



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° d'ordre : M2../GPE/2019

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie des Procédés

Option: Génie des Procédés de l'Environnement

Thème

Suivi des paramètres de pollution des eaux usées brutes et épurées au niveau de la STEP de Mostaganem

Présenté par

- 1- LAKHAL Houria
- 2- SEBBANE Abdelkrim

Soutenu le 03/7/ 2019 devant le jury composé de :

| | | | |
|--------------|-----------------------------|-----|--------------------------|
| Présidente | : Mme MOHAMED SEGHIR Zahira | MAA | Université de Mostaganem |
| Examinatrice | : Mme BELHOUARI Houria | MAA | Université de Mostaganem |
| Rapporteur | : Mme KHELLADI Malika | MAA | Université de Mostaganem |

Année Universitaire 2018/2019

Dédicace

*Premièrement et avant tout nous remercions
DIEU puissant de nous avoir donné le
courage pour achever ce modeste travail
qu'on dédie*

A

*Nos chers parents pour leur éducation,
leur patience, leurs énormes sacrifices à
nous offrir une vie pleine de joie et
d'amour, leurs soutiens et
encouragements .que Dieu les garde et
les bénisse.*

*Ainsi qu' à nos chers frères et sœurs et
toute nos familles.*

REMERCIEMENTS

Nous remercions en premier lieu le Dieu pour le courage, la patience et la santé qui nous a donné pour suivre nos études.

Nous tenons aussi à exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds à :

Mr KHLIFI Abd Elkrim directeur général de la STEP de Mostaganem,

Le personnel du laboratoire de la STEP de Mostaganem, d'avoir accepté de nous aidés et mettre à notre disposition le nécessaire afin d'effectuer les manipulations et les mesures.

En tant qu'encadreur, Mme KHELLADI Malika, se doit d'être remerciée pour son support technique et scientifique, ses conseils et son soutien.

Nous remercions aussi Mme BELHOUARI Houria maitre assistante à l'université Abd El Hamid Ibn Badis- Mostaganem, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Que Mme MOHAMED SEGHIR Zahira maitre assistante à l'université Abd El Hamid Ibn Badis- Mostaganem, trouve nos sincères remerciements d'avoir fait l'honneur de présider le Jury.

Enfin, que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, puissent trouver ici, toute notre reconnaissance.

Houria & Karim

SOMMAIRE

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Introduction | 1 |
| 1 Chapitre I : Généralités sur les eaux usées | 1 |
| I.1. Définition des eaux usées | 2 |
| I.2. Caractéristiques des eaux usées | 2 |
| I.3. Composition des eaux usées..... | 3 |
| I.4. Pollution des eaux..... | 3 |
| I.5. Source de pollution | 7 |
| I.6 Paramètres de pollution de l'eau..... | 8 |
| Chapitre II : Description de la STEP de MOSTAGANEM et des Procédés utilisés dans le traitement des eaux usées | 11 |
| II .1 Les stations d'épuration des eaux usées en Algérie..... | 11 |
| II .2 Présentation de la station d'épuration de Mostaganem..... | 11 |
| II .3 Traitement des eaux usées de la wilaya Mostaganem | 14 |
| II.4 Traitement des boues..... | 19 |
| Chapitre III : Matériels et méthodes | 24 |
| III.1 Objectif..... | 24 |
| III.2 Prélèvement..... | 24 |
| III .3. Les analyses physico chimiques..... | 24 |
| III.4 Les analyses microbiologiques..... | 31 |
| Chapitre IV : Résultats et discussion | |
| 37IV.1 Résultats des analyse physico-chimiques..... | 37 |
| IV.2 Discussion des résultats physico-chimiques..... | 44 |
| IV.3 Résultats des analyses bactériologiques du bassin biologique | 45 |
| IV.4 Discussion des résultats bactériologiques..... | 46 |
| Conclusion | 47 |

Liste des abréviations

ONA : Office National de l'Assainissement.

STEP: Station d'épuration

BUTEC : Bureau d'Ingénierie et d'Etudes Techniques

DCO: Demande Chimique en Oxygène

DBO : Demande Biologique en Oxygène

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène pendant 5jours

Log : Logarithme

MES : Matières En Suspension

MMS : Matières Minérales Sèches

MVS : Matières Volatiles en Suspension

MS : Matières Sèches

g : Gramme

L : longueur

l : Largeur

H : Hauteur

V : Volume

mg/l : Milligramme par litre

Kg/j : Kilogramme par jour

m³/j : Mètre cube par jour

m³/h : Mètre cube par heure

m/s : mètre par seconde

mS/cm : millisiemens par centimetre

KW : kilo watt

Mg d'O₂/l : Milligramme d'oxygène par litre

P: Phosphore

pH : potentiel hydrogène

RH : Potentiel Redox

COT : Carbone Organique Total.

N-NH₄⁺: Azote ammoniacal

N-NO₂⁻ : Nitrites.

N-NO₃⁻ : Nitrates

PO₄⁻³ : Phosphate

AgNO₃ : Nitrate d'argent

HCO₃ : Bicarbonate

Hg : Mercure

Ag : Argent

Cu : Cuivre

Cd : Cadmium

Zn : Zinc

Pb : Plomb

Cr : Chrome

Ni : Nickel

Co : Cobalt

EH : Equivalent habitant

EB : Eau brute

EE : Eau épurée

ED : Eau décantée

NaOH : La soude

TNTM : Technique de Numération en Tubes Multiples

NPP : Nombre de germes le plus probable

BLBVB : Bouillon Lactose Bilié au Vert Brillant

ROTHER : Bouillon glucosé à l'acide de sodium.

LITSHY : Bouillon glucosé à l'éthyle violet et à l'Acide de sodium

Introduction

« L'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine qu'il faut protéger, défendre et traiter comme tel. »

Directive Cadre européenne sur l'Eau, 2000

Compte tenu de ses propriétés physico-chimiques, l'eau est trop souvent utilisée comme un vecteur d'évacuation de déchets domestiques, industriels, radioactifs et de ruissellement provenant des exploitations agricoles. Ainsi, elle devient une eau polluée.

Cet usage n'a pas seulement engendré des risques considérables pour la santé humaine (transmission des maladies hydriques) mais a aussi dégradé le littoral marin et a réduit les lieux touristiques comme il a pollué les nappes phréatiques et les rivières.

La protection de l'environnement et la pérennité des ressources hydriques superficielles et souterraines, nécessitent une prise de conscience directe pour assurer un développement durable d'un pays. L'assainissement et l'épuration des eaux usées constituent des techniques qui se sont perfectionnées depuis des décennies et à travers le temps dans les pays développés. Par contre, dans les pays en voie de développement le manque d'infrastructures en matière d'assainissement et les lois a contribué à la banalisation des rejets des eaux usées dans les milieux naturels, en les exposant aux risques de la pollution et de la contamination des ressources hydriques, ce qui aggrave considérablement la crise d'eau et diminue le potentiel des ressources exploitables.

L'épuration des eaux usées est, donc, une nécessité incontournable pour protéger le milieu naturel et également pour augmenter les ressources en eau. Les eaux usées épurées peuvent être réutilisées à des fins industrielles, agricoles ou réalimentation des nappes phréatiques.

En Algérie, Le volume d'eaux usées rejetées est estimé actuellement à près de 750 millions de m³ et dépassera 1,5 milliards de m³ à l'horizon 2020. Afin de prendre en charge l'épuration de ce potentiel d'eaux usées, le secteur des ressources en eau a engagé un programme ambitieux en matière de réalisation d'installations d'épuration.

En 1999 il y avait 28 STEP avec une capacité de traitement de 98 millions de m³/jour. Ce chiffre s'est élevé en 2013 (exploitation) à 102 (52 STEP+ 50 lagunes) Capacité installée 570 m³/an. Le programme en cours de réalisation est doté de 176 stations d'épuration: (87 STEP+ 89 lagunes) Capacité installée égale à 355 h m³/an.

La capacité totale installée après l'achèvement de ce programme est de 925 millions de m³/an, c'est-à-dire l'équivalent de 10 barrages de moyenne capacité [1].

Attendue depuis si longtemps, la STEP (station d'épuration) de Mostaganem (sise à la Salamandre) était opérationnelle en Mars 2017 et a mis fin à la pollution du littoral où les eaux usées se déversaient librement dans la mer depuis des années.

Cette STEP était le siège de notre stage de fin d'étude.

L'objectif de cette étude consiste à évaluer les rendements et les performances épuratoires de la station d'épuration de la ville de Mostaganem en matière d'élimination de la charge polluante des eaux usées en particulier la pollution carbonée (DCO, DBO₅), les MES, la turbidité, les matières azotées, le pH et la température de l'eau.

Ce travail est organisé en quatre chapitres :

- **Le premier chapitre** traite les généralités sur les eaux usées.
- **Le deuxième chapitre** décrit la STEP de Mostaganem avec les différents procédés utilisés dans le traitement des eaux usées.
- **Le troisième chapitre** est consacré à la partie matériels et méthodes (description du protocole expérimental ainsi que les méthodes d'analyse utilisées)
- **Le quatrième chapitre** présente les résultats obtenus à partir des analyses physico-chimiques et bactériologiques ainsi que la discussion de ces résultats.

I.1 Définition des eaux usées

Les eaux usées sont définies comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricoles, constituant donc un effluent pollué. Ce dernier est rejeté dans un émissaire d'égout [2].

I.2 Caractéristiques des eaux usées

On distingue trois grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux pluviales et les eaux industrielles.

I.2.1 Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. et en eaux de "vannes" qui sont des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.[3]

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

De 70 à 90 grammes de matières en suspension ;

De 60 à 70 grammes de matières organiques ;

De 15 à 17 grammes de matières azotées ;

4 grammes de phosphore ;

Plusieurs milliards de germes pour 100 ml. [4]

I.2.2 Les eaux pluviales

Elles peuvent aussi constituer la cause de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles, particules de poussière), puis, en ruisselant, cette eau emporte les résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants ainsi que les résidus de pneus et métaux lourds...). En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement de ce "mélange" très pollué dans le milieu naturel. Enfin, dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution [4].

I.2.3 Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

Chapitre I : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USEES

Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industries avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution. Les grandes entreprises sont toutes équipées d'unités de traitement interne [4].

I.3 Composition des eaux usées

Tableau I.1 : Caractéristiques des eaux résiduaires urbaines en Algérie

| Paramètres | Valeurs |
|-----------------------------------------|------------|
| pH | 7.5 - 8.5 |
| Résidus sec (mg/l) | 1000 -2000 |
| MES totales(mg/l) | 150 - 500 |
| DBO ₅ (mg O ₂ /l) | 100 -400 |
| DCO(mg O ₂ /l) | 300 – 1000 |
| COT(mg/l) | 100 – 300 |
| NTK(mg/l) | 30 – 100 |
| N-NH ⁴⁺ (mg/l) | 20 – 80 |
| N-NO ²⁻ (mg/l) | <1 |
| N-NO ³⁻ (mg/l) | <1 |
| P(mg/l) | 10 -25 |
| Détergents (mg/l) | 6 - 13 |

I.4 Pollution des eaux

I.4.1 Définition de la pollution

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers la chaîne alimentaire [6].

I.4.2 Les principaux types de pollutions

I.4.2.1 Pollution physique

Une pollution de nature physique peut être mécanique, thermique ou radioactive.

Une pollution mécanique est due à une charge importante des eaux en éléments en suspension (particules de charbon, d'amiante, de silice, de sable, de limon, etc.) provenant d'effluents industriels ou de chantiers divers.

Une pollution thermique quant à elle est causée par le rejet d'eaux chaudes provenant des centrales électriques ou nucléaires, des sources thermales, elles ont pour effets indirects:

- une baisse sensible de la teneur en oxygène dissous surtout si le milieu aquatique est chargé de matières organiques.
- une augmentation de la toxicité de certaines substances. Ainsi, la toxicité du cyanure de potassium est multipliée par deux pour un accroissement thermique de 10°C.
- une réduction de la résistance des animaux et une multiplication des agents pathogènes.

La pollution par les agents radioactifs est pour sa part limitée par le contrôle strict effectué dans les installations nucléaires ; toutefois, les risques demeurent dans certains hôpitaux face aux déchets d'utilisation des radioéléments [5].

I.4.2.2 Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole.

Elle peut être **organique** (hydrocarbures, pesticides, détergents..) ou **minérale** (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...)[5].

a- Pollution organique : Ce sont les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournies par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestiques (déjections humaines, graisses,...etc.).

La première conséquence de cette pollution est la consommation d'oxygène dissous dans ces eaux [5].

✓ **Les détergents**

Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluents urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont :

- L'apparition de goût de savon.
- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle.
- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau [5].

✓ **Les pesticides**

Ce sont les produits utilisés en agriculture ; leurs conséquences néfastes sont liées aux caractères suivants :

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires.
- Rupture de l'équilibre naturel [5].

✓ **Les hydrocarbures**

Ce sont des substances peu solubles dans l'eau(densité inférieure à l'eau) et difficilement biodégradables. Elles proviennent des industries pétrolières et des transports. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère [5].

b- Pollution minérale

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs [5].

✓ **Les métaux lourds**

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants et donc dans la chaîne trophique [5].

✓ **Les éléments minéraux nutritifs**

Nitrates et phosphates proviennent de l'agriculture et des effluents domestiques. Ils sont à l'origine du phénomène d'eutrophisation [4].

I.4.2.3. Pollution biologique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [4].

a- 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. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4

Chapitre I : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USEES

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. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A [3].

b- 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). Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml dont 10^5 proteus et entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 Clostridium.

Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont certaines sont responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ; ce sont les coliformes thermo tolérants [3].

c- 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. 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 [3].

d- Les helminthes

Les helminthes sont rencontrés dans les eaux usées sous forme d'œufs et proviennent des excréments de personnes ou d'animaux infectés et peuvent constituer une source de réinfection par voie orale, respiratoire ou par voie cutanée. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10^3 œufs par litre. On peut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Tænia saginata*[3].

