tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » (Moussa-Moumouni-Djermakoye., 2005).

I.3.2. Origine des eaux usées

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines) (Baumont et *al.*, 2004).

I.3.2.1. Les eaux usées domestiques

Sont essentiellement porteuses de pollutions organiques. Elles se répartissent en deux catégories : les eaux ménagères des salles de bain et des cuisines qui sont généralement chargées de substances biodégradables, de détergents, de produits nettoyants, désinfectants, et détartrants ainsi que de pesticides pour usage domestique et de solvants pour le bricolage ; ces eaux peuvent aussi contenir des polluants cosmétiques et médicamenteux. La deuxième catégorie d'eaux usées domestiques sont les « eaux vannes » comprenant les rejets de

toilettes. Ces dernières sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (Elskens., 2010 ., Pons et *al.*, 2008).

I.3.2.2. Les eaux usées industrielles

Peuvent également être introduites dans les systèmes d'assainissement collectifs publics. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre (métaux lourds, micropolluants organiques, hydrocarbures,...). Ainsi, ces effluents ne sont pas toujours compatibles avec le système d'épuration public destiné à l'assainissement des effluents urbains et la présence d'éléments indésirables peut dégrader la qualité des boues d'épuration. Dès lors, une politique d'assainissement des eaux résiduaires industrielles est nécessaire (Elskens., 2010 ., Pons et *al.*, 2008).

I.3.2.3. Les eaux usées agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle cause essentiellement des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphatés, sous une forme ionique ou en quantité telle qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues (Dugniolle et *al.*, 1989 in Belahmadi., 2011).

I.3.2.4. Les eaux usées pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de La terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. (Desjardins., 1997).

I.4. Les paramètres de pollution

I.4.1. Les paramètres organoleptiques

I.4.1.1. La couleur

La couleur de l'eau peut être due à des substances minérales naturelles comme le fer et le manganèse, ou des composés organiques, dont les plus répandus sont des algues, des protozoaires et des produits naturels de la décomposition des végétaux comme les substances humiques, les tanins et les lignines (Allen et *al.*, 1994).

I.4.1.2. L'odeur

Toute eau possède une odeur, qui est due aux gaz dissous. Souvent, l'odeur et la saveur de l'eau peuvent être modifiées, soit par la présence de matières organiques en décomposition, soit par la présence de matière sécrétée par les organismes vivants dans l'eau, en particulier les algues et les champignons (Bouziane., 2000).

I.4.2. Les paramètres physico-chimiques**I.4.2.1. La température**

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment) (Rodier et *al.*, 1996).

I.4.2.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau (Allen et *al.*, 1994).

I.4.2.3. La turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes (Rejsek., 2005).

I.4.2.4. Matière en suspension(MES)

Les MES représentent les matières qui ne sont ni à l'état dissous ni à l'état colloïdales, donc filtrable. Elles sont organiques et/ou minérales et permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau (Zeghoud., 2014).

I.4.2.5. La conductivité (CE)

C'est la mesure de la capacité d'une solution de laisser passer un courant électrique, cette capacité dépend des sels solubles dans l'eau et de la température de mesure. Généralement, les sels minéraux présents dans l'eau, sont des bons conducteurs ; quant aux matières organiques et colloïdales, elles n'ont que peu de conductivité (Rodier., 1996). La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Gaujous D., 1995).

I.4.2.6. La demande biochimique en oxygène(DBO)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (Xanthoulis., 1993).

I.4.2.7. La demande chimique en oxygène(DCO)

Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques (Savary., 2005).

I.4.2.8. Carbone organique totale(COT)

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO) (Tarmoul., 2007).

I.4.2.9. Azote et ses dérivés

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH_3), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH_4^+) (Martin., 1979 in Zeghoud., 2014).

I.4.2.9.1. L'azote ammoniacal (NH_4^+)

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH_3 et l'ammonium NH_4^+ , dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température.

L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates; ce qui induit une consommation d'oxygène (Tarmoul., 2007).

I.4.2.9.2. Les nitrites (NO_2^-)

Les ions nitrites (NO_2^-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions de nitrates (NO_3^-). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites c'est la nitratisation (Rodier., 2009).

I.4.2.9.3. Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau.

Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates (Rodier., 2009).

I.4.2.10. Les phosphates (PO_4^{-3})

Les phosphates sont des formes minérales du phosphore formés à partir d'ions PO_4^{-3} .

Les phosphates sont présents dans les excréments, les engrais, les lessives, les champings et les détergents ménagers (Choocat., 1997).

I.4.2.11. La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux (Metahri., 2012).

I.4.3. Les paramètres microbiologiques**I.4.3.1. Les micropolluants organiques et non organiques**

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées (Baumont et *al.*, 2004).

I.4.3.1.1. Eléments traces

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces (Cauchi., 1996).

I.4.3.1.2. Les micropolluants organiques

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent de l'utilisation domestique de détergents, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier. Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore (haloformes) (Xanthoulis., 1993).

I.4.3.2. Qualité microbiologique**I.4.3.2.1. Les bactéries**

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10^{12} bactéries/g (Asano., 1998). Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactérie/100ml dont 10^5 proteus et entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 clostridium (Faby., 1997).

I.4.3.2.2. Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte (CSHPF., 1995).

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 à 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel (Asano., 1998).

I.4.3.2.3. Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (Baumont *et al.*, 2004).

I.4.3.2.4. Les helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10³œufs/l. Il faut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata* (CSHPF., 1995).

I.5. Epuration des eaux usées

I.5.1. Présentation d'un système d'épuration

L'objectif d'épuration des eaux usées est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictés par la législation, et pouvant par suite être évacuée sans danger du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement (Zeghoud., 2014).

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable.

Les stations d'épurations constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel (Brière., 1994).

I.5.2. Fonction des stations d'épuration

Une station d'épuration peut s'apparenter à une usine de dépollution des eaux usées avant leur rejet en milieu naturel, généralement en rivière. Par sa fonction, elle est installée à l'extrémité d'un réseau de collecte des égouts et en amont du milieu naturel. Elle rassemble une succession de dispositifs, empruntés tour à tour par les eaux usées, chacun de ces dispositifs étant conçu pour extraire au fur et à mesure les différents polluants contenus dans les eaux (Vandermeersch., 2006).

I.5.3. Méthodes de traitement des eaux usées

I.5.3.1. Prétraitement

Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute (FAO., 2003).

Le prétraitement peut comprendre les opérations : (le dégrillage), principalement pour les déchets volumineux, (le dessablage) pour les sables et les graviers et (le dégraissage (Fig.1)-désuilage ou d'écumage-flottation (Fig.2)) pour les huiles et les graisses (Metahri., 2012).



Fig. 01 : Dégraissage (Station de Bordj Bou Arreridj : Mars 2017).



Fig. 02 : Désuilage (Station de Bordj Bou Arreridj : Mars 2017).

I.5.3.2. Traitement primaire

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques naturels, filtration et décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physicochimiques, tels que la coagulation- floculation (Metahri., 2012).

I.5.3.3. Traitement secondaire : Traitement biologique

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques visent à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. Des micro-organismes mis en contact avec l'eau polluée assimilent la matière organique qui, leur sert de substrat de croissance. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique. En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobies strictes ou facultatives. Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique. Ce sont les procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (disques biologiques rotatifs, lits bactériens, etc.), les procédés à décantation interne (lagunage), les techniques d'épandage-irrigation, etc.

Le traitement par boues activées est très largement utilisé. Il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux à traiter, dans lequel est injectée une boue chargée de bactéries. Les bactéries consomment la matière organique et contribuent aussi à l'élimination de l'azote et du phosphore. A la sortie du réacteur, l'effluent passe dans un clarificateur. La boue décantée est séparée en deux flux : l'un rejoint le réacteur (ensemencement) et l'autre est évacué vers la filière des boues. L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène (Fig. 03 et Fig. 04) (Metahri., 2012).

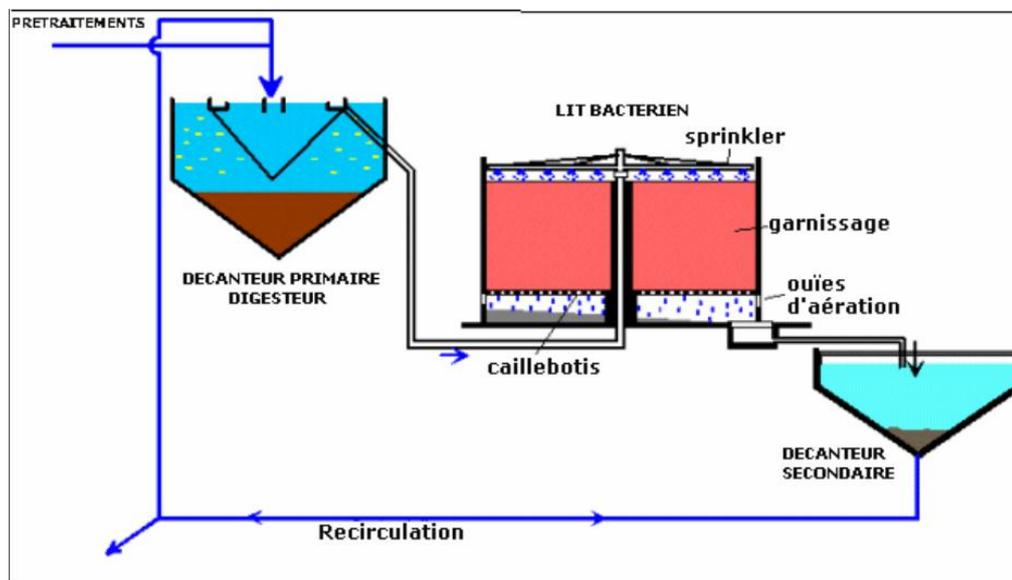


Fig. 03 : Lit bactérien (Metahri., 2012).