Tableau I.2 : Germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées

| Germes | Organismes | Maladies |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Les bactéries pathogènes | Salmonella Shigelles | Typhoïde Dysenterie |
| Entérobactérie vibrions | Colibacilles Leptospires Mycobactéries Vibrions coma | Tuberculose Cholera |
| Les virus | Entérovirus Reovirus Adénovirus Rota virus | Poliomyélite Méningite Affection respiratoire Diarrhée |
| Les parasites et les champignons | Taenia.ascaris | Lésions Viscérales Eczéma : Maladie de la peau |

I.5 Source de pollution

Tableau I.3 : Tableau récapitulatif de certaines substances polluantes, leurs origines ainsi que leurs effets [4]

| Substances | Origines | Effets |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hydrocarbures, Essences, huiles, fioul | Transports routiers, industries, accidents pétroliers, fuites lors des déchargements des pétroliers, lessivage par la pluie des zones urbaines (parking, route) | Altération des mécanismes physiologiques de tous les organismes vivants |
| Métaux lourds | Transports routiers, industries métallurgiques et pétrochimiques, peinture et carénage des bateaux | Affectent surtout les animaux Ralentissement de la croissance Altération des organes Classement par ordre de nocivité croissante : Hg>Ag>Cu>Cd>Zn>Pb>Cr>Ni>Co |
| Pesticides et Insecticides | agriculture | Phénomène d'anoxie et d'eutrophisation |
| Détergents | Eaux usées domestiques et industrielles | Affectent les plantes et les algues Effet amplifié si combinaison avec des hydrocarbures |
| Composés azotés et phosphatés | Agriculture, aquaculture, eaux usées | Phénomène d'anoxie et d'eutrophisation |
| Matières en suspension MES | Eaux usées domestiques, lessivages des sols, industries | Diminution apport de lumière |

I.6 Paramètres de pollution de l'eau

I.6.1 Paramètres physiques

a-Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision ; en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, la dissociation des sels dissous donne effet sur la conductivité électrique,. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivants dans l'eau [10].

a- Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau[10].

b- 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 dissoute. Elle est causée, dans les eaux, par la présence des matières en suspension (MES) fines comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organique ou minérale [10].

d-Matières décantables

Les matières décantables sont les matières de grande taille, entre 40 micromètres et 5 millimètres et qui se déposent sans traitement physique et chimique [10].

e -Matières en suspension (MES)

microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$MES=MMS+MVS[10]$$

f - Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles sont recueillies soit par filtration, soit par centrifugation, séchées à 105°C, puis pesées, ce qui fournit la teneur en MES (g /l). Elles sont ensuite chauffées à 500-600°C, les matières volatiles disparaissent, et la perte de poids est attribuée aux MVS (g ou mg/l) [10].

h- Les matières minérales sèches (MMS)

Elles représentent la différence entre les matières en suspension (MES) et les matières volatiles en suspension (MVS) et correspondent à la présence de sel, et de silice [10].

I.6.2 Paramètres chimiques

a- pH

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau [10].

b-Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène, alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique dans l'eau permet aux microorganismes de se développer tout en consommant de l'oxygène [10].

c -Demande biologique en oxygène (DBO₅)

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. Elle est mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées [10].

d-Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales [10].

e - Carbone organique total (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). Certaines matières organiques échappent à ces mesures ; dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduaires (cellulose, sucres, huiles, etc.). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO[10].

f- Azote

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Total Kjeldahl) et la mesure du N-NH₄. Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique. L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux. L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH₃ et l'ammonium NH₄⁺, 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 [10].

g-Nitrites (NO_2^-)

Les ions nitrites (NO_2^-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions nitrates (NO_3^-). Les bactéries nitrifiantes (Nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites en présence d'oxygène ;c'est la nitratisation.

Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température. Les Nitrates (NO_3^-) constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les Nitrobacters transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu [10].

I.6.3 Paramètres microbiologiques

La détermination des coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoque ainsi que certains pathogènes peuvent donner une indication sur les risques liés à l'utilisation de certains types d'eaux [2].

a. Les coliformes fécaux (coliformes thermotolérants)

C'est un groupe de bactéries utilisé comme indicateur de contamination fécale. Elles appartiennent à la classe des Enterobacteriaceae. Ce sont des bacilles à Gram négatif, oxydase négative, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier et de fermenter le lactose et produisent du gaz, de l'acide et l'aldéhyde. On les considère comme de bons indicateurs de contamination fécale et se cultivent à 44°C [3].

b. Les Streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille des streptococcus, ce sont des Cocci généralement disposées en diplocoques ou en courte chaîne, à Gram négatif, asporulantes, immobiles, aérobies facultatifs et possédant un métabolisme fermentatif. Ces germes colonisent l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur présence dans le milieu hydrique prouve une pollution d'origine fécale de l'eau. Cependant, on peut trouver aussi des Streptocoques fécaux dans le sol [3].

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées

II .1 Les stations d'épuration des eaux usées (STEP)

Une station d'épuration rassemble une succession de mécanisme pour traiter des eaux usées. Chacune de ses dispositifs est conçue pour extraire un ou plusieurs polluants.

L'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée [11].

Chaque étape de traitement est précisée pour la réduction de degré de polluants :

- Le prétraitement pour l'élimination de la pollution en suspension (MES granuleuse, les graisses, l'huile, le sable, les argiles et les gravillons) ;
- L'épuration physico-chimique pour l'élimination de la pollution colloïdale (MES fines), hydrocarbures en émulsion mécanique et chimique ;
- L'épuration biologique pour l'élimination de la pollution dissoute et biodégradable ;
- L'épuration tertiaire pour l'amélioration de l'élimination de l'azote, phosphore, les mauvaise odeurs et de satisfaire les normes de rejets (MES, DCO, DBO, pH, l'azote et le phosphore) [11].

II .2 Présentation de la station d'épuration de Mostaganem

La station d'épuration de la wilaya de Mostaganem qui fait l'objet de notre étude est située entre les Sablettes et la Salamandre à Mostaganem en face de la mer. Elle a été mise en service en Mars2017.

Elle permettra la dépollution des eaux usées urbaines domestiques des régions « ouest » et « sud » de Mostaganem, dont les localités de Stidia, HassiMameche, Ouréah, Mazagran, Mostaganem, Kheireddine, Sayada, et Ain Boudinar ; soit l'équivalent de 650.000 m³/jour. Cette unité de traitement biologique des eaux usées, filtrera selon des opérations à travers ses bassins, une quantité d'eaux usées, évaluée à 56.000 m³ /jour.

Les eaux usées des localités précitées seront "aspirées" et refoulées vers la station d'épuration, par des stations de relevage, déjà mises en place. Ainsi, cette dernière station contribuera dans la lutte contre la pollution marine du littoral de Mostaganem, avec les autres unités de traitement de Sidi Ali, de Sidi-Lakharet, Khadra, déjà en service, et portera le traitement des eaux usées à un taux de satisfaction avoisinant les 85% à travers le territoire de la wilaya [13].

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées

La réalisation de cette station d'épuration a été effectuée par les trois sociétés suivantes: STULZ PLANAQUA / ETUHP MENANI / BUTEC (Allemagne / Algérie / Liban) selon les paramètres de design donnés par le **Tableau II.1**.

Le projet de réalisation a duré 24 mois à partir du mois de Novembre 2014. Elle a été mise en exploitation en Mars 2017 sous la direction de BUTEC et en Mai 2019, sa gestion a été transférée à l'ONA.

Tableau II.1: caractéristiques de la station d'épuration de Mostaganem

| Caractéristique | Valeur correspondante |
|-----------------------------------------------|---------------------------|
| Equivalent habitant | 130000EH |
| Débit normal des eaux usées(débit journalier) | 56 000 m ³ /j. |
| Débit normal des eaux usées(débit horaire) | 2334 m ³ /h. |
| Charge massique de DBO ₅ | 19600 kg/j. |
| Charge massique de DCO | 47 750 Kg/j |
| Charge massique de MES | 24 500 Kg/j |

La station d'épuration est de type biologique (boue activée) à moyenne charge comprenant :

➤ **03 Blocs**

- Bloc administration ;
- Bloc exploitation ;
- Ateliers.

➤ **Filière eaux**

- Réception avec by-pass (déversoir d'orage) ;
- Fosse à bâtards ;
- Dégrillage grossier ;
- Relevage de tête ;
- Comptage des eaux brutes ;
- Dégrillage fin, by-pass ;
- Dessablage déshuilage aéré ;
- Décantation primaire ;
- Bassin d'aération de type moyenne charge ;
- Désinfection par hypochlorite de sodium ;
- Canal de comptage des eaux épurées.

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées

➤ Filière boues

- Recirculation des boues et extraction des boues en excès ;
- Epaissement gravitaire des boues en excès ;
- Stabilisation aérobie des boues.

➤ Principaux ouvrages

- Eaux industrielles et lavage machine ;
- Poste toute eaux ;
- Eaux d'arrosage des espaces verts ;
- Poste de livraison électrique ;
- Groupe électrogène.



Figure II.1 : Maquette de la STEP de Mostaganem

II. 3 Traitement des eaux usées de la wilaya Mostaganem

Les différentes étapes du traitement des eaux usées et des boues dans la station sont schématisées par la figure II.2.

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées

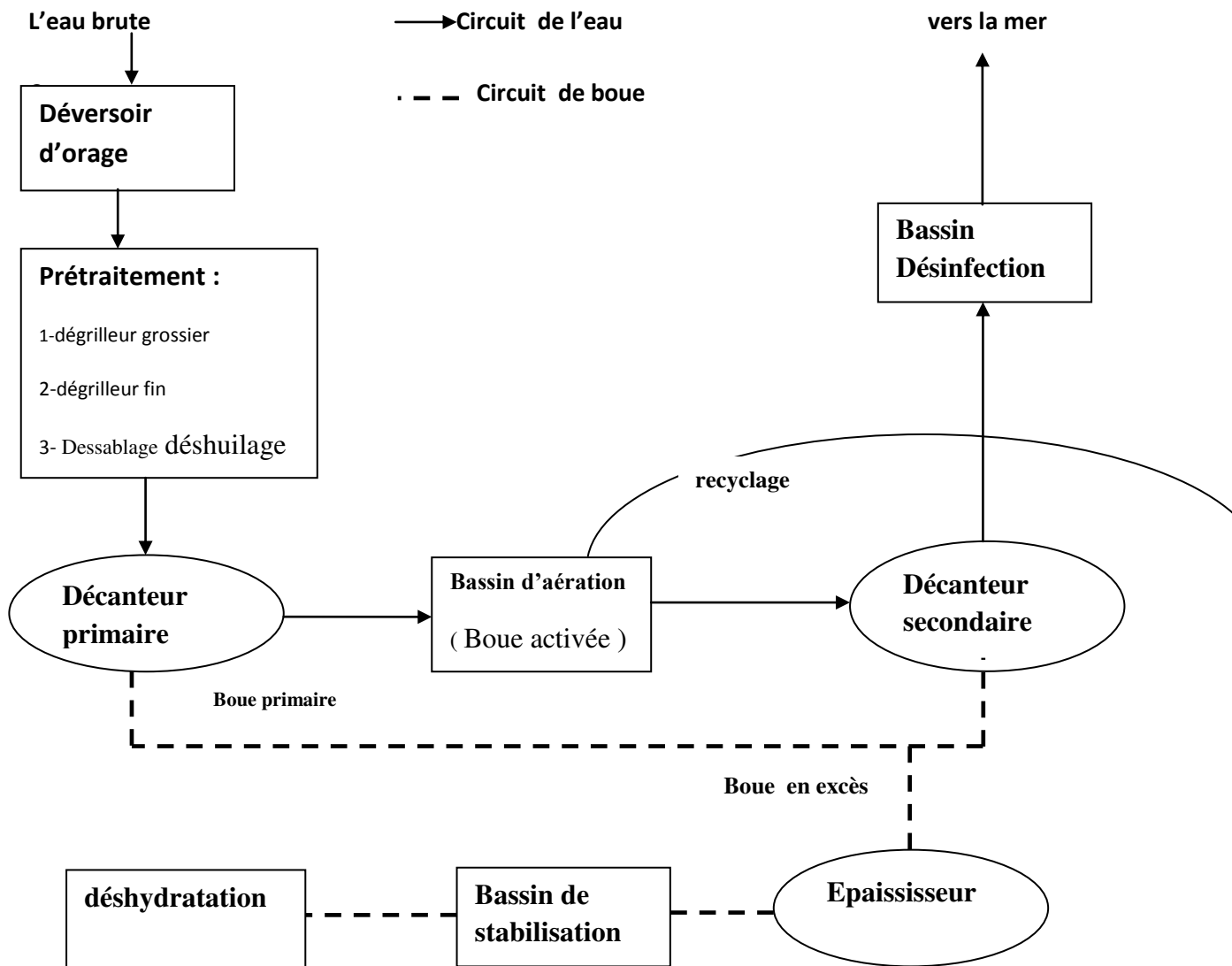


Figure II.2: chaîne complète d'épuration dans la STEP de Mostaganem

II.3.1 Prétraitement

Le prétraitement est un ensemble d'opérations physiques et mécaniques destinées à éliminer les éléments les plus grossiers qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs de l'eau brute. S'il s'agit de déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage) [14].

II.3.1.1 Déversoir d'orage

Le déversoir d'orage de la station est installé à l'amont de celle –ci qui déverse le surplus du débit admissible dans le by-pass général de la station.

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées

La hauteur de la lame de débordement sera adaptée pour accepter une charge de 2334 m³/h. L'eau usée à traiter arrive gravitement à la tête de la première filière du traitement à l'aide d'une conduite de 80 m de diamètre qui s'appelle liaison entre ouvrage .



Figure II.3: Déversoir D'orage

II.3.1.2 Dégrillage

Le dégrillage est une opération indispensable pour éliminer les gros éléments susceptibles de gêner le fonctionnement des procédés situés en aval. L'efficacité de ce traitement dépend essentiellement de l'écartement des barreaux des grilles [14].