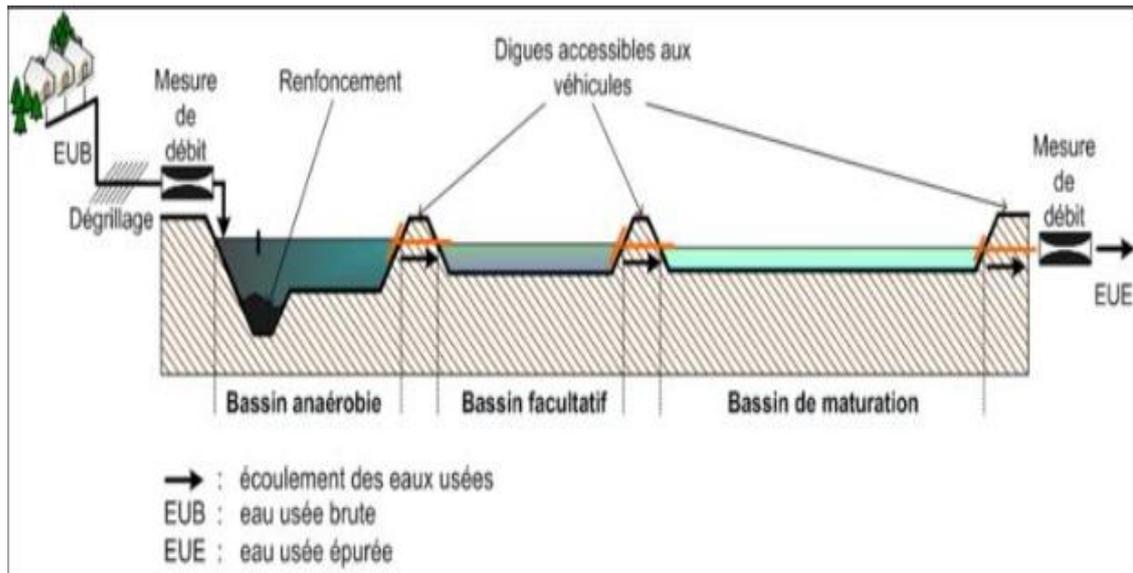


Fig. 04 : Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel (Metahri., 2012).

I.5.3.4. Traitement tertiaire

Appelés aussi les traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution l'azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour arriver au bout de ces polluants. Pour cela les traitements tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires, afin de garantir une meilleure protection des milieux naturels récepteurs. Les traitements tertiaires souvent considérés comme facultatif ou complémentaire permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire. De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie. Les traitements tertiaires visent à améliorer la qualité générale de l'eau.

Leur utilisation s'impose lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige. On y distingue généralement les opérations suivantes :

- La nitrification-dénitrification et déphosphatation biologique ou mixte (biologique et physico-chimique) ;
- La désinfection bactériologique et virologique (Metahri., 2012).

I.5.3.4.4. Traitement des boues

Le traitement d'un mètre cube d'eaux usées produit de 350 à 400 grammes de boues. Ces boues, généralement très liquides, contiennent une forte proportion de matières organiques. Elles sont donc très fermentescibles et susceptibles de causer des nuisances (Aussel., 2004).

Le traitement a pour but de les conditionner en fonction des filières d'élimination :
Réduction de leur volume par épaissement,

- Déshydratation, séchage thermique ou incinération.
- Diminution de leur pouvoir de fermentation par stabilisation biologique, chimique ou thermique (rajout de chaux par exemple).

Un traitement chimique des odeurs est souvent associé à ce traitement.

La gestion des boues représente souvent une préoccupation pour les exploitants des usines de traitement et pour les collectivités locales. L'élimination des boues connaît d'importantes évolutions, en particulier au niveau des filières et des débouchés finaux : utilisation agricole, compostage, incinération, récupération d'énergie, envoi en centre d'enfouissement technique (Aussel., 2004).

Partie II:

Matériels et méthodes

II.1. Présentation de milieu d'étude

- Nom de station d'épuration : STEP de Bordj Bou Arreridj.
- Commune de Bordj Bou Arreridj.
- Wilaya de Bordj Bou Arreridj.
- Localités concernées par traitement : Bordj Bou Arreridj.
- Capacité de la station : 150000 Eqh 30000m³ /j.
- Milieu récepteur : Oued K'sob /eau réutilisée à des fins agricole (périmètre d'irrigation 300 hectare).
- Procédé de traitement : boue activé à faible charge.
- Entreprise retenue pour la réalisation du génie- civil : Hydrotraitement.
- Entreprise retenue pour la partie équipement : Hydrotraitement.
- Date de mise en service de la station : 15 /05/2002.
- Date de transfert de la station à l'ONA : 16/07/2003.
- Caractéristique des eaux usées épurées :

Matière en suspension	MES : 30mg/l
Demande chimique en oxygène	DCO : 90mg/l
Demande biologique en oxygène	DBO ₅ :30mg/l

II.2. Prélèvement des échantillons

II.2.1. Le but général de la manipulation

Faire des analyses physico-chimiques de l'eau usée de la région de BBA

II.2.2. Echantillonnage

Les prélèvements doivent être dans des flacons en plastique préalablement bien lavés et rincés avec de l'eau à examiner.

II.2.3. Localisation du site de prélèvement

Dans ce travail, le prélèvement a été réalisé en 04 points au niveau de stations d'épuration de BBA.

- L'eau entrée : l'eau brute.
- L'eau sortie : l'eau épurée.
- L'eau de bassin d'aération.
- L'eau de vis de recirculation.

II.3. Les analyses physico-chimiques

II.3.1. La température

La détermination de la température est faite au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé à pH-mètre étalonné avant chaque manipulation. On lit directement la température exprimée en degré celcius (C°).

II.3.2. Le pH

Principe

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre de type 340i électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé.

L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 7 et à 4 puis introduit dans l'eau à analyser.

Mode opératoire

- Etalonnage de l'appareil.
- Introduire un volume de l'échantillon l'eau à analyser dans bécher.
- La lecture est faite après stabilisation de la valeur affichée du pH (Fig. 05).



Fig. 05: pH mètre (laboratoire de STEP de BBA., 2017).

II.3.3. La conductivité électrique (CE)

Principe

La conductivité électrique a été déterminée à l'aide d'un conductimètre électrique qui permet de mesurer également les solides totaux dissous .

Mode opératoire

- Etalonnage de l'appareil.
- Introduire un volume de l'échantillon l'eau à analyser (eau brute et eau épurée) dans bécher.
- Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S/cm}$. A partir de cet appareil on peut mesurer la salinité (Fig. 06).



Fig. 06: Conductimètre (laboratoire de STEP de BBA., 2017)

II.3.4. Matière en suspension(MES)

Principe

La matière en suspension a été déterminée d'un spectrophotomètre. Elle a été exprimé en mg /l.

Mode opératoire

- Etalonnage de l'appareil
- Programme : 630 régler à 810nm.
- Introduire dans une cuvette de 10 ml le blanc qui est l'eau distillée ce qui est permet la lecture.
- Dans une autre cuvette, introduire l'eau de sortie (épurée) et faite la lecture sur l'appareil, même l'opération pour l'eau d'entrée (brute) (Fig. 7).



Fig. 7 : Spectrophotomètre (laboratoire de STEP de BBA., 2017)

II.3.5. Oxygène dessous(O2)

Principe

C'est la détermination d'oxygène dissous à l'aide d'un oxymètre.

Mode opératoire

- Allumer l'oxymètre
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée
- Prendre un bécher et verser l'échantillon
- Entrer l'électrode dans l'échantillon et lire le résultat sur l'afficheur de l'oxymètre

(Fig. 08)



Fig. 08 : Oxymètre (laboratoire de STEP de BBA., 2017).

II.3.6. La demande biochimique en oxygène(DBO)

Principe

La détermination de la DBO₅ consiste à mesurer la concentration d'oxygène par voie biologique à une température constante égale à 20 C° (Ouali., 2001) Par convention, la DBO₅ est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation (Dafri., 2008) à l'aide d'un appareil DBO.

Mode opératoire

- Gamme : 700 pour l'eau brute ,350 pour l'eau épurée
- Introduire dans deux bouteilles de l'appareil DBO d'eau brute (95ml) et d'eau épurée (160ml).
- Poser un agitateur puis ajouter une base quel que soit le NaOH ou KOH mais dans le laboratoire on utilise Hydroxyde de Lithium qui absorbe le CO₂dégagé lors de l'oxydation.
- Fermer les bouteilles et les mettre dans l'appareil de DBO pendant 5 jours (Fig. 09).



Fig. 09 : DBO mètre (laboratoire de STEP de BBA., 2017).

II.3.7. Demande chimique en oxygène (DCO)

Principe

Oxydation à chaud ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$), pendant 2h en milieu acide, en présence d'un excès d'oxydant. On évalue la quantité d'oxygène (en mg /l), utilisée par les réactions d'oxydation en déterminant la quantité d'oxydant résiduelle (Lesavre., 2007)

Mode opératoire

- Gamme :(0-1500ppm) pour l'eau brute, (0-150ppm) pour l'eau épurée.
- Programme : L'eau brute : 435 et l'eau épurée 430
- Prélever 2 ml d'eau à analyser (l'eau brute et épurée) à l'aide d'une pipette jaugée 2ml et le rajouter au tube de réactifs à DCO.
- Placer le tube bouché dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Lire la DCO après refroidissement directement avec un Spectrophotomètre (Fig. 10).



Fig. 10 : Réacteur DCO (laboratoire de STEP de BBA., 2017).

Programme de spectrophotomètre

- Appuyer sur programme HACH DR/2010 : Sélectionner le programme qui correspond à chaque élément mesuré.
- Transférer 10 ml d'eau distillée dans une cuve (blanc).
- Transférer 10 ml de l'échantillon dans une autre cuve (l'échantillon préparé).
- Transférer le contenu d'une pochette de réactif dans la cuve de l'échantillon préparé.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie, en suite OK, une période de réaction va commencer.
- Lorsque la minuterie ralentie, essayer l'extérieur du blanc et introduire dans le compartiment de cuve.
- Appuyer sur zéro, l'indication suivant apparaît sur l'écran 0,00 mg/L.
- Essayer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et introduire dans le compartiment de cuve.
- Lire le résultat directement sur l'écran en mg/L.

Remarque : La préparation du blanc et de l'échantillon varie d'un dosage à un autre.

II.3.8. Dosage de phosphore total

Principe

C'est la mesure de quantité de phosphore total (PO_4^{3-}) présente dans l'eau brute et épurée (0.00 à 3.50 mg/l) par méthode phosVer3 avec digestion au persulfate.

Mode opératoire

- Programme : 535 régler à 890nm.

- Blanc : 2ml d'eau désionisée dans le tube de phosphore total+ 2ml d'acide sulfurique (1N) + une pochette de réactif persulfate potassium et agiter.
- Echantillon : 2ml d'eau brute et épurée dans le tube de phosphore total +2ml d'acide sulfurique+2 pochettes de réactif persulfate potassium et agiter.
- Placer les 3 tubes dans l'étuve à 105°C pendant 30min.
- Après le réchauffement, laissés refroidir et ajouter 2ml d'hydroxyde de sodium, puis ajouter 3pochettes de réactif Phos Ver3.Appuyer sur Shift5 et les laissés 2min.
- Faire la lecture à l'aide de spectrophotomètre (Fig. 11).

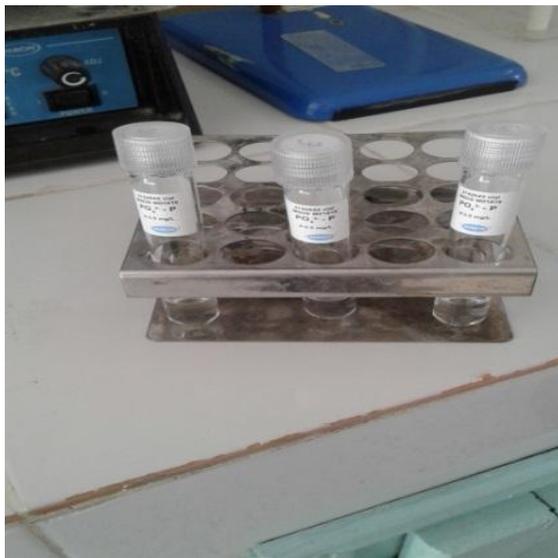


Fig. 11: Tube de phosphore total (laboratoire de STEP de BBA., 2017).

II.3.9. Dosage d'azote total

Principe

C'est la mesure de quantité d'azote total (N) présente dans l'eau brute et épurée (0.00à25mg/l) par méthode de digestion TNT ou persulfate.

Mode opératoire

- Programme : 350 régler à 410nm.
- Blanc : 2ml d'eau désionisée dans le tube d'hydroxyde d'azote total + une pochette de réactif persulfate.
- Echantillon : 2ml d'eau brute et épurée dans le tube d'hydroxyde d'azote total +2 pochettes de réactif persulfate.
- Placer les tubes dans l'étuve à 105°C pendant 30min.
- Après le réchauffement, laisser refroidir et ajouter réactif NTA, agiter et appuyer sur Shift5pendent 3min; puis ajouter réactif NTB et agiter puis appuyer sur Shift5 pendant 2min.

- Prélever 2ml d'hydroxyde de 3 tubes et les ajouter dans 3 tubes de réactif NTC ; agiter et appuyer sur Shift5 pendant 5min.
- Faire la lecture à l'aide de spectrophotomètre (Fig. 12).

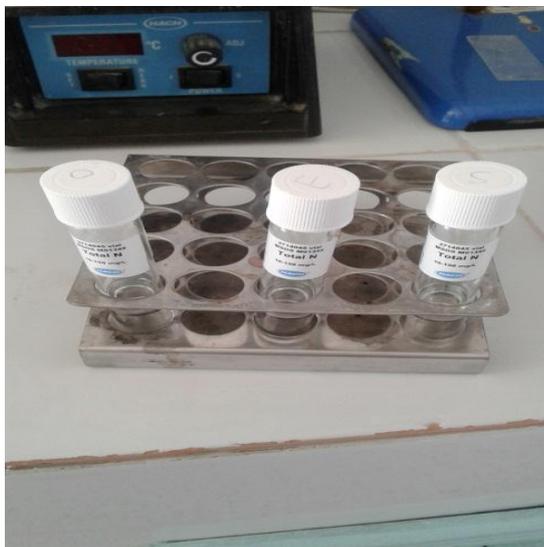


Fig. 12 : Tube d'azote total (laboratoire de STEP de BBA., 2017).

II.3.9.1. Dosage de nitrite

Principe

C'est la mesure de quantité de nitrite (NO_2^-) présente dans l'eau brute et épurée (0.00à0.30mg/l) par filtration.

Mode opératoire

- Programme : 371 régler à 507nm.
- Blanc : 10ml d'échantillon.
- Echantillon : 10ml d'eau brute et épurée +2 pochettes de réactif NitriVer3.
- Agiter et appuyer sur Shift5 pendant 20min.
- Faire la lecture sur spectrophotomètre.

Remarque : La présence de nitrite indique la coloration rose (Fig. 13).



Fig. 13 : Dosage de nitrite (laboratoire de STEP de BBA., 2017).

II.3.9.2. Dosage de nitrate

Principe

C'est la mesure de quantité de nitrate (NO_3^-) présente dans l'eau brute et épurée (0.00à4.5mg/l) par filtration.

Mode opératoire

- Programme : 353 régler à 400nm.
- Blanc : 25ml l'eau désionisée.
- Echantillon : 25ml d'eau brute et épurée +2 pochettes de réactif NitraVer5.
- Agiter et appuyer sur Shift5 et laisse 10min puis une autre Shift5 et laisse 5min.
- Faire la lecture sur spectrophotomètre (Fig. 14).



Fig. 14 : Dosage de nitrate (laboratoire de STEP de BBA., 2017).

II.3.9.3. Dosage d'azote ammoniacal**Principe**

C'est la mesure d'azote ammoniacal ($N-NH_3$) présente dans l'eau brute et épurée (0.00à0.80mg/l) par filtration.

Mode opératoire

- Programme : 385 régler à 655nm.
- Blanc : l'eau désionisée 10ml+une pochette de réactif de Salicylate+ une pochette de cyanurate.
- Echantillon : 10ml d'eau brute et épurée +une pochette de Salicylate appuyé sur Shift5 pendant 3min +une pochette de cyanurate, appuyé sur Shift5 pendant 15min.
- Faire la lecture sur spectrophotomètre.
- En présence d'ammoniac, une coloration verte apparaisse (Fig. 15).



Fig. 15. :Dosage de l'azote ammoniacal(laboratoire de STEP de BBA., 2017).

II.3.10. Matières décantables

Mesure la quantité de boue décantée dans un 1000ml d'eau de bassin d'aération.

Mode opératoire

- Après une agitation d'eau de bassin d'aération, prendre 1000ml dans un cône Imhoff.
- Laisser reposer pendant 30minutes.
- Lire le volume des matières déposées au fond du cône (Fig. 16).



Fig. 16 : Cône Imhoff (laboratoire de STEP de BBA., 2017).

Partie III:

Résultats et discussion

Les résultats concernant les analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés au niveau de la STEP de BBA pendant 03 mois (Février, Mars et Avril 2017).

III.1. Matière en suspension (MES)

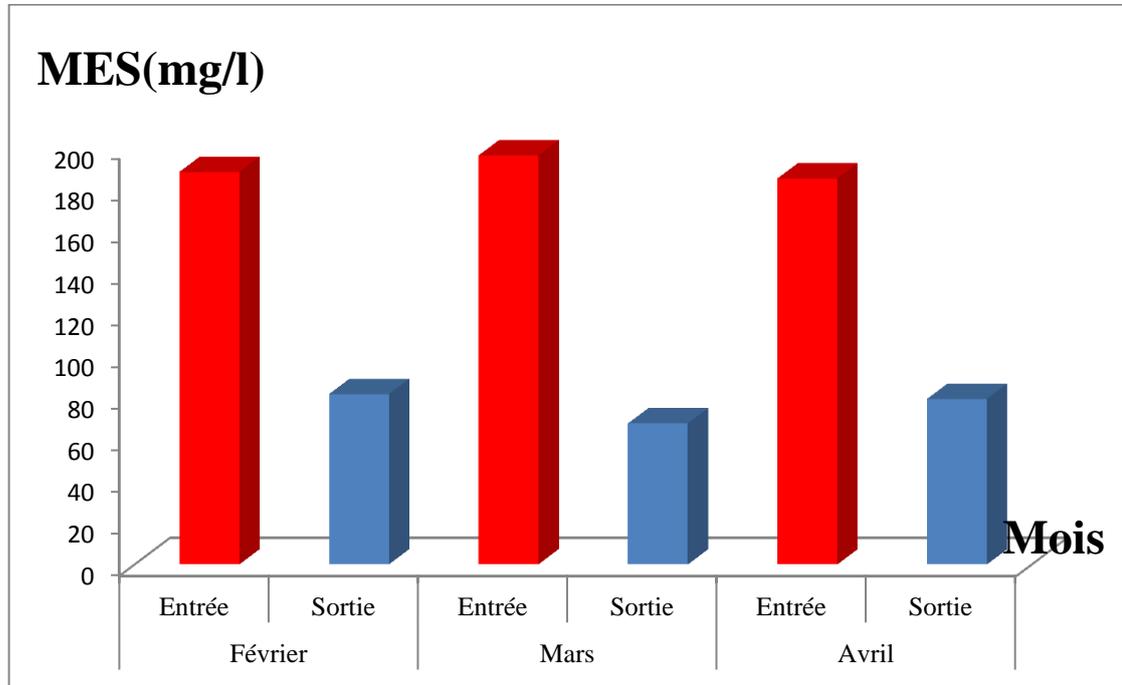


Fig. 17 : Histogramme des valeurs moyennes de MES de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

D'après la figure ci-dessus le mois de Mars a enregistré la valeur moyenne de MES la plus élevée avec 196,3158 mg/l. En revanche, le mois d'avril a enregistré la valeur la plus faible avec 185,2857mg/l de l'eau brute, par contre à l'eau épurée on observe une légère diminution enregistrée au mois de Mars (67,7368 mg/l).

Selon l'OMS., 2006, le MES compris entre 35 et 40 mg/l, le MES de notre STEP compris 67,7368 et 81,7777 mg/l.

Les résultats obtenus au niveau de l'entrée de station d'épuration est évidemment élevées, et sa diminution à la sortie est due au traitement d'épuration qu'a subie l'eau usée ; mais cette diminution reste hors de norme de l'OMS à cause des facteurs qui la conditionnent surtout les déchets de la zone industrielle.