-Dégrillage grossier : est de type grille verticale à barreaux avec :

- Un espacement de **40 mm**,
- épaisseur des barreaux de **10mm**
- Une largeur de canaux de **1.5m**
- Un angle de **90°**
- Une largeur de grille de **1.3m** et
- Une vitesse de passage dans le canal et à travers
- La grille propre de **0.3-0.8 m/s** et **0.5-1 m/s** respectivement.



Figure II.4 : Dégrilleur grossier

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées

Dégrillage fin : est de type vertical avec :

- Un débit de **5600 m³/h**,
- **02** lignes en service, un espacement entrefer de **8mm**
- Une épaisseur des barreaux de **5mm**
- Une largeur de canaux de **2m**
- Un angle d'installation de **90°**
- Une puissance de **1,5kW**.

II.3.1.3 Dessablage déshuilage

➤ Dessablage

Le dessablage consiste en l'élimination des sables présents dans l'effluent brute pour éviter leur dépôt dans les canalisations induisant leur bouchage et permet de réduire la production des boues et d'éviter de perturber les autres étapes de traitement, en particulier, le réacteur biologique [14].

➤ Déshuilage

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide. Ce procédé vise à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique. La rétention environ 80% de la matière grasse lorsque la température est inférieure à 30°C [14].

Tableau II.2 : caractéristiques du dessableur/déshuileur

| Paramètre | Valeur |
|-----------------------------------------|--------|
| Longueur (m) | 50 |
| Largeur du canal de dessablage (m) | 3 |
| Hauteur d'eau utile (m) | 4 |
| Surface (m ²) | 150 |
| Volume unitaire total (m ³) | 5600 |
| Temps de séjour minimal (min) | 6 |

II.3.1.4 Décantation primaire

La décantation primaire a pour principe d'éliminer les particules en suspension par gravité. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur primaire" pour former les "boues primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen d'un système de raclage.

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées

Tableau II.3 : caractéristique du décanteur primaire

| Dimension | Diamètre (m) | Hauteur d'eau utile (m) | Surface (m ²) | Volume unitaire (m ³) | Temps de rétention (h) |
|-----------|--------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Valeur | 46 | 2.6 | 2490 | 3267 | 1.67 |



Figure II.5: Décanteur primaire

II.3.2 Traitement secondaire (Traitement biologique)

La STEP est dotée de deux bassins avec une forme rectangulaire. Chacun d'eux est équipé de six turbines avec 12 aérateurs. L'aération est réalisée à l'aide d'aérateur de surface. Ce milieu favorable provoque le développement des bactéries qui par action physicochimique retiennent la pollution organique. Au niveau de chaque bassin il existe une sonde de mesure d'oxygène dissous pour assurer le déclenchement automatique de l'aération en cas de défaillance de la concentration de cette dernière.

Caractéristiques du bassin d'aération :

- Nombre d'ouvrage= 2 ;
- Dimension d'un bassin : $L=51.3$ m, $I= 34.2$ m, $H= 3.9$ m, $V=13600$ m³
- Temps de séjour moyen : 4h
- Age des boues : 5jours

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées



Figure II.6: Bassin biologique (Bassin d'aération)

➤ Décanteurs secondaires (Clarificateurs)

Après le traitement biologique, l'eau arrive vers le décanteur secondaire, ce dernier a le même principe que le décanteur primaire. Il contient un racleur qui tourne avec une vitesse de 0.04m/s. Dans ce bassin les matières en suspension tombent au fond en constituant les boues secondaires (activées) et l'eau sorte par les conduites de débordement. Une partie boues évacuées, se dirige vers la filière de traitement des boues et l'autre vers le bassin d'aération.

Tableau II.4 : Caractéristique du clarificateur

| Dimensions | valeur |
|---------------------------------------|--------|
| Diamètre (m) | 46 |
| Hauteur cylindrique (m) | 2.82 |
| Volume net unitaire (m ³) | 3735 |
| Nombre de clarificateur | 2 |

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées



Figure II.7: Décanteur secondaire (clarificateur)

II.3.3 Désinfection par le chlore

Elle est nécessaire lorsque les eaux usées traitées sont rejetées dans un milieu aquatique à usage balnéaire (plages, zones d'activités nautiques ou touristiques)[15]. Elle s'effectue dans un bassin de 55m de longueur, 22m de largeur, 1.8m de hauteur avec une capacité de 1867.5m^3 . Le produit utilisé est l'hypochlorite de sodium à une concentration en chlore égale à $2\text{g}/\text{m}^3$ et un temps de contact de 30mn.



Figure II.8: Bassin de désinfection

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées

II.4 Traitement des boues

II.4.1 Origine des boues

- **Les boues Primaire et secondaire :** Elles renferment la quasi-totalité de la pollution particulière et colloïdale enlevée à l'eau (dans les décanteurs placés en aval) [15].
- **Les boues biologiques :** Elles résultent de l'activité vitale des micro-organismes. Les boues ont une structure floculée et sont séparées dans des décanteurs secondaires.

II.4.2 Procédés de traitement des boues

II.4.2.1 Traitement de l'épaississement et de concentration des boues

L'épaississement est la première étape pour réduire le volume des boues tout en augmentant la concentration pour permettre la déshydratation. Le concentrateur statique présente deux phases de fonctionnement : La clarification permet d'obtenir un surnageant pauvre en matière en suspension, l'épaississeur est alors considéré comme un décanteur, puis sous l'action de la pesanteur, la teneur des boues en matière en suspension progresse [11].

- **Avant épaississement** la boue primaire est de débit de **735m³/j** avec une concentration de **20kg MES/m³**,
- la boue biologique est de débit de **1420m³/j** avec une concentration de **8.8kg MES/m³**,
- la boue mixte est de débit de **2155m³/j** et une concentration de **12.6 kg MES/m³**.

Après épaississement ;

- La boue primaire est de débit de **294m³/j** et une concentration de **50kg MES/m³**,
- la boue biologique est de débit de **625m³/j** et une concentration de **20kg MES/m³**,
la boue mixte est de débit de **919m³/j** et une concentration de **29.6kg MES/m³**.

La capacité volumique de l'épaississeur est de **2155m³/j** avec une profondeur de **5.4m**, un diamètre de **30m** et une puissance de **0.45 KW**.

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées



Figure II.9: Epaississeur

II.4.2.2 Traitements par stabilisation des boues

La stabilisation des boues réside essentiellement dans l'élimination ou la réduction du pouvoir fermentescible des boues organiques, notamment des matières à évolution bactérienne rapide afin d'éviter l'émission d'odeurs désagréables [11].



Figure II.10 : Bassin stabilisateur

II.4.3 Conditionnement des boues

Après l'épaississement, les boues contiennent encore une très forte proportion d'eau, ce qui rend difficile la réduction de leur volume. Elles sont intimement liées à la masse colloïdale de nature hydrophile (polymère) [11], pour cela il faut la déshydrater.

➤ Déshydratation

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide, qui devra évidemment répondre aux exigences de la destination finale choisie [10].

Chapitre II : Description de la STEP de Mostaganem et des procédés utilisés dans le traitement des eaux usées



Figure II.11: Section de déshydratation



Figure II.12: Stockage de boues déshydratées

II.4.4 Elimination finale des boues

L'élimination finale des boues issues du traitement des effluents semble être utile à la valorisation en agriculture car elles sont riches en élément fertilisant [11].

III.1 Objectif

L'objectif principal est de contrôler l'efficacité d'élimination de la matière minérale et organique ainsi que la qualité microbiologique de l'eau avant et après traitement par les analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP.

III.2 Prélèvement

Les prélèvements se font selon le paramètre étudié pendant le mois de Janvier et le mois de Février.

Eau brute et eau épurée :

| | | |
|---------------|---|-------------|
| -DCO | } | chaque jour |
| -DBO | | |
| -MES | | |
| -pH | | |
| -Conductivité | | |
| -Redox | | |

| | | |
|-------------|---|----------------------|
| Nitrate | } | Une fois par semaine |
| Nitrite | | |
| Phosphore | | |
| Bicarbonate | | |
| Chlorure | | |
| | | |

III.3 Analyses physico-chimiques

III.3.1 Détermination de pH et rH

Mode opératoire

- 1- Prendre environ 100ml d'eau à analyser et les mettre sous une faible agitation,
- 2- Tremper l'électrode dans le bécher, laisser stabiliser un moment puis noter le pH,
- 3- Noter la valeur de rH°



Figure III.1: pH-mètre

III.3.2 Conductivité

Mode opératoire :

- 1-prendre environ 100ml d'eau à analyser
- 2-tremper l'électrode dans le bécher
- 3-laisser stabiliser un moment puis noter la valeur de la conductivité

Remarque : le résultat est donné directement en $\mu\text{s}/\text{cm}$ ou bien $\text{m}\text{s}/\text{cm}$



Figure III.2: conducti-mètre

III.3.3 Détermination des MES

Mode opératoire

- 1- Mesurer le poids de filtre m_0
- 2- Préparation des filtres,

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

-Laver les filtres avec de l'eau distillée pour éliminer la poussière,

-Sécher les filtres à 105°C pendant au moins 01 heure,

-Laisser les refroidir dans le dessiccateur,

3-filtration

-placer le filtre (la partie lisse en bas) sur le support de filtration,

-Agiter le flacon de l'échantillon,

-Verser un volume convenable de l'échantillon dans l'éprouvette graduée, puis filtrer,

- Libérer le dispositif sous vide lorsque le papier filtre est pratiquement sec,

-Retirer avec précaution le papier filtre à l'aide d'une pince à extrémité plate,

-Placer le filtre sur un support de séchage (capsule),

-Sécher le filtre dans l'étuve à 105° C pendant 2heures,

-Mettre dans le dessiccateur pour refroidir et mesurer la nouvelle masse m_1

Expression des résultats

$$MES = \frac{m_1 - m_0}{V} * 1000 \left[\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right]$$

M_0 : la masse de filtre vide

M_1 : la masse de filtre après la filtration

V : volume de la prise d'essai



Figure III.3: Les filtres



Figure III.4: Dessiccateur

III.3.4 Détermination de la DBO₅

Mode opératoire

- Rincer les 3 flacons de la DBO avec l'eau de l'échantillon,
- Ajouter le volume d'échantillons dans les bouteilles (V=157 ml pour l'eau brute et décantée, V= 428 ml pour l'eau épurée),
- Ajouter un inhibiteur dénitrificateur pour l'eau épurée (pour éliminer la croissance des algues),
- Mettre des barreaux magnétiques dans les flacons,
- Insérer le godet caoutchouc dans le goulot du flacon,
- Mettre 4 pastilles de soude (hydroxyde de soude) NaOH dans le godet caoutchouc à l'aide d'une pince
- Entrer les flacons dans un étuve DBO₅ à T 20°C pendant 05 jours,
- lecture des valeurs de DBO₅ mémorisées à la fin des 05 jours automatiquement.



Figure III.5: Les 3 flacons de la DBO



Figure.III.6 Etuve DBO₅

III.3. 5 Détermination de la DCO

Mode opératoire

- Prendre 10 ml d'échantillons dans un tube

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

- Ajouter 5 ml de dichromate de potassium
- Ajouter 15 ml d'acide sulfurique –sulfate d'argent
- Ajouter une pincé de régulateur d'ébullition
- Mettre les échantillons dans un minéralisateur à 150° C et attendre 2h et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 100 ml
- Ajouter quelques gouttes indicatrices colorées Ag_2SO_4
- Titrage avec sel de Mohr jusqu'à changement de couleur (rouge brique)

Remarque : lorsque la couleur change on prend directement le volume

Expression des résultats :

$$T_{\text{émoin}} = \frac{2.4}{V_{\text{titrage}}} * 8000$$

V_{titrage} (90ml acide sulfurique 4M)+10 ml de dichromate

$$DCO = \frac{V_{\text{blanc}} - V_{\text{titrage}}}{V_{\text{echnt}}} * T_{\text{émoin}}$$

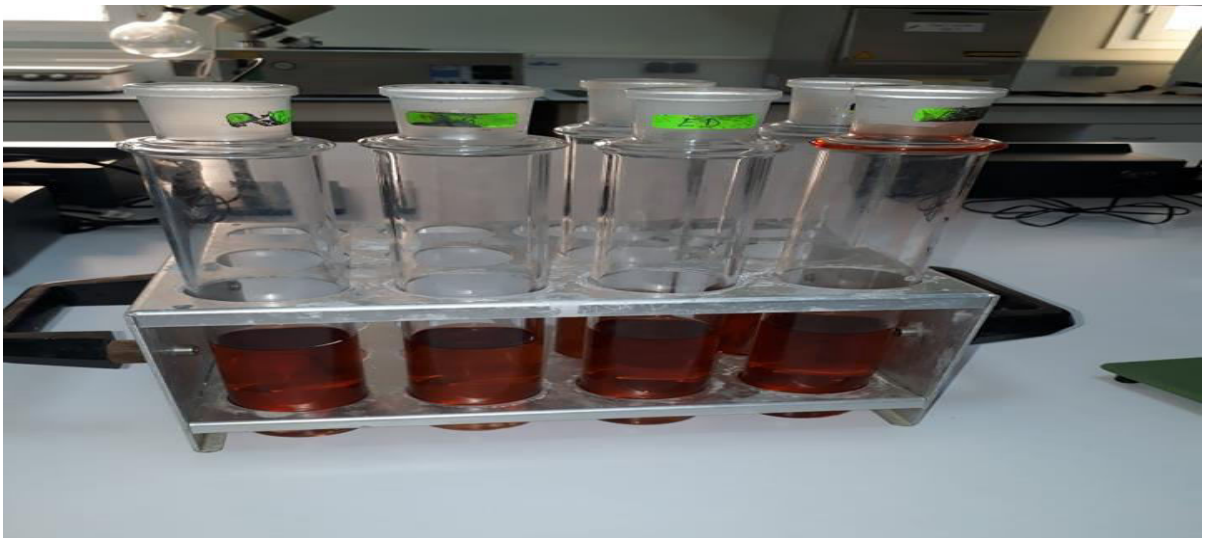


Figure III.7: Les échantillons de la DCO

III.3. 6 Détermination des matières sèches et les matières volatiles sèches

Mode opératoire

1-Mesurer les capsules vides m_0

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

2-Remplir les capsules avec certain volume et mesurer le poids de la capsule remplie m_1