III.2. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

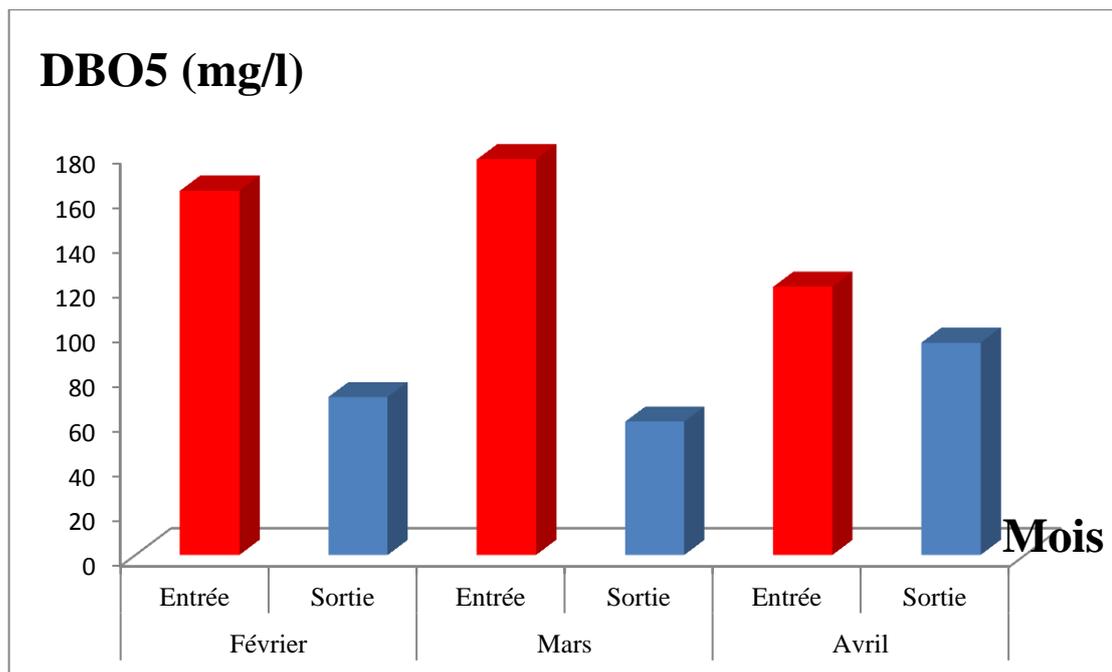


Fig. 18 : Histogramme des valeurs moyennes de DBO₅ de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

D'après la figure 18, le mois de mars a enregistré la valeur moyenne de DBO₅ la plus élevée avec 177 mg/l. En revanche, le mois d'avril a enregistré la valeur la plus faible (120mg/l) de l'eau brute, pour l'eau épurée on observe une diminution au mois de mars (59,6 mg/l) par rapport aux autres mois.

La concentration organique des eaux usées, telle que mesurée par sa DBO₅, est un des plus importants critères utilisés dans la conception d'une installation de traitement des eaux usées afin de déterminer le degré de traitement nécessaire. La charge organique de l'installation de traitement est la DBO₅ des eaux usées qui y sont amenées. Pour déterminer l'efficacité du traitement et prévoir l'impact des effluents sur les eaux réceptrices, on effectue des tests de DBO₅, avant et après le traitement (Gaujous., 1995).

La DBO₅, ou demande biochimique en oxygène indique la quantité de matières organiques présentes dans les eaux usées (Xanthoulis., 1993)

La valeur élevée de la DBO₅ au niveau de l'entrée de la station est tout à fait compréhensible, car les eaux usées domestiques sont chargées en matières organiques biodégradables.

La valeur minimale enregistrée au niveau de la sortie de la station d'épuration, indique que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est inacceptable, surtout si on considère que la norme exige une $DBO_5 > 35$ à 40 mg/l. Cette dernière c'est à cause des éléments toxiques et des hydrocarbures de la zone industrielle.

III.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

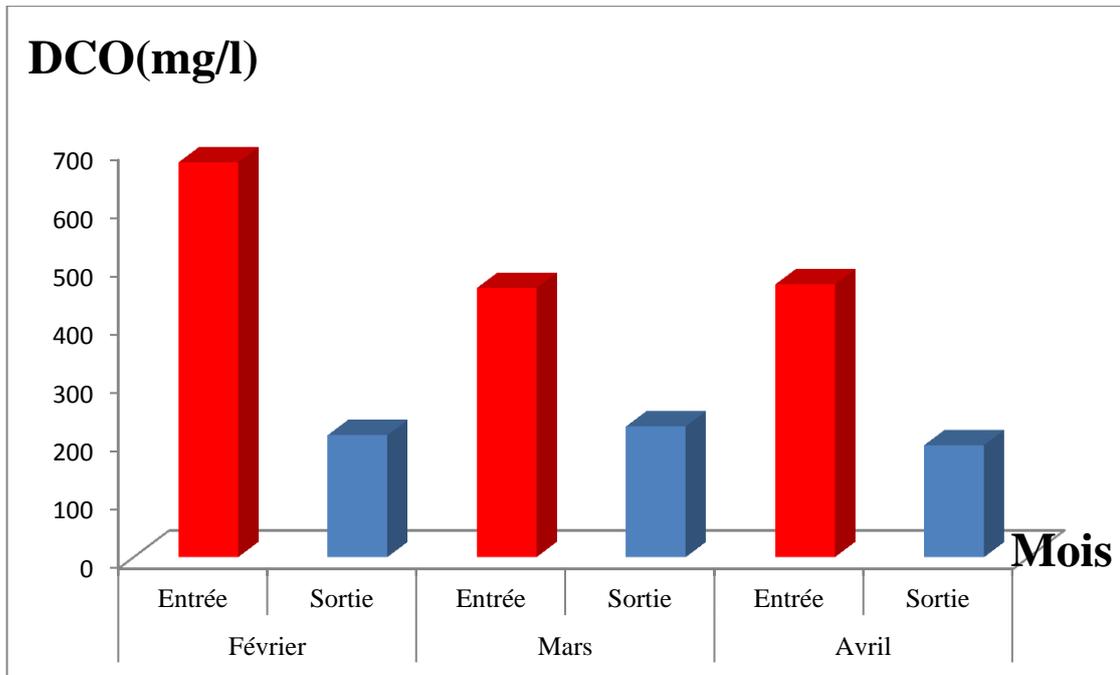


Fig. 19 : Histogramme des valeurs moyennes de DCO de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

Au niveau de STEP de BBA, les valeurs de DCO indiquent une diminution de l'eau brute vers l'eau épurée où on enregistre la valeur la plus élevée au mois de Février (675,83mg /l) de l'eau brute et (192mg/l) de l'eau épurée au mois d'avril.

Dans le domaine des eaux usées, pour déterminer la pollution d'une eau, on utilise très souvent des paramètres globaux, qui décrivent la somme des pollutions provoquées par des polluants appartenant à un groupe déterminé de composés. L'un de ces paramètres est la demande chimique en oxygène DCO, qui est une indication sur les quantités de substances organiques chimiquement oxydables, présentes dans l'eau (Attab., 2011).

Les eaux usées industrielles représentent une valeur très élevée de la DCO (165 mg/l) qui révèle la présence des composés oxydables (Boudjemline., 2010).

III.4. Potentiel d'Hydrogène (pH)

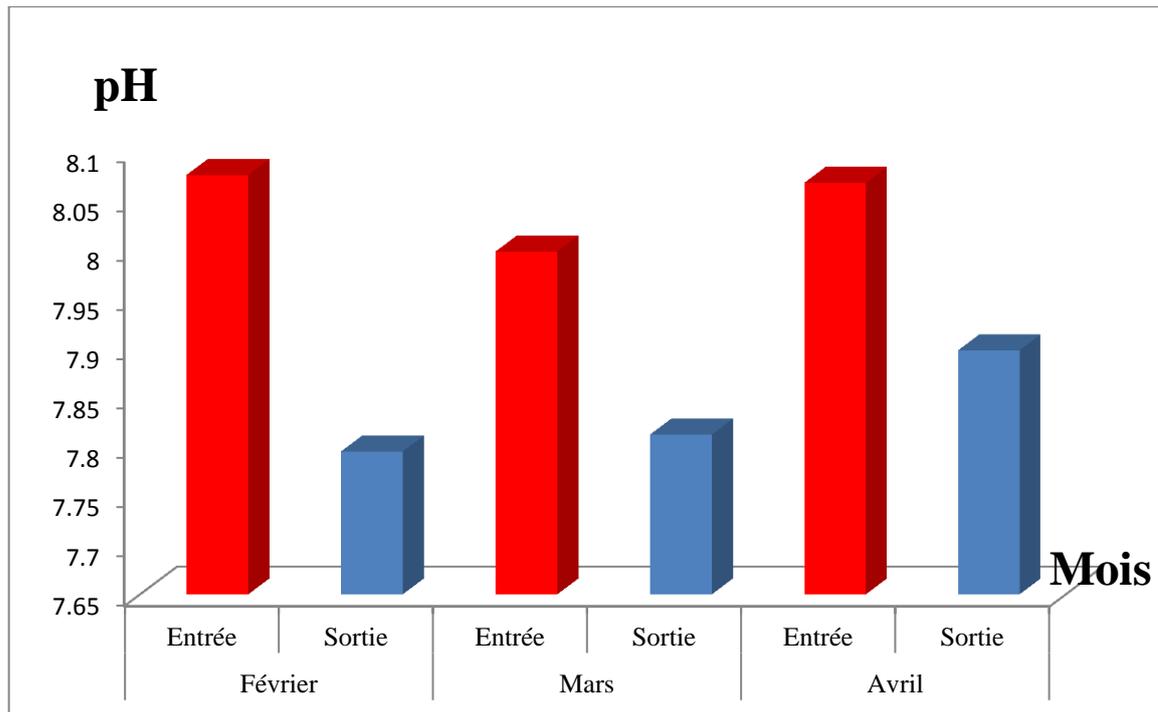


Fig. 20 : Histogramme des valeurs moyennes de pH de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

La mesure du pH des eaux usées donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité de ces eaux. Il est important pour la croissance des micro-organismes qui ont généralement un pH optimal variant de 6,5 à 8,5. (Mara., 1980., WHO., 1987).

Le pH est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement (Rodier., 1996).

Selon l'OMS., 2006, le pH compris entre 6,5 et 8,5 mg/l, le pH de notre STEP compris entre 8,07 et 7,89 mg/l ce qui indique le pH de STEP est au voisin de la neutralité donc il est dans les normes.

III.5. Température

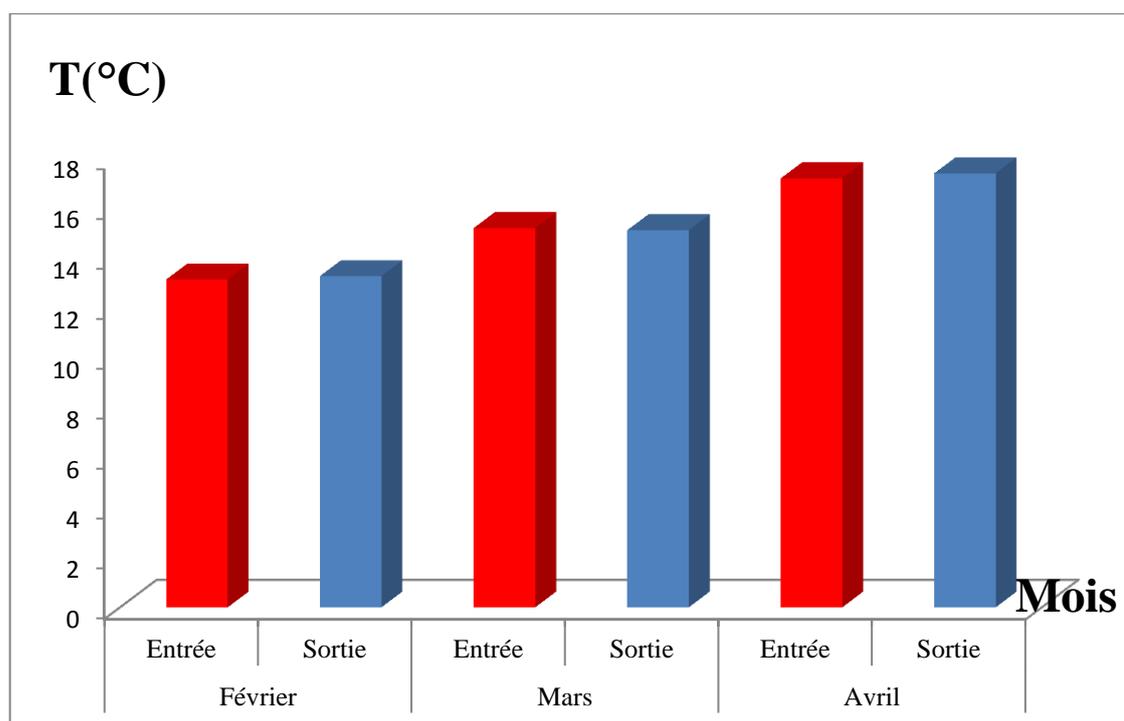


Fig. 21 : Histogramme des valeurs moyennes de température de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

D'après la figure ci-dessus, le mois d'avril a enregistré la valeur la plus élevée avec 17,18°C. La valeur la plus faible est enregistrée au mois de février avec une valeur de 13,12°C de l'eau brute. Pour l'eau épurée on observe la valeur la plus élevée (17,38°C) et la valeur la plus faible est 13,26°C, cette variation montre que les températures de l'eau sont étroitement dépendantes de la température de l'air.

La température est un facteur physiologique sur le métabolisme et la croissance de la plupart des organismes vivant dans l'eau, notamment ceux microscopiques (WHO., 1987) et est, de ce fait, directement liée à la vitesse de dégradation de la matière organique (Mara et al., 1979).

III.6. Conductivité électrique (CE)

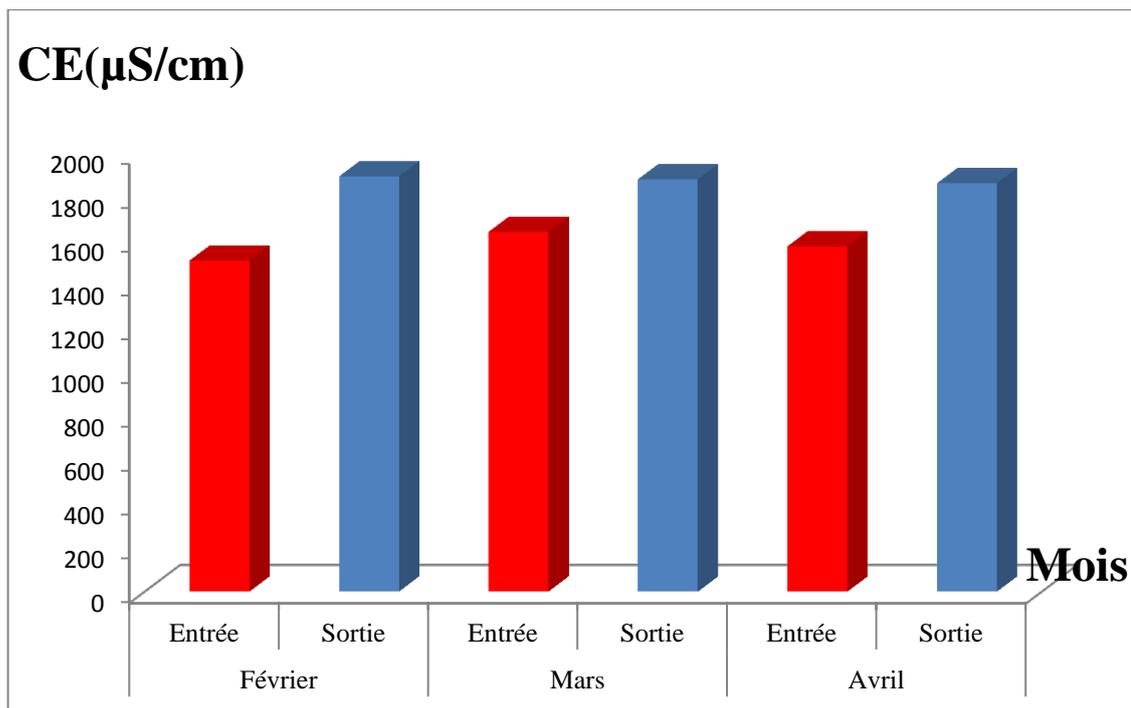


Fig. 22 : Histogramme des valeurs moyennes de CE de l'eau brute et épurée (entrée et sortie)

Les valeurs moyennes élevées enregistrées dans les 3 mois presque les mêmes pour de l'eau brute (1575,30µS/cm) et l'eau épurée (1878,90µS/cm) donc une augmentation de CE qui indique une forte minéralisation selon les sels présents dans les eaux brutes.

Selon Benabdeli., 2005, la conductivité est égal 2800µS/cm, CE de notre eau épurée de STEP est 1878µS/cm ce qui conforme aux normes algérienne.

Ces valeurs de conductivité électrique élevées traduisent selon (Gaujous.,1995) une minéralisation importante et indiquent ainsi une certaine richesse en sels. Le traitement des eaux usées par lagunage naturel ne permet pas de diminuer la salinité de l'eau. La conductivité électrique ne peut donc pas observer de diminution notable lors du traitement.

Une haute évaporation peut cependant aboutir à son augmentation comme l'explique Shilton et *al.*, 2005 et comme on vient de le mentionner. (Ouafae., 2012).

La conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité (Belghyti et *al.*, 2009).

La variation des valeurs de conductivité électrique des eaux est essentiellement contrôlée par l'évaporation de l'eau dans les bassins.

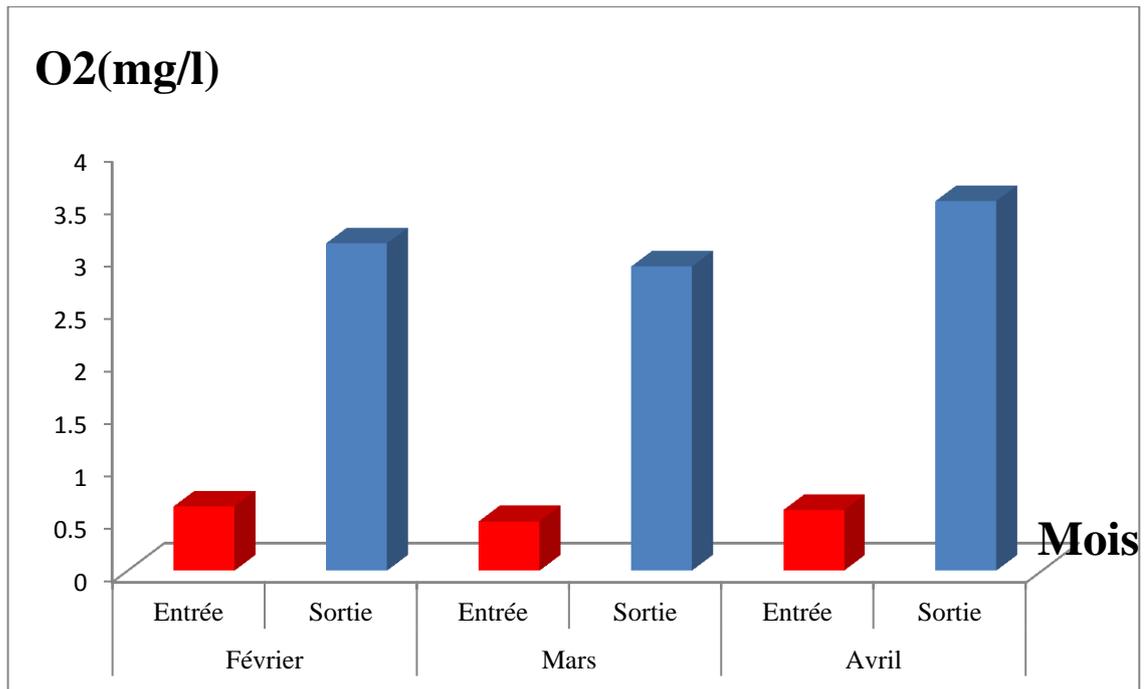
III.7. Oxygène dissous (O₂)

Fig. 23 : Histogramme des valeurs moyennes d'O₂ dissous de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

D'après la figure et les résultats obtenus, on observe que une augmentation d'oxygène de l'eau brute vers l'eau épurée dans les trois mois ce qui traduit à l'augmentation de la réserve d'O₂ mise à la disposition des processus d'autoépuration.

La concentration en oxygène dissous d'une eau est fonction de plusieurs facteurs, à savoir ; la température, la pression atmosphérique et la salinité (Rhallabi., 1990), ou alors de l'intensité de l'activité photosynthétique. En effet, l'oxygène dissous provient soit de l'atmosphère par diffusion, soit de la photosynthèse des organismes autotrophes, essentiellement les algues. Il est consommé lors de la respiration des animaux et végétaux présents dans l'eau, de la décomposition des matières organiques par les micro-organismes aérobies et de l'oxydation de certaines substances chimiques (WHO., 1987).