4-Mettre les capsules dans une étuve à 105°C pendant 8h et laisser refroidir dans le dessiccateur puis mesurer le poids de la capsule m_2

6- Mettre les capsules dans un four à moufle à 505°C puis laisser refroidir dans le dessiccateur et mesurer le poids de capsule m_3

Expression des résultats :

$$\text{MS} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 1000 \left(\frac{g}{l}\right)$$

$$\text{Boue déshydratée : MS} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100 = \%$$

$$\text{MVS} = \frac{m_2 - m_3}{m_1 - m_0} * 100 = \%$$

$$\text{MVS} = \frac{ms * mvs(\%)}{100} \left(\frac{g}{l}\right)$$

III.3.7 Détermination des Nitrates NO_3^-

Mode opératoire

-25 ml d'échantillons eau brute et eau épurée

-0.2 acide acétique

-0.5ml azoture de sodium

-Mettre dans l'étuve à 80°C pendant 30 min puis laisser refroidir

-ajouter 1ml de salicylate de sodium et mettre dans une étuve à 80°C pendant 30 min

-Laisser refroidir

-Ajouter 1 ml acide sulfurique puis laisser refroidir 10 min

-Ajouter 10ml solution alcaline et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 50 ml

-Prendre 10 ml dans une cuve → peser au spectre

Expression des résultats

x = valeur de spectre ; y = valeur de nitrate

$$Y = x * \frac{14}{62}$$



Figure III.8: Spectrophotomètre

III.3. 8 Détermination des Nitrites

Mode opératoire

- placer la cuvette à la valeur 0 (portant l'étiquette rouge) livrée dans la chambre de mesure
- Appuyer sur la touche zéro et retirer la cuvette de la chambre de mesure,
- Ouvrir la cuvette de réaction et ajouter 2 ml d'échantillon
- Refermer la cuvette avec son couvercle et mélanger le contenu en agitant légèrement
- Ajouter une cuillère graduée no.8 (noir) remplie à ras bord de nitrite-101.
- Refermer la cuvette avec son couvercle et dissoudre son contenu en l'agitant
- Mettre la cuvette dans la chambre de mesure .positionnement
- Appuyer sur la touche test et attendre 10 minutes de temps de réaction

Expression des résultats

La mesure s'effectue automatiquement après écoulement du temps de réaction.

Le résultat de la mesure s'affiche et indique le nitrite en mg/l

III.3.9 Détermination des ortho phosphates

Mode opératoire

- Prendre 40ml de l'échantillon à analyser (EE .ED)
- Ajouter 1ml d'acide ascorbique
- Ajouter 2ml du molybdate acide et attende 30mn

L'apparition de la coloration bleue indique la présence des PO_4^{3-}

-Prendre 10ml dans la cuve puis peser dans le spectre

Expression des résultats :

Faire la lecture dans le spectre

III.3. 10 Détermination des chlorures

-Prendre 5ml d'eau à analyser (EB .EE) avec solution de chlorures à 71mg/l)

-Ajouter 2 gouttes de chromate de potassium (coloration jaunâtre) puis agiter

-Titrer avec nitrate d'argent à 0.01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre

Expression des résultats :

$$Cl-(mg/l)=V AgNO_3 *71*F$$

$V AgNO_3$: volume de nitrate d'argent nécessaire pour le dosage.

F= facteur de correction du titre de nitrate d'argent.

$$F = 1/V AgNO_3$$

III.3. 11 Détermination de L'alcalinité

-Prendre 100ml d'eau à analyser (EE, .EB)

-Noter le pH puis titrer avec Hcl à 0.1N jusqu'à obtention d'un pH de 4.3

Expression des résultats :

$$HCO_3 (mg/l) =V$$

V_1 : volume de Hcl Versé

III.4 Les analyses microbiologiques

Le principe général de cette technique consiste à rechercher les bactéries indicatrice de pollution pour cela nous allons utiliser une méthode simple qui est la colimétrie. Celle-ci désigne la technique de numération en tubes multiples (TNTM) avec détermination du nombre de germes le plus probable (NPP) à partir du tableau de Mac Grady.

Les microorganismes que nous avons recherchés dans notre étude sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux.

III. 4.1 Prélèvement de l'eau

Nous utilisons des flacons en verre d'une capacité de 250 ml soumis au préalable à un nettoyage rigoureux, séchés, bouchés puis stérilisés à l'autoclave à une température de 120°C pendant 15 min.

Plonger les flacons à une profondeur d'environ 50 cm de la surface de l'eau puis ouvrir à contre courant. Une fois remplis, ils sont refermés. Après le prélèvement les flacons sont étiquetés et placés dans une glacière à l'abri de la lumière et à température de 4°C.

Remarque : le prélèvement doit être analysé le jour même.

III. 4.2 Préparation des dilutions

On effectue des dilutions décimales pour chaque échantillon à l'aide d'eau distillée stérile ou tampon phosphate.

Les dilutions suivent des séries logarithmiques dont les termes sont en progression géométrique :

-dilution 10^0 : consiste à la prise directe de la solution mère (100 ml)

-dilution 10^{-1} : dans un tube à essai contenant 9ml d'eau distillée stérile, on ajoute 1ml d'eau à analyser 10^0

-dilution 10^{-2} : dans un deuxième tube à essai, on ajoute 1ml de la dilution à 9ml d'eau distillée stérile

III.4.3 Recherche et dénombrement des coliformes totaux

Cette étude consiste à utiliser des milieux liquides par la technique du NPP (nombre le plus probable) à l'aide de bouillon lactose bilié au vert brillant (BLBVB) dans des tubes munis d'une cloche de Durham. La technique en milieu liquide comporte deux tests :

a- test de présomption : recherche de coliformes totaux

Mode opératoire

-Préparer 3 séries de 3 tubes contenant chacun 9ml de **BLBVB** avec cloche de Durham. Chacun des 3 tubes reçoit 1 ml de la dilution 10^0 (solution mère). Les tubes de la deuxième et troisième série reçoivent respectivement 1ml de la dilution 10^{-1} et 1ml de la dilution 10^{-2}

- agiter pour homogénéisation

Incubation

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

- Un dégagement de gaz dans les cloches,

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

-Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui confirme le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu),
Le dénombrement se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady (Tableau III.1).

b- test de confirmation ou test de Mac Kenzie

C'est l'identification des coliformes thermo tolérants (les coliformes fécaux).

Mode opératoire

On prend 2 à 3 gouttes de chaque tube de (BLBVB) trouvés positifs etensemencés dans des tubes contenant de l'eau peptonée exempte d'indole. Les tubes sont refermés et bien mélangés et incubés.

Incubation : l'incubation se fait à 44°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture : un trouble et changement de couleur dans le tube contenant l'eau peptonée exempt d'indole.

On ajoute au tube quelques gouttes de réactif de KOVACS.

Lecture : Formation d'anneau rouge à la surface des tubes.

Le nombre des coliformes est déterminé avec la table de **Mac Grady (Tableau III.1)**

III.4.4 recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

La recherche des streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe D de la classification de **lancefield**, se fait en milieu liquide par la techniques du nombre plus probable (**NPP**). Cette technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- Test de présomption : qui se fait sur milieu de Rothe S/C
- Test de confirmation : qui se fait sur milieu EVA Lytski .

a-Test de présomption

Mode opératoire

-Préparer 3 séries de 3 tubes contenant chacun 9ml de milieu **Rothe** ,Chacun des 3 tubes reçoit 1 ml de la dilution 10^0 (solution mère). Les tubes de la deuxièmes et la troisièmes série reçoivent respectivement 1ml de la dilution 10^{-1} et 1ml de la dilution 10^{-2} .

Incubation : se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture : Les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs (présence de streptocoques).

Le dénombrement ne se fait à ce stade les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

b-Test de confirmation

On prend 2 à 3 gouttes de chaque tube de Rothe positif que nous repiquons sur des tubes contenant le milieu **EVA Lytski**.

Incubation : se fera à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture : - un trouble microbien et parfois une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.

- ❖ Le nombre de streptocoques fécaux est exprimé par le NPP selon la table de **Mac Grady**. (Tableau III.1).

Tableau III.1 : Tableau de Mac Grady pour une série de trois tubes (Indice NPP)

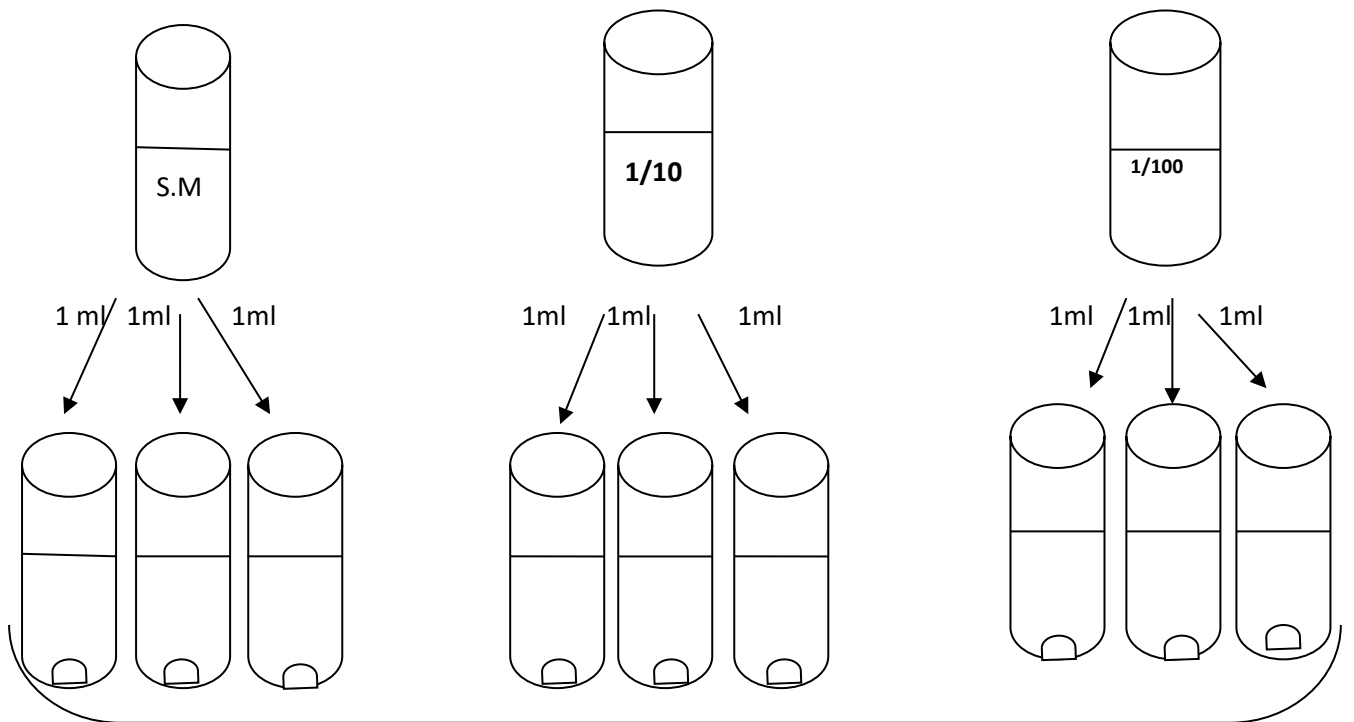
| Nombre caractéristique | Nombre de cellules | Nombre caractéristique | Nombre de cellules |
|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| 001 | 3 | 300 | 23 |
| 010 | 3 | 301 | 39 |
| 100 | 4 | 302 | 64 |
| 101 | 7 | 310 | 43 |
| 110 | 7 | 311 | 75 |
| 111 | 11 | 312 | 120 |
| 120 | 11 | 320 | 93 |
| 200 | 9 | 321 | 150 |
| 201 | 14 | 322 | 210 |
| 210 | 15 | 330 | 240 |
| 211 | 20 | 331 | 460 |
| 220 | 21 | 332 | 1100 |
| 221 | 28 | 333 | >2400 |

III.3.5 Observation microscopique des micro-organismes épurateurs

Matériels et méthodes

Nous avons préparé un frottis à l'état frais des boues des bassins d'aération (1 et 2) :

- Prendre une suspension prélevée du bassin et la mettre entre lame et lamelle,
- Placer la lame sur la platine du microscope,
- Observation avec différents grossissements (X10, X100, X200).



Incubation : T= 37°C , 24 à 48h

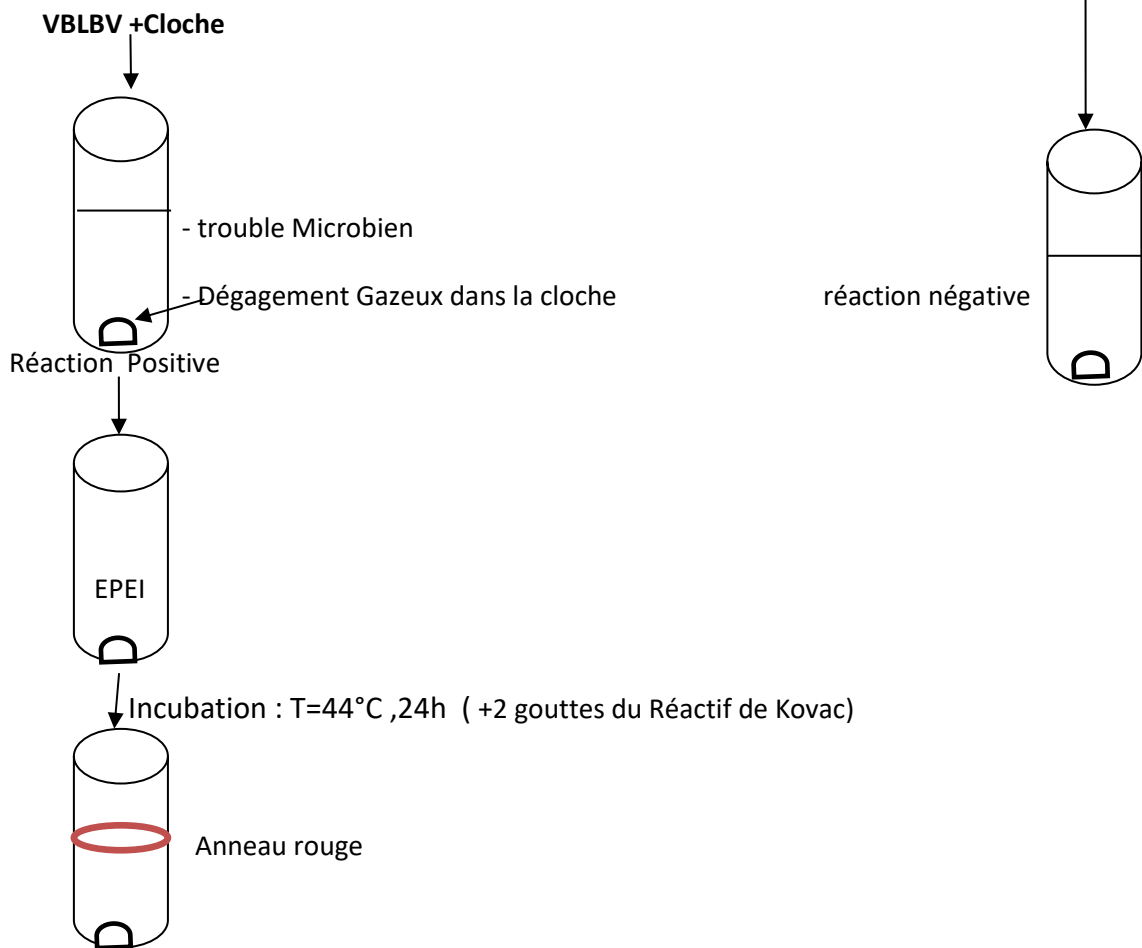


Figure III.10 : Schéma de recherche des coliformes totaux

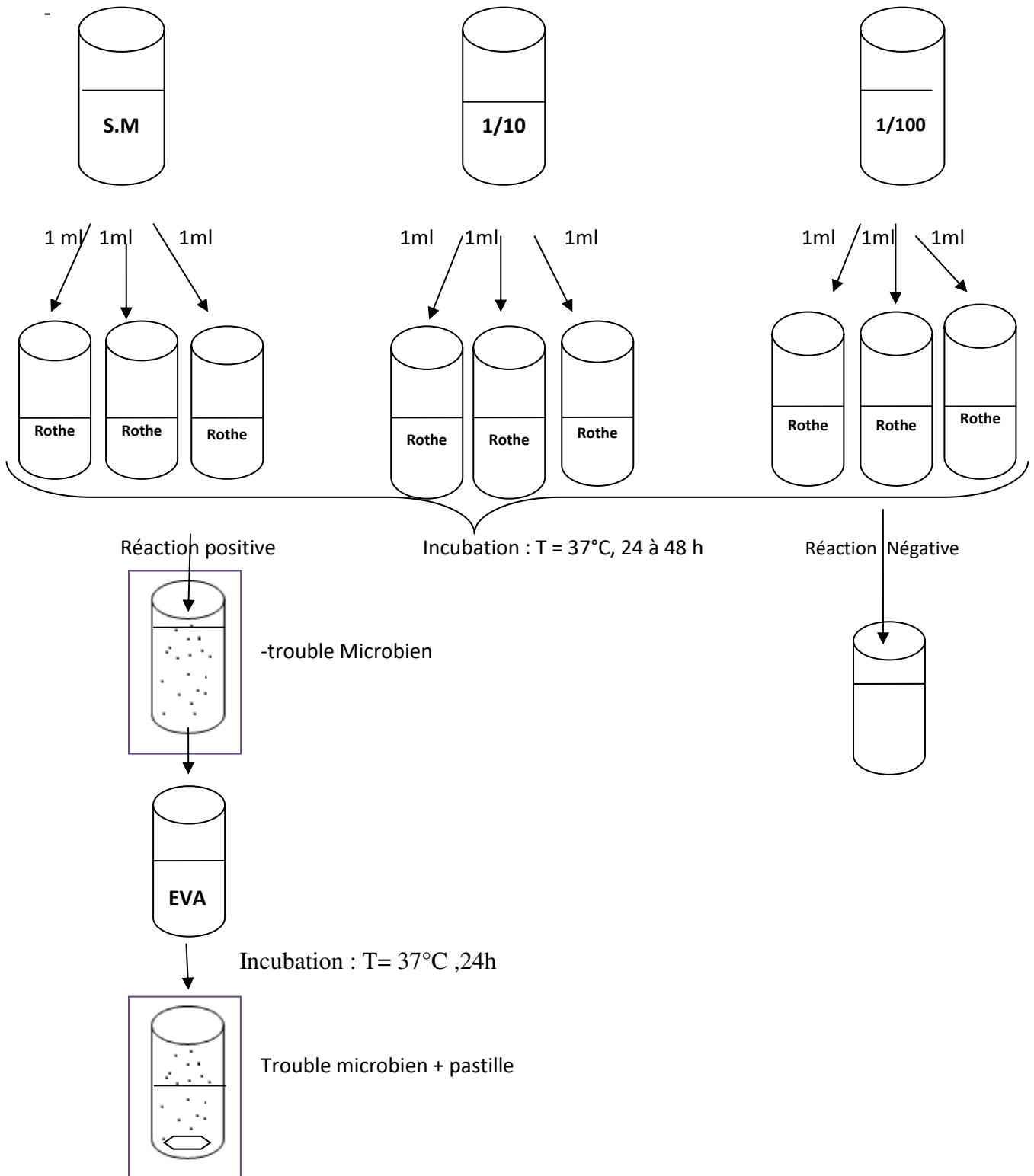


Figure III.11: Schéma de recherche des Streptocoques fécaux

Chapitre IV : Résultat et discussion

IV.1 Résultats des analyses physico-chimiques

Après analyse physico-chimique, les résultats obtenus ont été récapitulés dans des tableaux et interprétés par des courbes.

Tableau IV.1 : Résultats de mesure du débit, pH, la température, le redox, la conductivité, les MES les chlorures et les bicarbonates à l'entrée de la STEP.

| Semaine | Débit (m ³ /j) | pH | Température (°C) | Rh° (Mv) | Conductivité (µs/cm) | MES (mg/l) | Chlorure (mg/l) | Bicarbonate (mg/l) |
|---------|---------------------------|------|------------------|----------|----------------------|------------|-----------------|--------------------|
| s1 | 39260 | 7.98 | 10.1 | -43.7 | 1147 | 17011 | 215.84 | 378.2 |
| s2 | 39720 | 7.64 | 11.8 | -42.9 | 1222 | 11650 | 215 | 350 |
| s3 | 35900 | 8.68 | 12.8 | -98.6 | 689 | 30274 | / | / |
| s4 | 37480 | 7.37 | 13.5 | -28.6 | 1192 | 6934 | 265 | 268.4 |
| s5 | 37960 | 7.48 | 13.3 | -34.6 | 1152 | 10071 | 264.9 | 285 |
| s6 | 37800 | 7.25 | 11 | -23.8 | 1105 | 13265 | 253.4 | 268.4 |
| s7 | 39100 | 7.39 | 11.4 | -29.8 | 640 | 10457 | 236.9 | 286.7 |
| s8 | 41080 | 7.53 | 13 | -37.2 | 1237 | 12039 | 237 | 287 |
| s9 | 39300 | 7.42 | 14.8 | -31.4 | 1549 | 16609 | 265 | 265 |

Tableau IV.2 : Résultats de mesure de DCO, DBO₅, NO₂-N, NO₃-N Phosphore total et du P-PO₄ total EB à l'entrée de la STEP.

| semaine | DBO ₅ | | DCO | | NO ₂ -N | | NO ₃ -N | | PT | | P-PO ₄ T | |
|---------|------------------|------------------|----------|------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|---------|-----------|---------------------|-----------|
| | C (mg/l) | La charge (kg/j) | C (mg/l) | La charge (kg/j) | C (mg/l) | La charge | C (mg/l) | La charge | C(mg/l) | La charge | C (mg.l) | La charge |
| / | | | | | | | | | | | | |
| s1 | 266 | 8873 | 708.12 | 27801 | / | / | 4.15 | 162.93 | 34.80 | 1366 | 12.82 | 503.31 |
| s2 | 249 | 9890 | 632.08 | 25106 | 0.09 | 3.57 | 3.43 | 136.24 | 34 | 1350 | 11.09 | 440.49 |
| s3 | 231 | 0 | 662.07 | 23768 | / | / | / | / | 31 | 1113 | 10.12 | 363.31 |
| s4 | 220 | 0 | 544 | 20389 | 1.3 | 48.72 | 3.3 | 123.68 | 29.4 | 1102 | 9.59 | 359.43 |
| s5 | 217.38 | 8252 | 510.73 | 19387 | 1.8 | 68.33 | 3.16 | 119.95 | 26.4 | 1002 | 8.16 | 326.84 |
| s6 | 225 | 8505 | 754.92 | 28536 | 1.59 | / | 3.44 | / | 27 | 0 | 8.81 | / |
| s7 | 226 | 8837 | 511.84 | 20013 | 1.52 | 0 | 3.16 | 0 | 27 | 0 | 8.82 | 0 |
| s8 | 242.29 | 9953 | 627 | 25757 | 1.99 | 0 | 3.3 | 0 | 27 | 0 | 8.81 | 0 |
| s9 | 242.29 | 0 | 722 | 28375 | 1.06 | 0 | 3.2 | 0 | 27.5 | 0 | 9.97 | 0 |

Chapitre IV : Résultat et discussion

Tableau IV.3 : Résultats de mesure du débit, pH, la température, le redox, la conductivité, les MES, les chlorures et les bicarbonates à la sortie de la STEP.

| Semaine | Débit (m ³ /j) | pH | Température (°c) | Rh°(Mv) | Conductivité (µs/cm) | MES (mg/l) | Chlorure (mg/l) | Bicarbonate (mg /l) |
|---------|---------------------------|------|------------------|---------|----------------------|------------|-----------------|---------------------|
| s1 | 37190 | 7.83 | 9.5 | -41 | 1201 | 510 | 235.61 | 323.3 |
| s2 | 37540 | 7.7 | 12 | -46 | 1239 | 289 | 230 | 310 |
| s3 | 33180 | 7.75 | 12.2 | -48.4 | 1090 | 226 | / | / |
| s4 | 35640 | 7.47 | 13.1 | -34.2 | 1271 | 214 | 260 | 244 |
| s5 | 35480 | 7.44 | 12.8 | -32.6 | 1159 | 544 | 303.67 | 283 |
| s6 | 34240 | 7.42 | 11.5 | -30.3 | 1059 | 305 | 247.5 | 244 |
| s7 | 37230 | 6.82 | 8.8 | -4.7 | 1078 | 239 | 253.4 | 280.6 |
| s8 | 33920 | 7.5 | 13.4 | -36 | 1263 | 205 | 253 | 281 |
| s9 | 32880 | 7.45 | 14 | -32.8 | 1343 | 223 | 304 | 230 |

Tableau IV.4 : Résultats de mesure du La DCO, DBO₅, NO₂-N, NO₃-N Phosphore total et du P-PO₄ total EB à la sortie de la STEP.

| Semaine | DBO ₅ | | DCO | | NO ₂ -N | | NO ₃ -N | | PT | | P-PO ₄ T | |
|---------|------------------|-----------------|----------|------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|----------|-----------|---------------------|-----------|
| | C (mg/l) | La charge (Kg.) | C (mg/l) | La charge (kg/j) | C (mg/j) | La charge | C (mg/l) | La charge | C (mg/l) | La charge | C (mg/l) | La charge |
| s1 | 12 | 446 | 71.99 | 2651 | / | / | 2.55 | 94.83 | 3.30 | 123 | 1.22 | 45.37 |
| s2 | 10 | 375 | 52.27 | 1962 | 0.09 | 3.38 | 2.28 | 85.59 | 3.5 | 131 | 1.42 | 53.31 |
| s3 | 10 | 0 | 85.12 | 2824 | / | / | / | / | 2.5 | 83 | 0.82 | 27.21 |
| s4 | 13 | 0 | 374.3 | 1755 | 1.05 | 37.42 | 2.48 | 88.39 | 3 | 107 | 0.98 | 34.93 |
| s5 | 11.25 | 399 | 283.74 | 1678 | 1.13 | 40.09 | 2.46 | 87.28 | 3.5 | 124 | 1.14 | 40.45 |
| s6 | 9 | 308 | 74.56 | 2553 | 0.97 | / | 2.37 | / | 3.7 | REF | 1.21 | / |
| s7 | 13 | 484 | 36.56 | 1361 | 0.32 | 0 | 1.13 | 0 | 3.2 | 0 | 1.04 | 0 |
| s8 | 10.57 | 359 | 47.5 | 1611 | 0.86 | 0 | 2.21 | 0 | 4.7 | 0 | 1.56 | 0 |
| s9 | 10.57 | 0 | 57 | 1874 | 0.81 | 0 | 2.11 | 0 | 4.5 | 0 | 1.47 | 0 |

Tableau IV.5 : Résultats des MVS au niveau des deux bassins d'aération.

| Semaines | MVS bassin aération 1 (g/l) | MVS bassin aération 2 (g/l) |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 ^{ère} | 0,85 | 0,91 |
| 2 ^{ème} | 0,75 | 0,83 |
| 3 ^{ème} | 0,79 | 0,82 |
| 4 ^{ème} | 0,96 | 0,84 |
| 5 ^{ème} | 0,7 | 0,65 |
| 7 ^{ème} | 0,51 | 0,46 |
| 8 ^{ème} | 0,67 | 0,56 |
| 9 ^{ème} | 0,67 | 0,59 |