III.8. Indice de boue (IM)

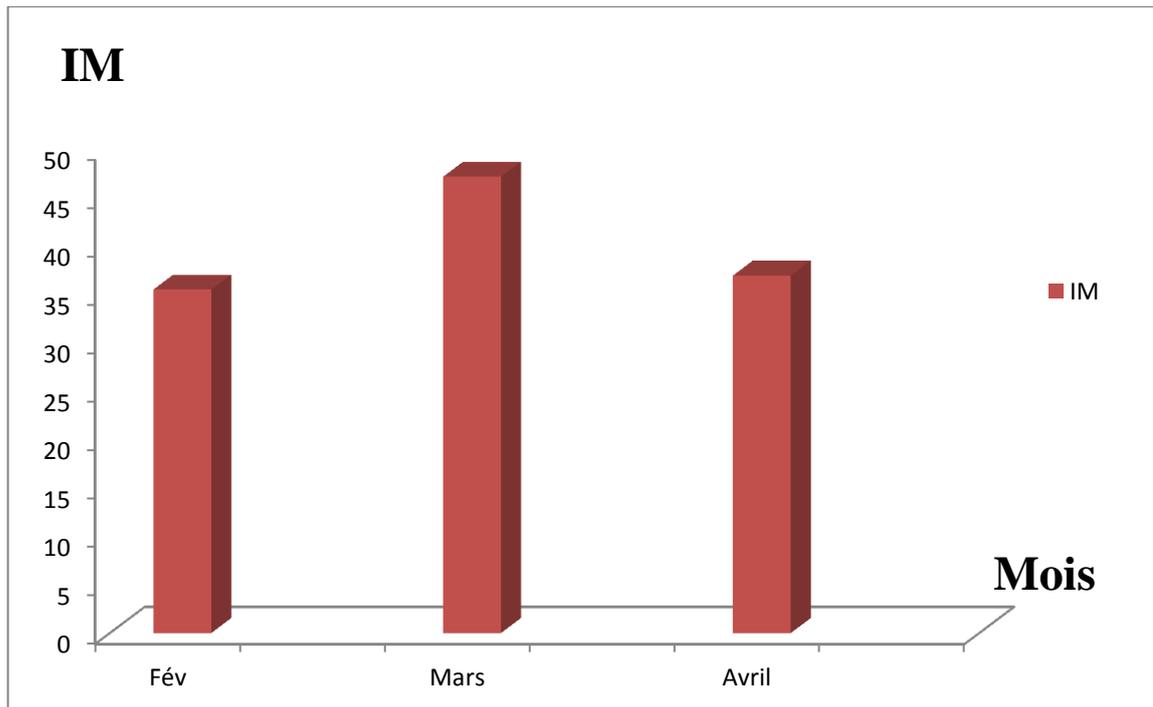


Fig. 24 : Histogramme des valeurs moyennes d'IM de l'eau brute et épurée (entrée et sortie)

Selon la figure 24, on observe une augmentation de l'indice au mois de mars (47,15). Il est déterminé pour reconnaître la quantité totale de boue produite par traitement des eaux chaque jour par la relation :

$$IM = MD/MSA$$

Telle que :

MD : les matières décantables.

MSA : matière solide de bassin d'aération.

Si :

IM > 90 boue léger décantation

50 < IM < 90 une bonne décantation

IM < 50 boue lourde, évacuation de boue

D'après les normes indiquées au pare avant, cette résultat montre que la boue du bassin d'aération de la station est lourde.

III.9. Phosphore total (PT)

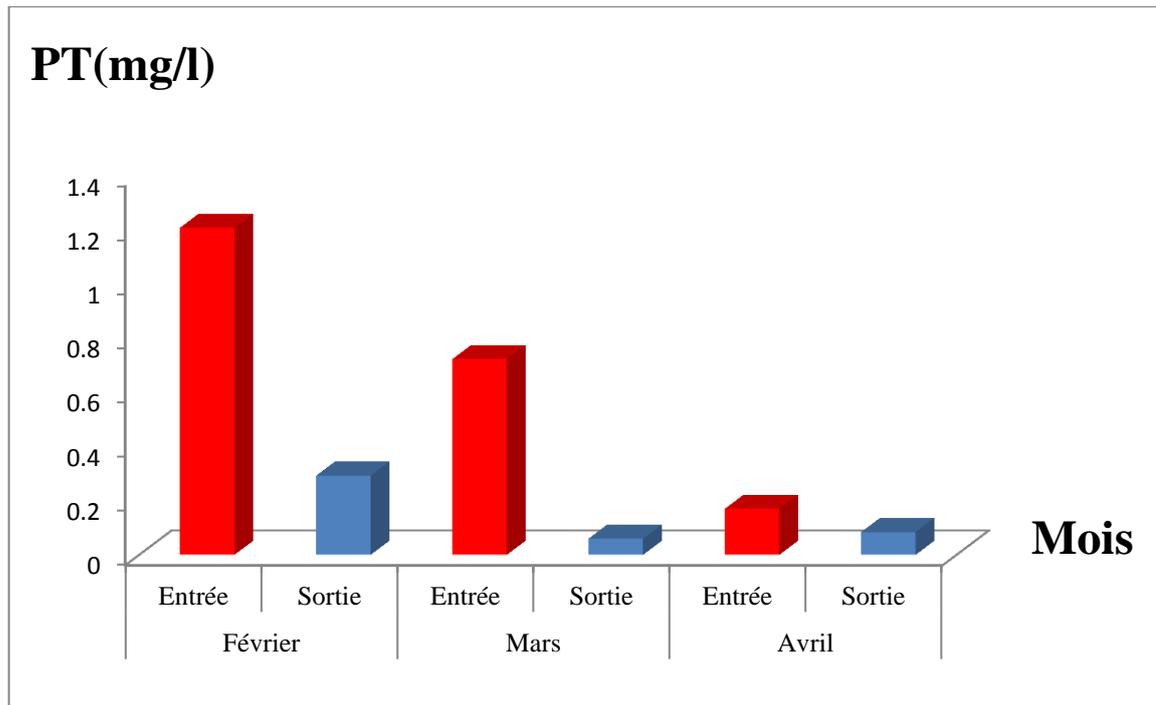


Fig. 25 : Histogramme des valeurs moyennes de PT de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

Dans notre étude, les valeurs moyennes de PT enregistrées, varient entre 0,7 mg/l et 0,14mg/l de l'eau épurée ce qui indique que le PT est conforme aux normes algériennes.

Leurs teneurs ne dépassent pas le seuil de 0,94mg/l, norme fixée par l'OMS concernant les eaux destinées à l'irrigation, ainsi que les normes algériennes et internationales des rejets (<2 mg/l).

La diminution des teneurs en phosphates de l'entrée de la station vers la sortie est due à sa consommation par les bactéries au cours du processus d'épuration.

La connaissance de la quantité en phosphates contenue dans les eaux résiduaires permet de vérifier si ce composé ne fait pas défaut pour envisager un traitement biologique de ces eaux.

III.10. Azote total (NT)

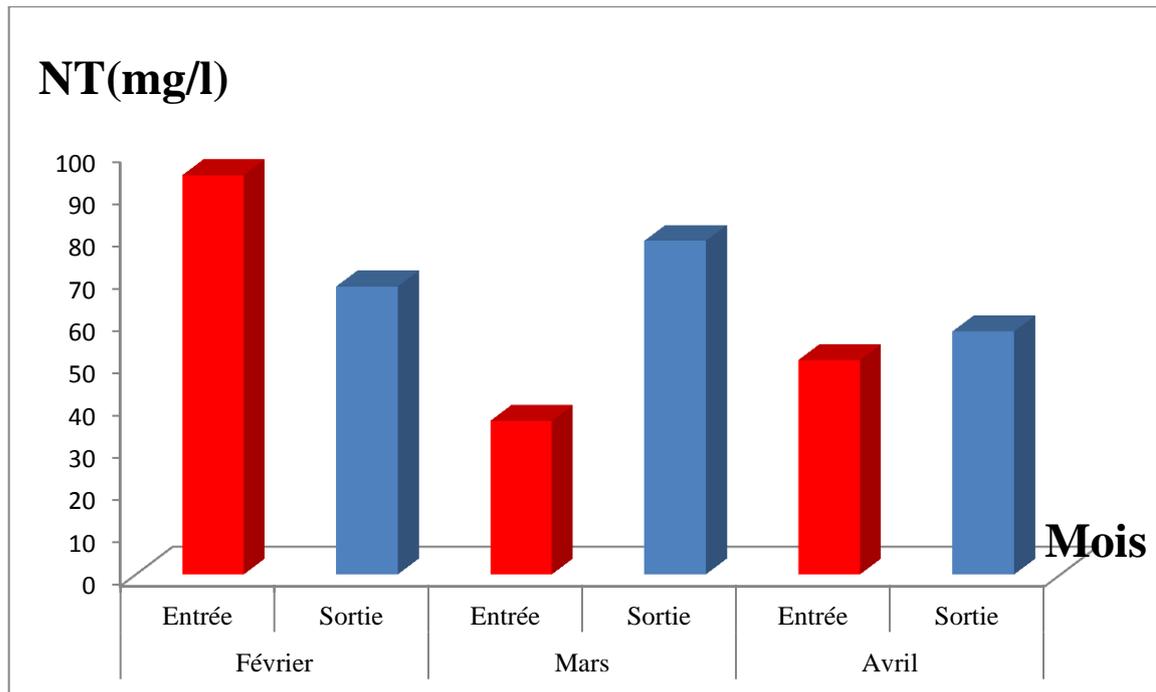


Fig. 26 : Histogramme des valeurs moyennes de NT de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

Parmi les éléments présents dans l'eau, deux sont très importants parce qu'ils sont indispensables à la synthèse des micro-organismes et des végétaux dans le milieu aquatique. Il s'agit de l'azote (N) et du phosphore (P) assimilés généralement par les plantes sous forme de nitrate NO_3^- et de phosphate PO_4^{-3} . L'azote est présent dans les matières organiques complexes, par exemple les protéines des déchets alimentaires, ainsi que dans les micro-organismes et dans l'ammoniaque NH_4^- issus de nos déchets fécaux.

Dans la mesure de l'azote, on distingue l'azote ammoniacal et l'azote organique qui ensemble représentent l'azote sous forme réduite dit azote Kjeldhal, et l'azote total qui comprend aussi les formes oxydées, nitrites et nitrates (Chellé et *al.*, 2005).

Au niveau de la station d'épuration, l'azote total augmente de l'entrée (36,25mg/l) à la sortie (78,75 mg/l) à l'exception au mois de février.