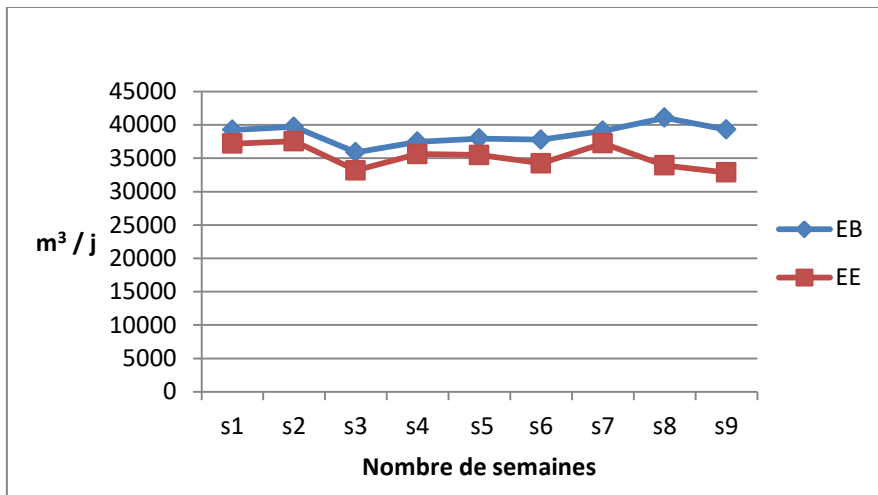


Figure IV.1 : graphe représentant le débit des eaux avant et après traitement

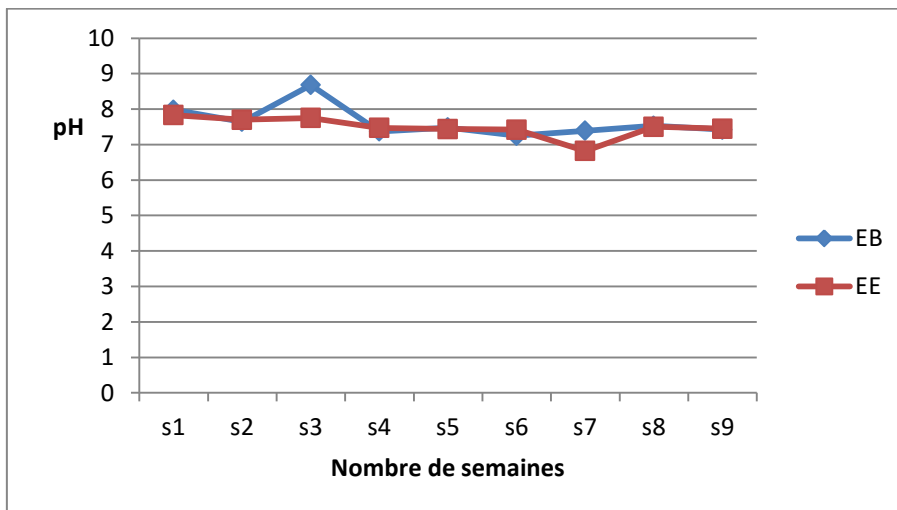


Figure IV.2: graphe représentant la variation du pH des eaux brutes et des eaux épurées

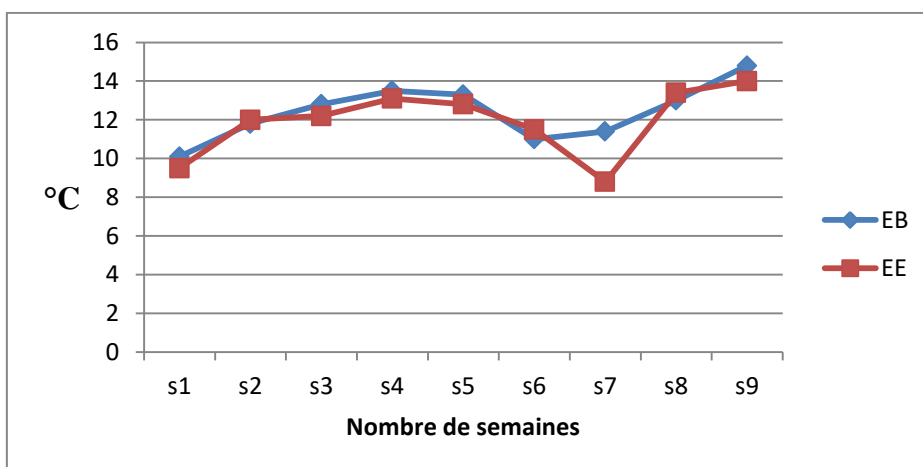


Figure IV.3 : graphe de la variation de la température des eaux brutes et des eaux traitées

Chapitre IV : Résultat et discussion

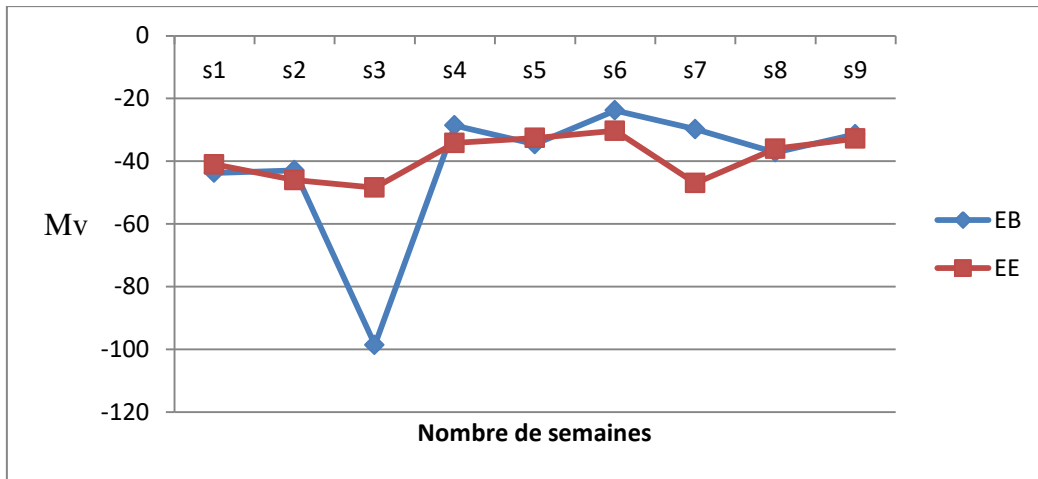


Figure IV.4: graphe représentant la variation du redox.

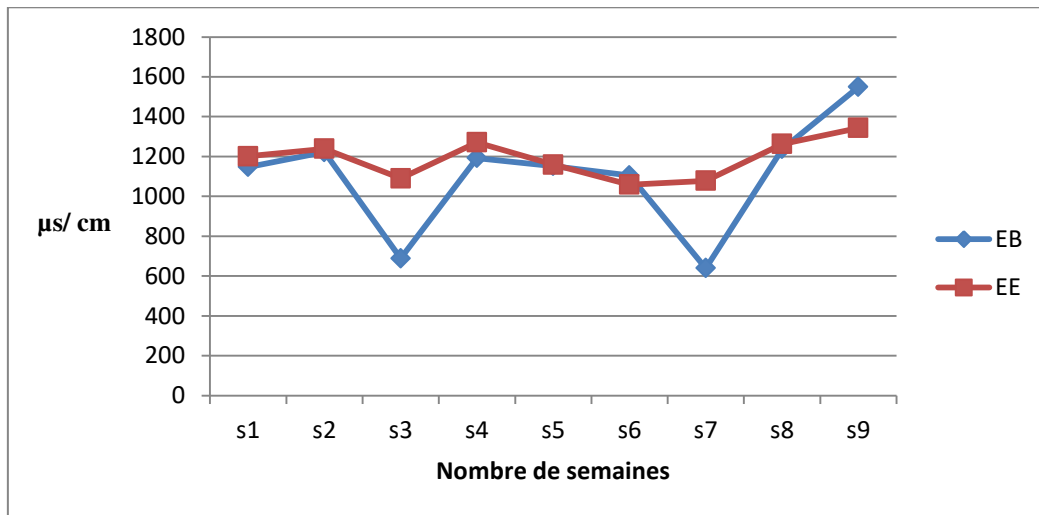


Figure IV.5 : graphe représentant la variation de la conductivité des eaux brutes et les eaux traitées

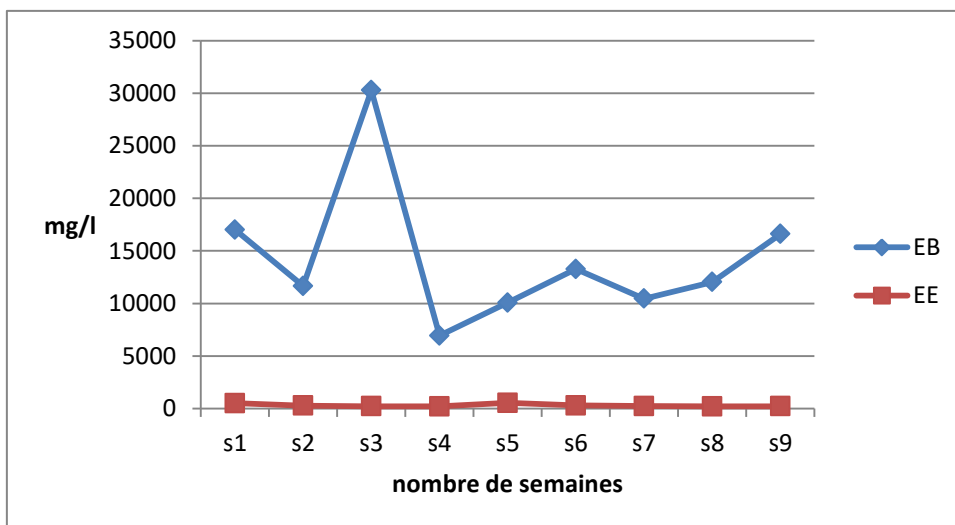


Figure IV.6: graphe de la variation des MES des eaux brutes et des eaux traitées

Chapitre IV : Résultat et discussion

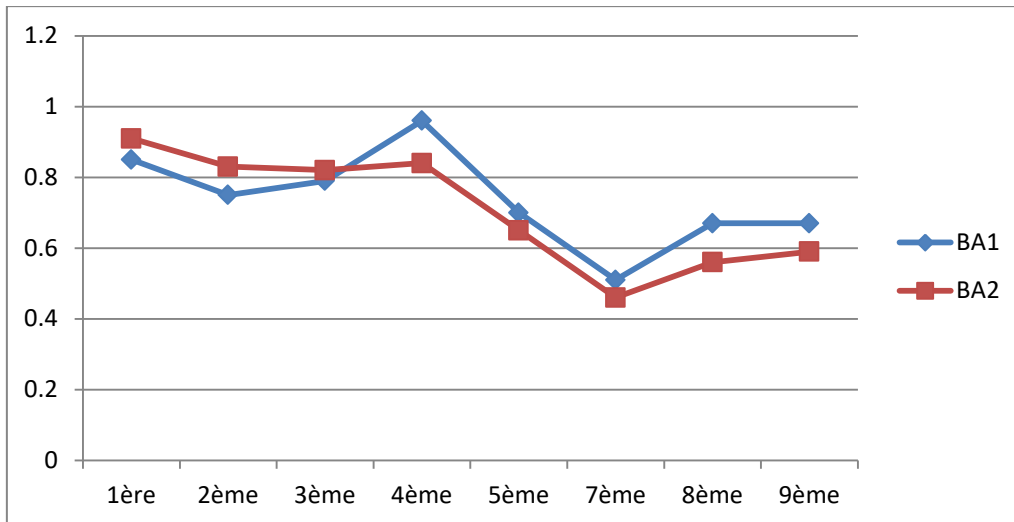


Figure IV.7: graphe de la variation de la MVS des deux bassins d'aération

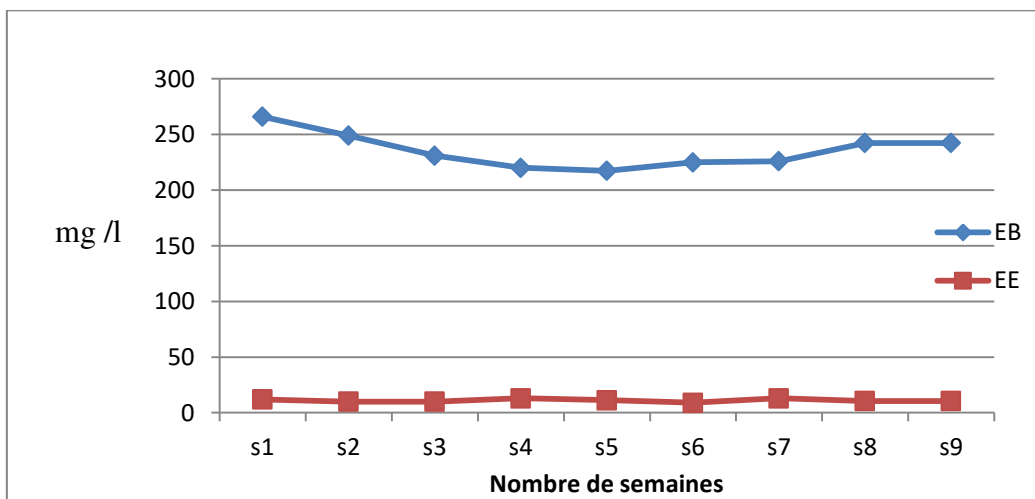


Figure IV.8: graphe représentant les résultats de la DBO₅ avant et après traitement des eaux usées