III.11. Azote ammoniacal (NH_4^+)

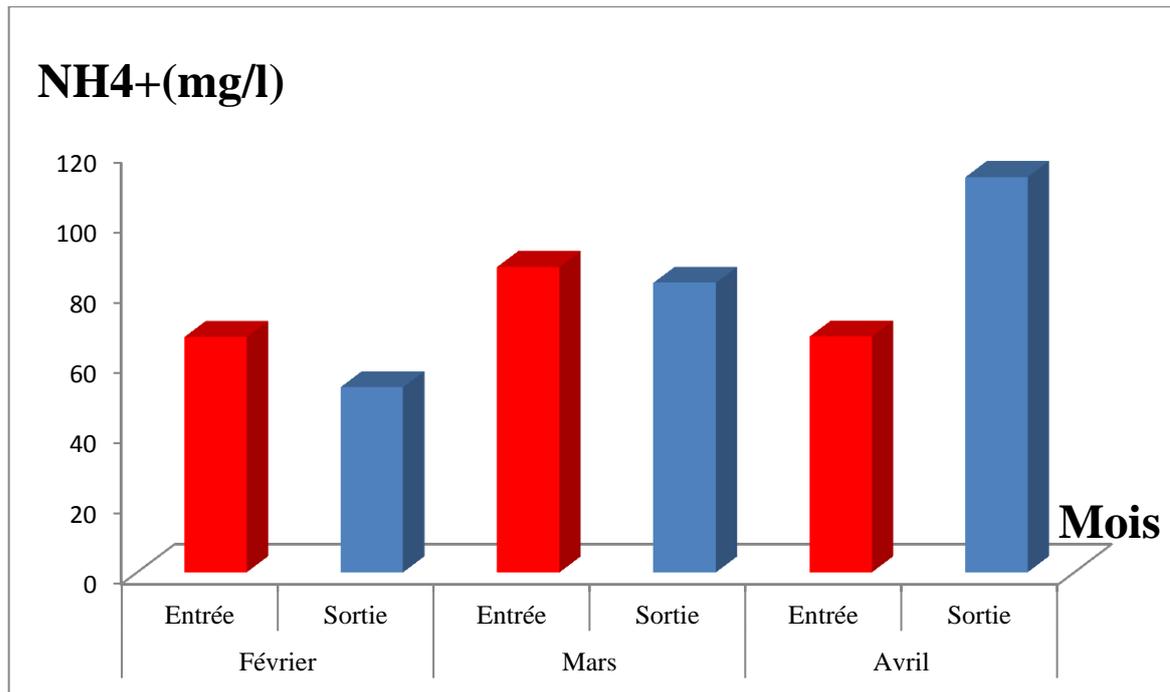


Fig. 27 : Histogramme des valeurs moyennes de NH_4^+ de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

Au niveau de la station d'épuration on note que les teneurs en azote ammoniacal diminuent de l'entrée (67 mg/l) vers la sortie (52.75) du mois de février. Par contre le mois d'avril il y a une augmentation de l'entrée vers la sortie. Ces variations sont dues aux déchets qui entrent dans la STEP.

L'ammoniaque est un des maillons du cycle complexe de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant les conditions de pH il se transforme, soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée.

D'après Nisbet et Vernaux.,1970 in Djeddi., 2006, l'azote ammoniacal rencontré dans les eaux usées, et dont la présence est anormale, 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 des teneurs en NH_4^+ de l'eau usée avant le traitement.

Remarque : L'augmentation des teneurs en NH_4^+ par rapport la NO_3^- et NO_2^- est revenu au facteur de dilution.

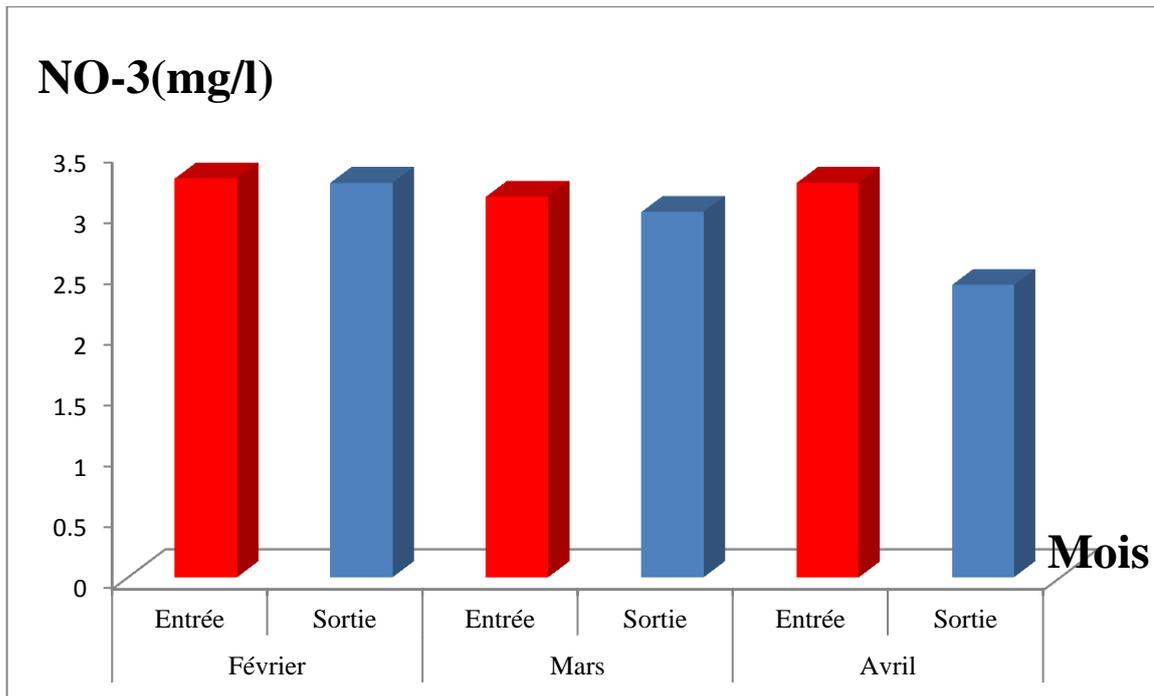
III.12. Nitrate (NO_3^-)

Fig. 28 : Histogramme des valeurs moyennes de NO_3^- de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

Les valeurs moyennes de nitrate sont convergentes et avec une diminution de l'entrée vers la sortie ce qui est expliquée par la présence d'une activité biologique nitrifiante. Ces valeurs conformes les normes algérienne et la norme d'irrigation préconisée par l'OMS (50 mg/l).

Djeddi.,2006 constaté les faibles teneurs de l'eau en ammoniac ce qui explique aussi les faibles teneurs en nitrates dans l'eau. La présence des nitrates dans les eaux polluées atteste le bon fonctionnement du processus de l'autoépuration. La présence des nitrates dans l'eau usée à l'entrée de la station d'épuration indique que le processus de nitrification est déjà présent, alors que l'augmentation des teneurs en nitrates vers la sortie de celle-là prouve que la nitrification est encore plus poussée au cours de l'épuration biologique où l'utilisation de bactéries nitrifiantes en grande masse (boues activée) à côté d'une oxygénation importante fait que les quantités d'azote ammoniacal sont transformées en azote nitrique.

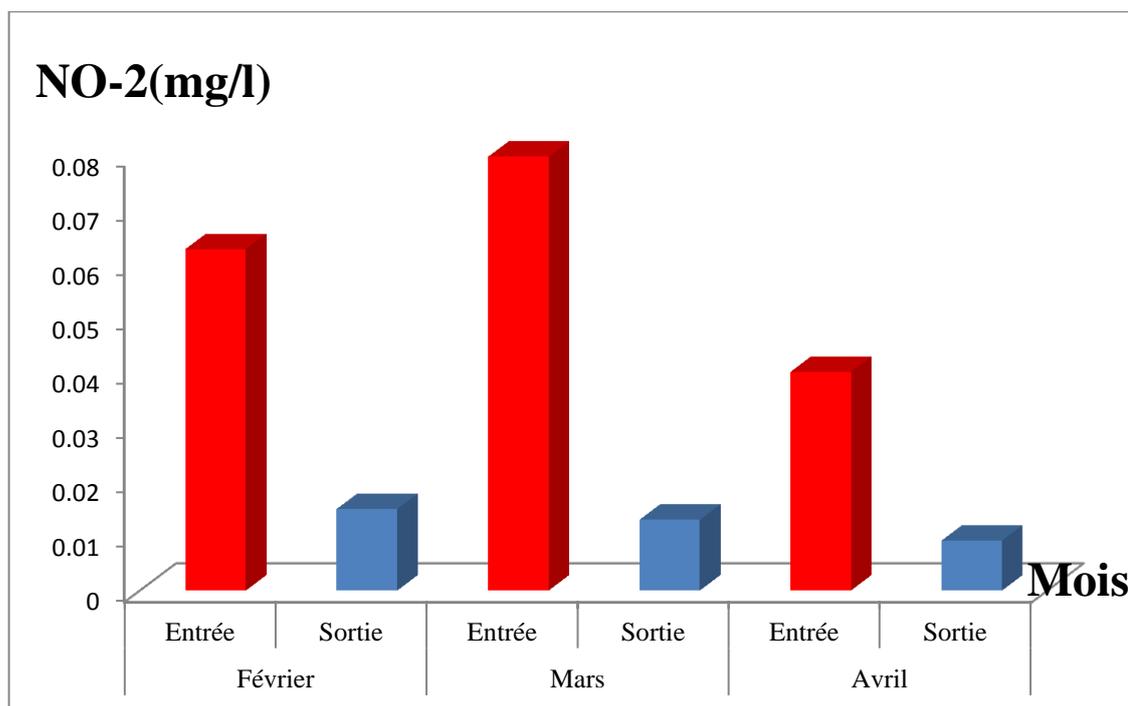
III.13. Nitrite (NO_2^-)

Fig. 29 : Histogramme des valeurs moyennes de NO_2^- de l'eau brute et épurée (entrée et sortie).

Les valeurs moyennes de nitrite dans les trois mois sont diminuées de l'entrée vers la sortie. Ces valeurs conformes les normes algérienne (0.1mg/l) et elles sont fiables pour les eaux destinées à l'irrigation selon l'OMS (<1mg/l), ce qui signifie l'efficacité du traitement biologique dans les bassins.

Pour l'interprétation des résultats des dosages des nitrites, il est nécessaire de tenir compte des teneurs en nitrates, de l'azote ammoniacal et de la matière organique. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque (la nitrification n'étant pas conduite à son terme), soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Mekkoui et Hamdi., 2006).

Conclusion

Conclusion

Le traitement des eaux usées dans la willaya de BBA. Elle nous a permis de déterminer les caractéristiques physico chimiques des eaux usées ,dans le but de déterminer les paramètres qui seront comparés aux normes

La méthode utilisée est basée sur les analyses physico-chimiques des eaux usées avant et après les opérations de traitement effectuées dans la station en détectant tous les éléments pouvant être trouvés dans ces eaux, pour déterminer le rendement d'épuration de celles-ci.