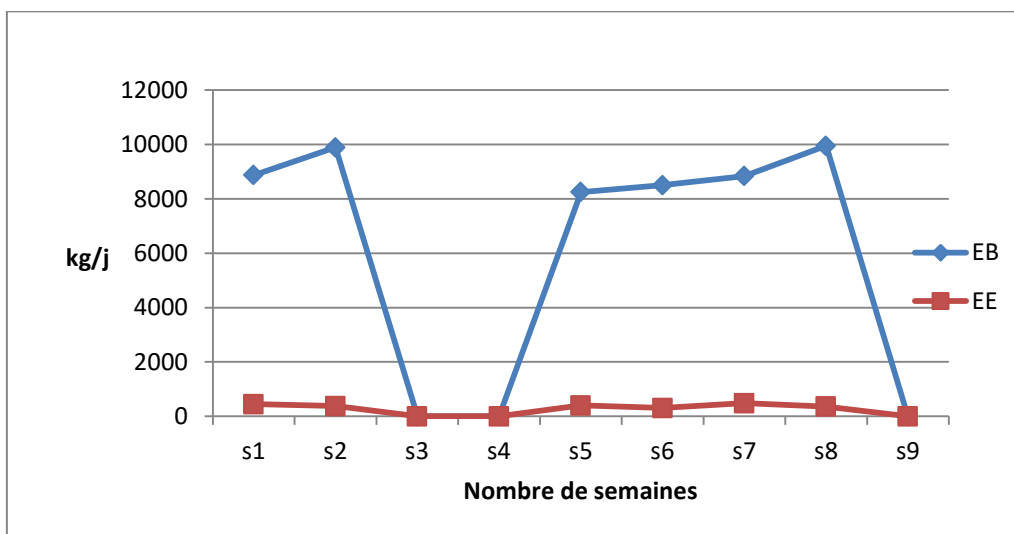


Figure IV.9: graphe représentant la variation de la charge de DBO₅ des eaux brutes et traitées

Chapitre IV : Résultat et discussion

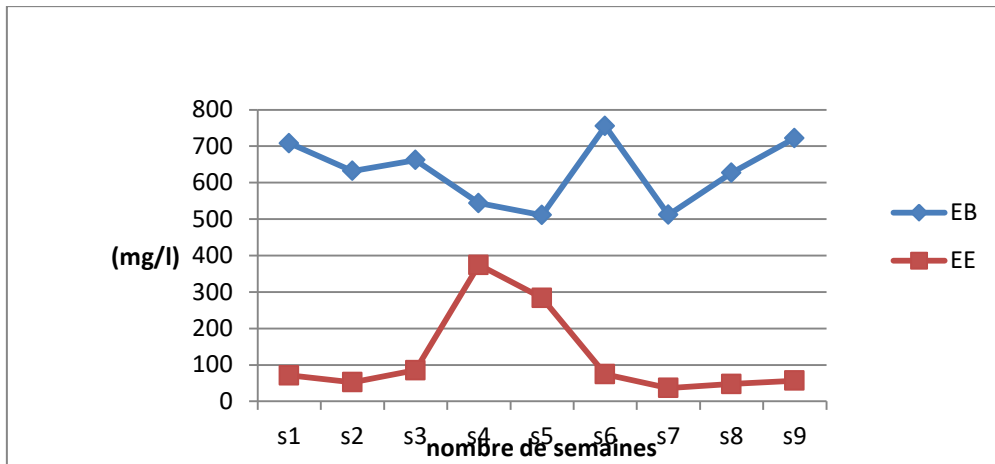


Figure IV.10: Graphe représentant la concentration de la DCO des eaux brutes et traitées

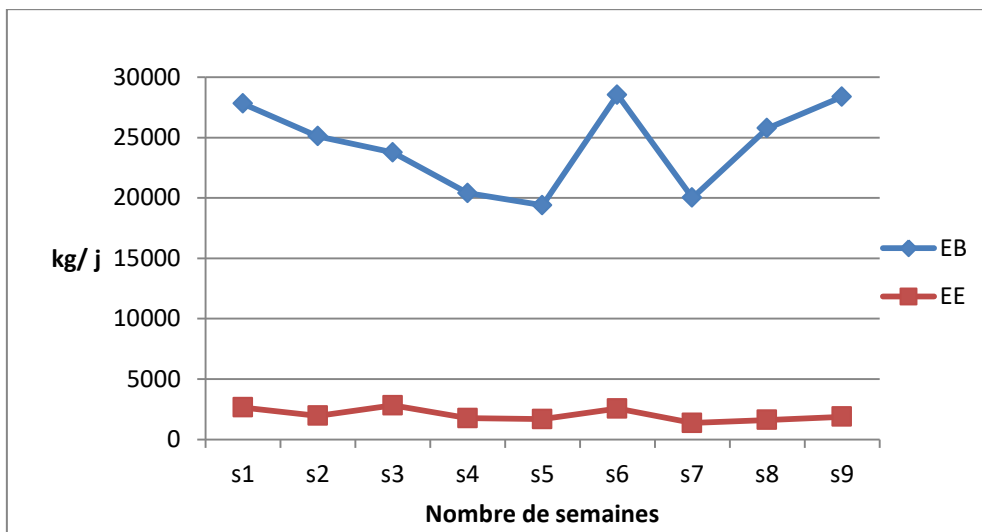


Figure IV.11: graphe représentant la variation de la charge de DCO des eaux à l'entrée et à la sortie de la STEP

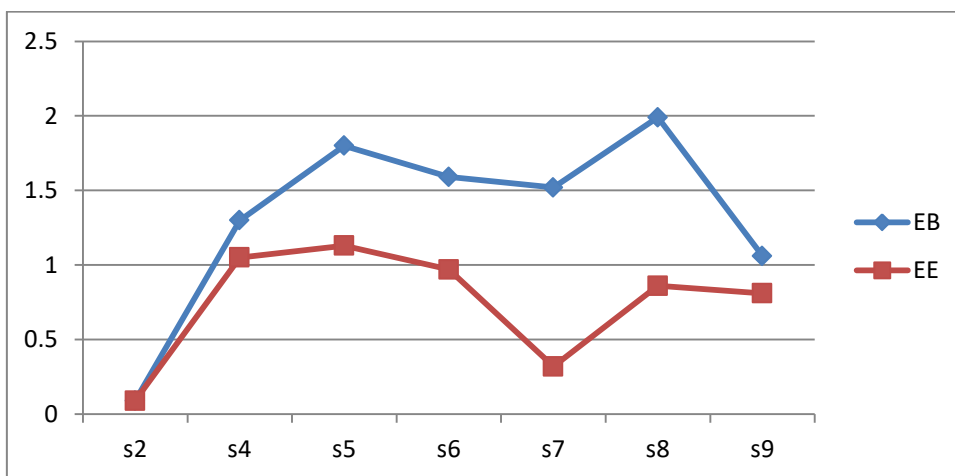


Figure IV.12: graphe représentant la concentration des Nitrites des eaux brutes et épurées

Chapitre IV : Résultat et discussion

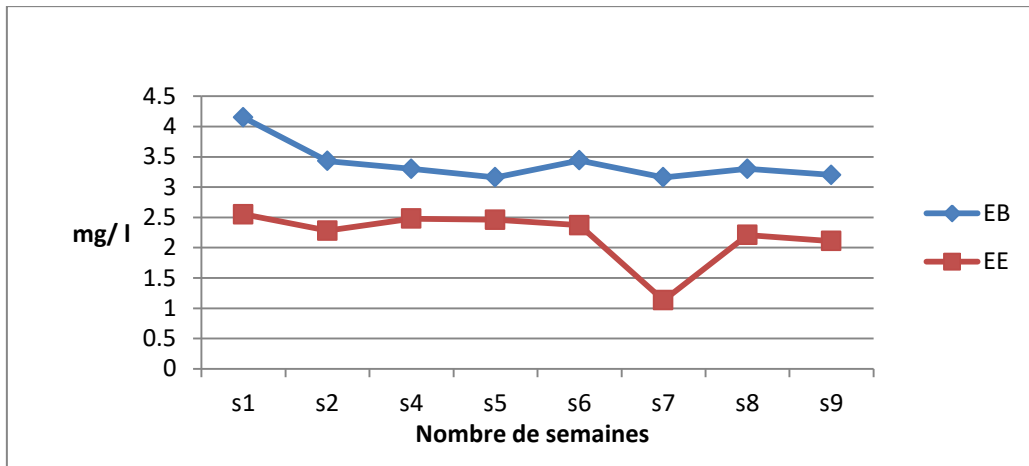


Figure IV.13: graphe représentant la concentration des nitrates des eaux brutes et épurées

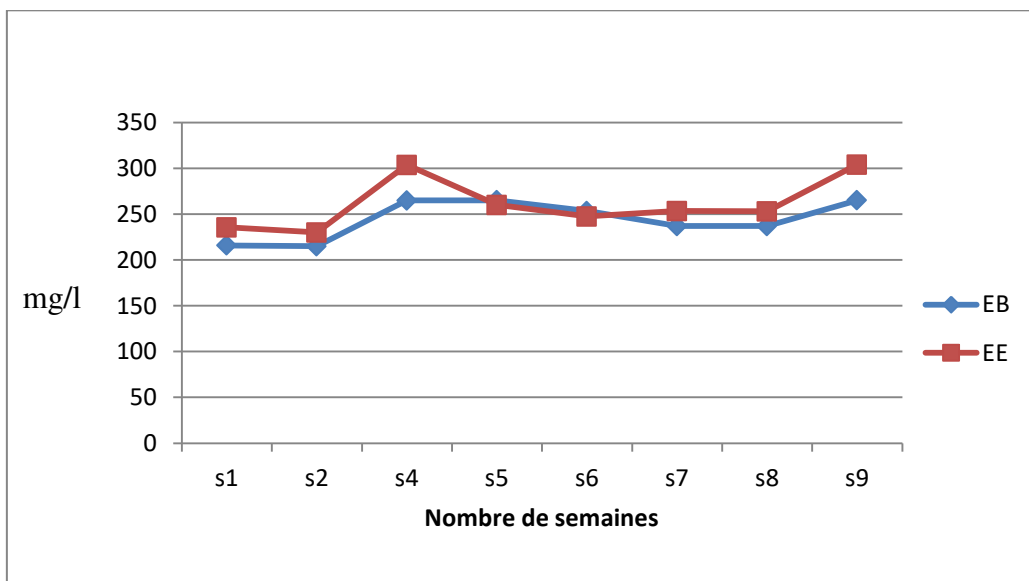


Figure IV.14: graphe représentant la concentration en chlorures des eaux à l'entrée et à la sortie de la STEP

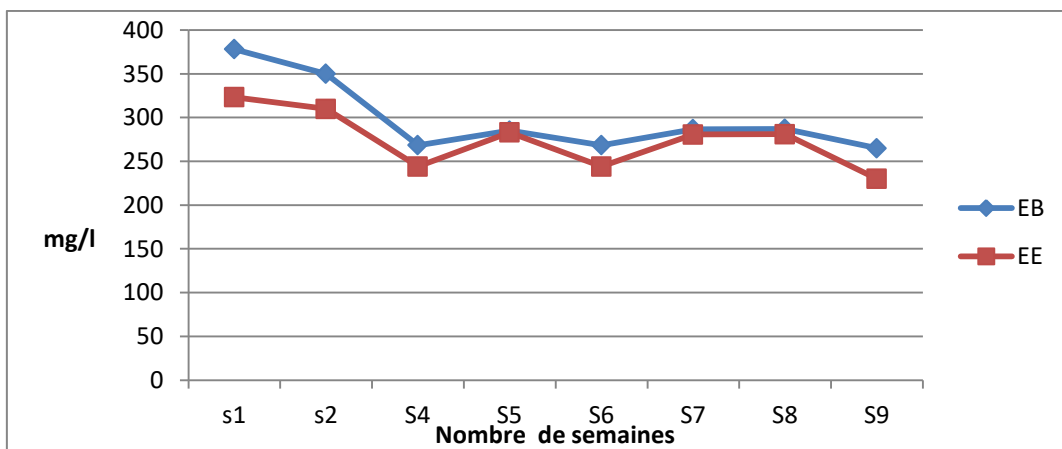


Figure IV.15: : graphe représentant la concentration en bicarbonates des eaux à l'entrée et à la sortie de la STEP

Chapitre IV : Résultat et discussion

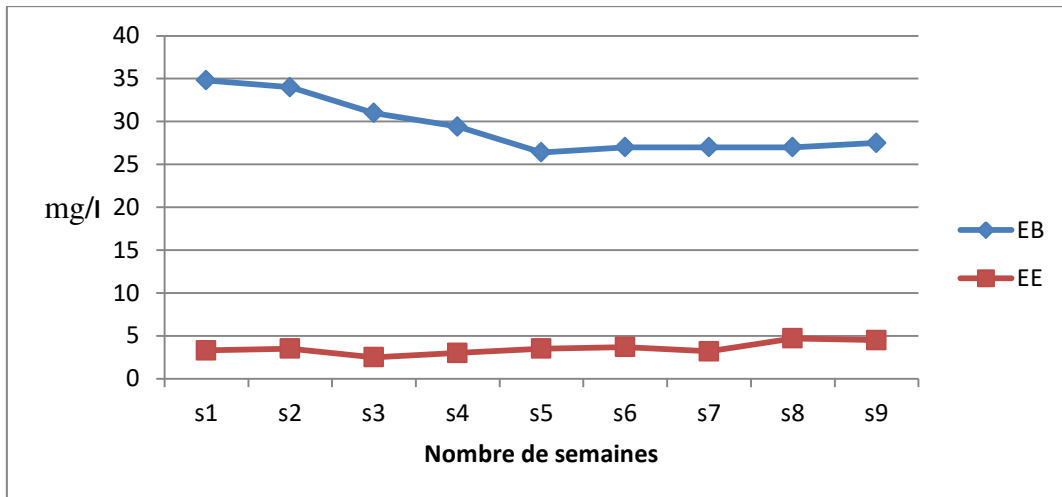


Figure IV.16: graphe représentant la concentration du phosphore total des eaux brutes et épurées

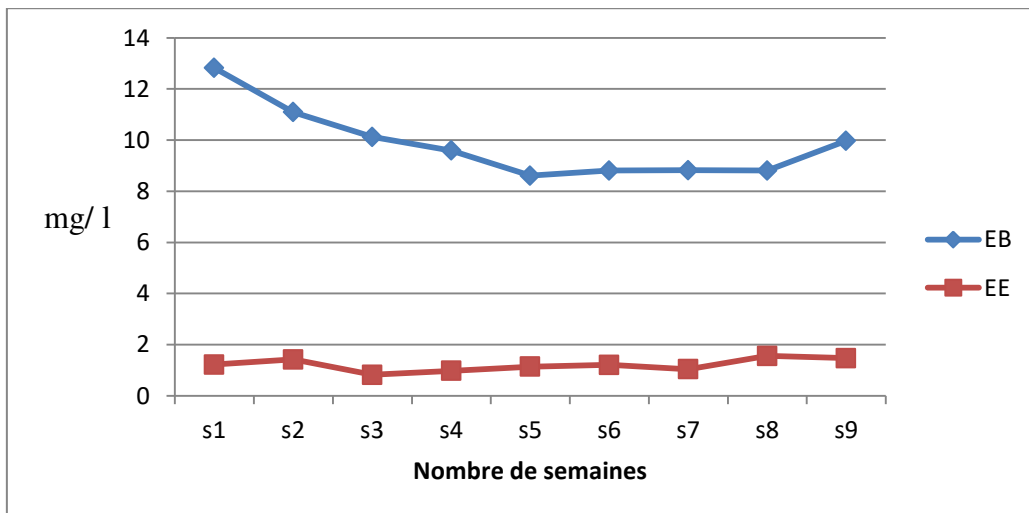


Figure IV.17 : graphe représentant la concentration en P- PO₄ des eaux brutes et épurées

IV.2 Discussion des résultats physico-chimiques

Les résultats montrent qu'après traitement secondaire de l'eau usée par boue activée dans le bassin aéré, il y a une réduction considérable de la pollution à caractère organique qui est la DCO et DBO₅ (plus que 2/3 de la pollution organique total et soluble), ce qui signifie que les microorganismes sont actifs et ont éliminé la majorité de la pollution organique.