A la lumière des résultats obtenus des analyses physicochimiques des eaux usées traitées par la station d'épuration, les valeurs enregistrées de certains paramètres étudiés (pH, CE, T, Nitrite, Phosphore totale) sont généralement conformes aux normes algériennes de rejet et aux normes d'irrigation internationales fixées par la FAO et l'OMS. Au terme de l'évaluation du degré de pollution physico-chimique dans la station, on peut constater qu'en particulier (MES, DBO₅, DCO) dépassent les normes admissibles, lorsqu'elles atteignent leurs valeurs maximales.

Pour les résultats d'analyse non conforme, les recommandations suivantes pourraient être formulées :

- Etablir la cause de l'anomalie et si possible y remédier (action corrective)
- Etablir une fiche d'anomalie dans le compte rendu d'événement, renseignée des éléments d'enquête, des actions immédiates, et des actions correctives, joindre une copie bulletin d'analyse
- Traitement des eaux usées (d'origine industrielle) au niveau de ces usines et unités de la zone industrielles de BBA avant de les rejeter.
- L'interdiction de la réutilisation des eaux usées à certaines cultures qui sont les moins sensibles à la transmission des maladies (arbres fruitiers, légumes crues).

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

- 01- Allen J., Choate J., Mckim M., 1994 :** Surveillance de qualité des eaux de surface. Guide à l'intention des citoyens. Des étudiants et des communautés du Canada atlantique, p103.
- 02- Asano T., 1998:** Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, p1475.
- 03- Attab S., 2011 :** Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local. Université Kasdi Merbah, Ouargla, p 107.
- 04- Aussel H., Dornier G., Galtier Y., Puzin M., Causse F., 2004 :** Le traitement des eaux usées. Institut de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. ED 5026.
- 05- - Baumont S., Camard J.P., Lefranc A., Franconi A., 2004 :** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île de France. Rapport ORS, p220.
- 06- Belahmadi M. S. O., 2011 :** Etude de la biodégradation du 2,4 dichlorophénol par le microorganisme des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'Ibn Ziad. Université Mentouri, Constantine, p 83.
- 07- Belghyti D., El guamri Y., Ztit G., My.Lahcen OU., My Brahim J., Harchrass A., Amghar H., 2009 :** Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en œuvre d'un traitement adéquat : cas de Kenitra au Maroc Afrique SCIENCE 199 – 216 ISSN 1813-548X, p 205.
- 08- Boudenne A., Lebsir W., 2012 :** Etude des paramètres physico-chimiques des eaux usées urbaines de Jijel. Cas de la station d'épuration d'El-Rabta. Université de Jijel. P 56.
- 09- Boudjemline A., 2010 :** contribution à l'étude physicochimique et bactériologique d'Oued Bousselem- Sétif. Université de Ferhat Abbas- Sétif, p 54.
- 10- Bouziane M., 2000 :** l'eau de la pénurie aux maladies. Ed. Ibn Khaldoun, p 130.
- 11- Brière F.G., 1994 :** Distribution et Collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal.
- 12- Cauchi., Hyvrard., Nakache., Schwartzbrod., Zagury., Baron., Carre., Courtois., Denis., Dernat., Larbaigt., Derangere., Martigne., Seguret., 1996 :** Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.
- 13- Chellé F., Dellale M., Dewachter M., Mapakou F., Vermey L., 2005 :** L'épuration des eaux pourquoi et comment épurer Office international de l'eau, p15.
- 14- Choocat B., 1997 :** Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Ed Technique et Documentation, p 24.
- 15- CSHPF., 1995 :** Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, p22.

- 16- Daffri A., 2008 :** Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine. Université Mentouri, Constantine, p 57.
- 17- Desjardins R., 1997 :** Le traitement des eaux. 2^{ème} édition. Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada, p303
- 18- Djeddi H., 2006 :** Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Université Mentouri. Constantine, p 144.
- 19- Elskens M.,2010 :** Analyse des eaux résiduaires, Mesure de la pollution. Techniques de l'ingénieur, P4200v2.
- 20- Faby J.A., Brissaud F., 1997 :** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, p76.
- 21- FAO., 2003 :**L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, p65.
- 22- Gaujous D., 1995:** La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire. Ed. Techniques et documentations. Lavoisier. Paris, p220.
- 23- Hannachi A., Gharzouli., Djellouli Tabet Y., 2014 :** Gestion et valorisation des eaux usées en Algérie. Université Ferhat ABBAS-Sétif, p52.
- 24- Lesavre J., 2007 :** Epuration des eaux résiduaires urbaines nature et paramètres de pollution. P22.
- 25- Mara D.D., SILVA S.A., & CEBALLOS B.S., 1979:** Design verification for tropical oxidation ponds, J. San. Engng. Div. Proc. Am. Soc. Civil Engrs. 105: 151-155.
- 26- Mara D. D., 1980:** Sewage treatment in hot climates, Ed. John Wiley and Sons, p168.
- 27- Mara D., and Cairncross S., 1988:** Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture: Methods of public health protection. IRCWD News. 24/25: 4-12.
- 28- Martin G., 1979 :** Le problème de l'azote dans les eaux. Ed technique et documentation, Paris, p279.
- 29- Mekkaoui Y., Hamdi D., 2006 :** Etude de réutilisation des eaux usées traitées de la STEP de Touggourt dans l'irrigation. Université d'Ouargla, p 60.
- 30- Metahri., 2012 :** élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.P17, 20, 22, 27, 63, 72,73et74.
- 31- Moussa. Moumouni. Djermakoye H., 2005 :** Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries caractéristiques physico-chimiques et biologiques « impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines ».Université de Bamako, Bamako, p 119.
- 32- Nisbet M., Verneaux J., 1970 :** Composants chimiques des eaux courantes. Anales de limnologie, 6 fasc., p161-190.

- 33- Ouafae El hachemi., 2012 :** Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de figuig) : performances épuratoires et aspect phytoplanctonique. Université Mohammed Premier, Faculté des Sciences Oujda, N° d'ordre : 220/12, p 102.
- 34- Ouali MS., 2001 :** Cours de procédés unitaires biologique et traitement des eaux. O, P, U. Alger, p 156.
- 35- Pons M.N., Belhani M., Bourgeois J., Dupuit E., 2008 :** Analyse du cycle de vie, Epurations des eaux usées urbaines. Techniques de l'ingénieur, G5820.
- 36- Rejesk F., 2005 :** Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.
- 37- Rodier J., BAZIN C., BROUTIN J.P., CHAMBON P., & RODI L., 1996 :** Analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 8ème édition, Dunod, Paris, p1383.
- 38- Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., 2005 :** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris. 8^{ème} édition, p1383.
- 39- Rodier J., Legédiube B., Merlet N., 2009 :** L'analyse de l'eau, 9e édition Entièrement mise à jour, Paris. P1526.
- 40- Salghi R., 2001 :** Différentes filières de traitement des eaux, ed univ IZ Rabat, p.22.
- 41- Savary P., 2005 :** guide des analyses de la qualité des eaux. Edition technicité, Paris 2003.
- 42- Shilton A., WALMSLEY N., PEARSON H., PATERSON C., CURTIS T., CRAGGS R., DAVIES., COLLEY R., & MARA D., 2005:** Pond Treatment Technology, IWA Publishing, London, Seattle, p479.
- 43- Tarmoul F., Sodi M ;2007 :** Mémoire, « Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel ». Tribune de l'eau n°:563/3. Ed. CEBEDOC, p 27-32.
- 44- Vandermeersch S., 2006 :** Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes. DESGE. IGEAT. Université Libre de Bruxelles, p 57.
- 45- World Health Organization (WHO),, 1987:** Factors affecting treatment in ponds In Wastewater Stabilization pond: Principles of Planning and Practice, FMRO Technical Publication, 10, Alexandria.
- 46- Xanthoulis D., 1993 :** Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires. Tribune de l'eau n°:563/3. Ed. CEBEDOC, p 27-32.
- 47- Zeghoud M., 2014:** Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra ; mémoire de fin d'étude de Master en hydraulique Université d'El-Oued.
- 48- ZELLA L., 2007 :** L'eau pénurie ou incurie. Edition: OPU. Office des Publications Universitaire.

Résumé

Cette étude consiste tout d'abord, à la détermination de la qualité physico-chimique des eaux usées urbaines (domestiques) ainsi qu'industrielle de la ville de Bordj Bou Arreridj destiné à l'irrigation et l'alimentation oued k'sob.

Cette dernière est baser sur l'analyse des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, matière en suspension, demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, température, l'oxygène dessous, azote et ses dérivés, phosphore) de l'eau brute et épurée.

D'après les résultats obtenus, quelques paramètres de l'eau épurée sont dans les normes de l'OMS (pH, température, conductivité) et les autres sont hors les normes (DBO₅, DCO et MES) à cause des rejets industrielles.

Mots clés : eau usée, qualité physico-chimique, eau épurée, eau brute, Bordj Bou Arreridj.

Summary

This study consists first at first in determining the physicochemical quality of the urban (domestic) and industrial wastewater of Bordj Bou Arreridj, intended for the irrigation and feeding of Oued k' sob.

The latter is based on the analysis of physicochemical parameters (pH, conductivity, suspended matter, biochemical demand for oxygen, chemical demand for oxygen, temperature, oxygen below, nitrogenizes and its derivatives, phosphorus) Raw water and uncluttered.

According to the results obtained, some of the purified water parameters are in the WHO standards (pH, temperature, conductivity) and the others are out of norms (DBO₅, COD and TSS) due to industrial discharges.

Key words: wastewater, physicochemical quality, purified water, raw water, Bordj Bou Arreridj.

ملخص

تتمثل هذه الدراسة في تحديد النوعية الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف في المناطق الحضرية (المحلية) والصناعية لمدينة برج بوعريريج الموجهة للري وتغذية وادي القصب.

تستند هذه الدراسة على تحليل المعايير الفيزيائية والكيميائية (درجة الحموضة، الناقلية، المواد الصلبة العالقة، الأوكسجين الممتص الصلب، الأوكسجين الكيماوي، درجة الحرارة، نيتروجين والفوسفور).

بناء على النتائج المحصل عليها، بعض معايير الماء المعالج تتوافق مع توصيات المنظمة العالمية للصحة (درجة الحموضة، الناقلية، درجة الحرارة) والبعض الآخر (المواد الصلبة العالقة، الأوكسجين الممتص الصلب الأوكسجين الكيماوي) يفوق المعايير الموصي بها بسبب مياه الصرف الصناعي.

الكلمات المفتاحية : مياه الصرف، النوعية الفيزيائية والكيميائية، المياه المستعملة، المياه المعالجة، برج بوعريريج.