La conductivité élevée (présence de sel) dans les eaux brutes est à l'origine de l'usine de cosmétique et des détergents installées au niveau de Salamandre, ceci se répercute aussi sur le pH d'où présence de pics dans les eaux usées avant traitement.

Selon les résultats obtenus, les eaux usées sont très chargées en MES voir (17011mg/l, 30274 mg/l, 16609 mg/l), alors qu'après le traitement la concentration en MES oscille entre 205 et 544 mg/l. Toutefois, elle reste loin de la norme (30mg/l).

Pour Les concentrations en chlorure et les bicarbonates, on remarque qu'il n'y a pas une différence significative entre celle des eaux avant traitement et celle après traitement. Alors

Chapitre IV : Résultat et discussion

que pendant les semaines 7,8 et 9, les eaux épurées renferment plus de chlorure même après traitement.

Les valeurs obtenus de phosphore, nitrite et nitrate sont élevées vu le nombre d'habitants et les matières polluantes rejetées ainsi que la présence de certaines industries qui ne font pas le prétraitement de leurs rejets.

A la sortie de la STEP, les valeurs des différents paramètres sont dans les normes grâce aux procédés de traitement efficace.

IV.3 : Résultats des analyses bactériologiques du bassin biologique

IV.3.1 la vue microscopique des micro-organismes épurateurs

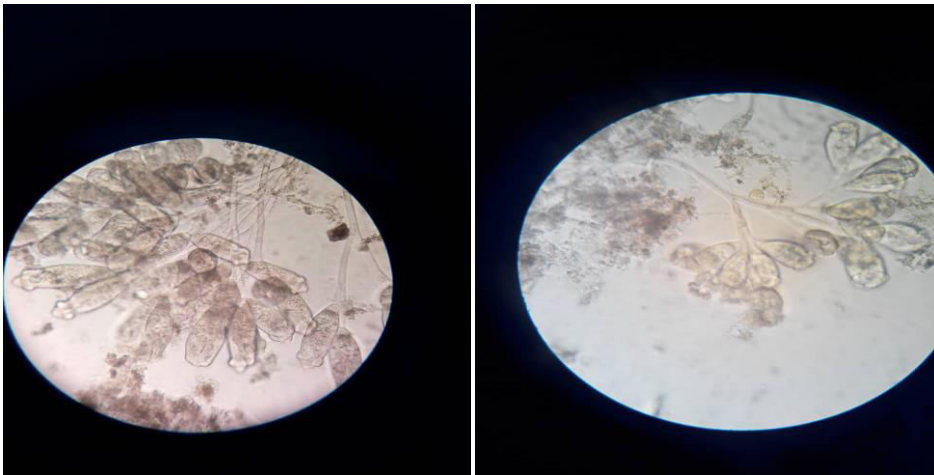
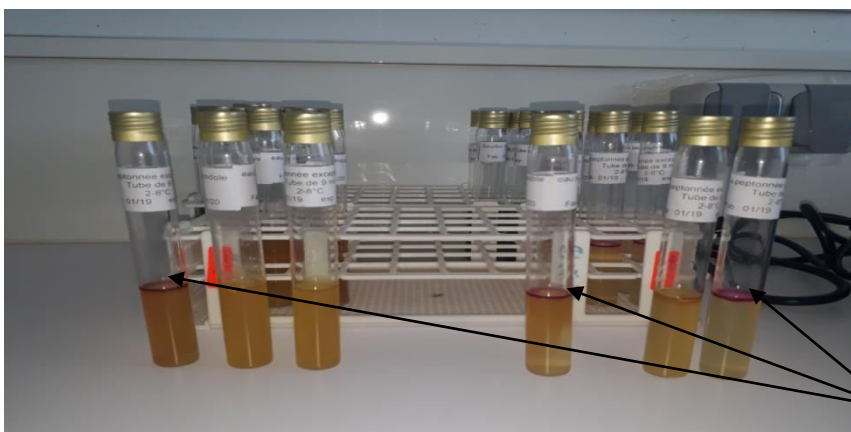


Figure IV.18 : vue microscopique (X20000)

Discussion

Les micro-organismes observés au microscope sont des micro-organismes épurateurs. Leur présence est associée à un fonctionnement correct et stable de l'installation. C'est un indicateur d'effluent traité de très bonne qualité.

IV.3.2 Résultats de recherche des bactéries indicatrices de pollution



Anneau rouge

Figure IV.19: Résultat du test du dénombrement des coliformes totaux

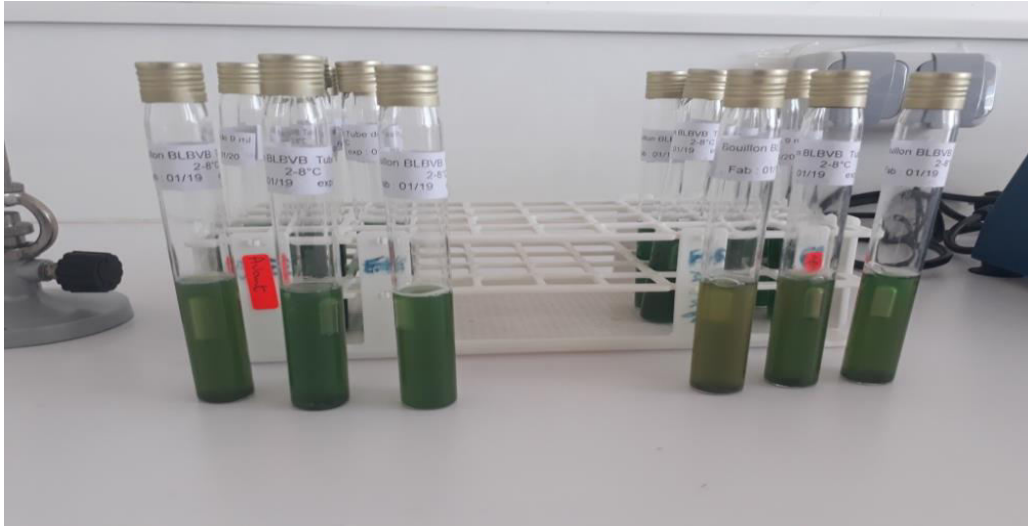


Figure IV.20: Résultat du test du dénombrement des streptocoques fécaux.

Les résultats bactériologiques obtenus après analyses réalisées sur des eaux brutes et des eaux épurées sont mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau6: Résultats des analyses bactériologiques obtenus selon le tableau de MAC CRADY

| Paramètre | Unité | Eau avant désinfection | Eau après désinfection |
|------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Coliformes totaux | Germes/100 ml | >2400 | >2400 |
| Coliformes Thermo tolérants | Germes/100 ml | 28 | 14 |
| Streptocoques totaux | Germes/100 ml | 240 | 75 |
| Streptocoque fécaux | Germes/100 ml | 28 | 20 |

IV.4 Discussion des résultats bactériologiques

Les résultats des coliformes totaux et thermo tolérants étaient positifs, les différents prélèvements à savoir avant ou après désinfection le nombre de coliformes totaux est élevé (>2400) tandis que le nombre des thermo tolérants diminue jusqu'à la moitié après désinfection.

On remarque aussi une bonne élimination des Streptocoques totaux de 240 germes/100 ml avant traitement à 75 germes / 100 ml dans les eaux désinfectées.

Les streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe D qui sont pathogène pour l'homme marquent leur présence (20 germes /100 ml) malgré la désinfection des eaux.

Les résultats obtenus n'ont pas dépassé les normes de rejet. Malgré tous, l'eau est toujours polluée et ne peut pas être utilisé ni à l'usage domestique ni à l'irrigation agricole.

Conclusion générale

Tant au point de vue de leur volume, qu'à leur composition, les caractéristiques des eaux usées sont variables. Ainsi, elles présentent une pollution diversifiée. Leurs rejets directement dans le milieu récepteur naturel avec les eaux pluviales, engendre des problèmes de pollution et provoque l'eutrophisation.

Même la réutilisation d'une eau de mauvaise qualité peut présenter des risques pour la santé et l'environnement, et provoque des problèmes d'ordre technique en colmatant les conduites et les systèmes d'irrigation.

Afin de préserver l'environnement, la STEP de Mostaganem a pris en charge le traitement de ses eaux usées.

Les résultats physico-chimiques obtenus montrent que les eaux usées brutes présentent une pollution organique, azoté importante.

Après traitement biologique de ces eaux par boues activées, les résultats obtenus permettent de conclure que les procédés de traitement utilisés au niveau de la station sont efficaces à l'exception de quelques paramètres comme les matières en suspension.

Les analyses microbiologiques confirment l'absence de germes pathogènes mais il y a présence de certains coliformes en nombres appréciables.

En perspective de ce travail, nous suggérons :

- Ces eaux nécessitent un traitement tertiaire pour l'abatement du taux des micro-organismes et pour l'élimination totale des nitrites, nitrates et du phosphore dans le but d'utiliser les eaux épurées dans l'irrigation.
- UN suivi périodique de détermination du niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées, en sortie de la station.

Bibliographie

[1] : JOHANET Benoit, JOHANET Vincent. Guide de l'eau 2004-2005. 34e édition. Paris : Les éditions Johanet, 2004, pp63-64, 296p. ISBN-10: 2900086523

[2] : RAMADE, réutilisation des eaux épurées, risques sanitaires et faisabilité 2000.

[3]: BAUMONT S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A (2004). Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

[4]: AUDIC, J-M., (2002). Guide de traitement des eaux usées urbaines, édition Lyonnaise des eaux ,428p.

[5]: [www4.ac-nancy-metz.fr/ia54_circos/ienstmax/sites/ienstmax /IMG/pdf_pdf_Les eaux usées et leur épuration.pdf](http://www4.ac-nancy-metz.fr/ia54_circos/ienstmax/sites/ienstmax /IMG/pdf_pdf_Les_eaux_usées_et_leur_épuraton.pdf).

[6]: DESJARDINS (1997)-Le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal.

[7]: DEVAUXI. (1999)-Intérêts et limites de la mise en place d'un suivi sanitaire dans le cadre de la réutilisation agricole des eaux usées traitées de l'agglomération clermontoise. Thèse Doctorat « Sciences de la Vie et de la Santé », univ. Joseph Fourier, Grenoble, p257.

[8]: MAYET, (1989).Stratégies d'échantillonnage pour analyse microbiologique sur réseaux de distribution d'eau, édition technique et documentation, Lavoisier, 112p. 1994

[9]: KECKET(2000)., « Déchets et risques pour la santé », Techniques de l'Ingénieur, Paris, 2450p.

[10]: RODIER, (2009). « (L'analyse de l'eau » 9^{ème} édition, Dunond, Paris.

[11]: KOLLER, E., (2009). Traitement des pollutions industrielles, Eau, Air, Déchets, Sols, Boues, 2^{ème} édition, Dunod, 569p.

[12]: BERNE, F., Cordonnier, J., (1991). Traitement des eaux, édition Technique, Paris, 295 p

[13]: Journal réflexion. Octobre 2016, Mostaganem,

[14]: BADAI-GONDARD, F., (2003). L'assainissement des eaux usées, édition Technicité, France, 227p

[15]: SATIN, M, SELMI, B., (2006). Guide technique de l'assainissement, 3^{ème} édition le moniteur référence technique, Paris, 726p.

[16]: Journal officiel. Norme de rejets des eaux usées <http://www.jordp.dz>

ANNEXE

Tableau 1 : Les normes internationales des paramètres physico-chimiques d'un rejet.

| Paramètre physico-chimique | Unité | Normes utilisées (OMS) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| pH | - | 6.5 - 8.5 |
| DBO ₅ | mg/l | <30 |
| DCO | mg/l | <90 |
| MES | mg/l | <30 |
| NH ₄ ⁺ | mg/l | <0.5 |
| NO ₂ | mg/l | 1 |
| NO ₃ | mg/l | <1 |
| P ₂ O ₅ | mg/l | <2 |
| Température (T) | °C | <30 |

Tableau 2 : Les normes de l'OMS concernant les paramètres bactériologiques d'un rejet.

| Paramètre bactériologique | Norme |
|-----------------------------------|--------------|
| Coliformes totaux / 100ml | 500 |
| Coliformes thermotolérants /100ml | 100 |
| Streptocoques fécaux /100ml | 100 |
| Salmonelles | Absence |
| | |