



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira-



Institute de technologie
Département de Génie de l'Eau
Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme de Licence professionnalisant en :
Génie de l'Eau

Thème :

**Efficacité de station d'épuration
de la ville SOUR EL-GHOZLANE**

Réalisé par :

M^{elle} MOUSSAOUI Souhila

Devant le jury composé de :

Mr HEMMID

Mr NOUIEL

M^{elle} AICHOUNE

Président

Examinatrice

Encadreur

Tuteur de l'entreprise :

Mme ROUBI ASMA

MS MAKHLOUF NABIL

Année Universitaire 2017/2018

remerciement remerciement

Je remercie avant tout DIEU le plus puissant de nous avoir donné le courage et la volonté pour l'élaboration de ce travail.

Le grand remerciement à mes parents de leur soutien et support et leur amour.

Je remercie notre promotrice Mme AICHOUNE MERZAKA pour tous ses conseils et encouragements durant toute cette période de stage

Je remercie :

- ❖ Tout le personnel de l'ONA de SEG surtout Mme ROUIBI ASMA et M MEKHLOUF NABIL.

- ❖ Je tiens à remercier tous les membres du jury de nous avoir fait l'honneur en acceptant de juger ce modeste travail .

- ❖ Nos enseignants de Genève de ne pas oublier tous ceux qui nous ont aidés et soutenus de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Dédicace

A mes chers et supers parent « BENHALIMA et KHAIRA » qui m'ont vraiment soutenue tout au long de mon existence, et m'encourager et qui savent garder le sourire dans les moments durs.

A mon adorable chère fiancée « HOUSSAM » qui m'a aidé tout au long de mon existence que dieu le protège.

A mes sœurs « EL_WERD. FARIDA .KHADIJA . AMEL. SABAH et AHLEM ».

A mes frères « ABD EL_KHADER .hadj .Mourad .Mohamed .Ahmed. »

A tous les enfants

A la famille « MOUSSAOUI ».

A mes chers cousins et cousines

A sœurs et amies « Ilham, HSANA » et sa famille

Ainsi que tous de la section : génie de l'eau

A tous les personnes que je connais dans ma vie, à tous qui m'aiment et que j'aime

SOUHILA

Liste des tableaux

chapitre II

Tableau II-1 : La pluviométrie moyenne mensuelle.....	12.
TableauII-2 Répartition mensuelle de la température.....	13
Tableau II-3 : Evaluation des apports liquides sur Oued Lekhel et ses affluents	14
Tableau II-4 : Descriptif du procédé utilisé.....	15
Tableau II-5 : Qualité et quantité des eaux usées à l'entrée de la station.....	16
Tableau II-6 :Les appareils destinés pour les analyses chimiques.....	18
Tableau II-7 : Les appareils destinés pour les analyses physiques.....	19

Chapitre VI

Tableau IV-1 : Paramètres et fréquences d'analyses de l'eau.....	32
Tableau IV.2 : Normes de rejets.....	34
TableauIV-3 : Les résultats de la turbidité de l'eau épurée	36
Tableau IV-4 : les résultats de température de de l'eau épurée	38
TableauIV-5 : Les résultats de pH de de l'eau épurée,.....	39
TableauIV-6 : Les résultats de conductivité de de l'eau épurée	40
Tableau IV-7 : Les résultats de DBO5 de l'eau épurée.....	41
TableauIV-8: Les résultats de DCO de l'eau épurée.....	42
Tableau IV-9 : les résultats de MES de l'eau épurée.....	43
Tableau IV-9 : les résultats de NO2- de l'eau épurée.....	44
Tableau IV-10: Fréquence d'analyse.....	45
Tableau IV-11 : les résultats des analyses des bous.....	47

liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Schématisation de la pollution agricole.....	3
FigureI-2 : Les bactéries.....	3
Figure I-3 : Les virus.....	3

Chapitre II

Figure II-1 : La situation géographique de la zone d'étude.....	11
Figure II-2 : La situation géographique de la STEP de SEG.....	12
Figure II-3 : moyennes mensuelles.....	13
Figure II-6 : Les eaux de la surface (Oued lakhal) et les eaux souterraine.....	14
Figure II.7 : Le poste de relèvement de la station d'épuration.....	17

chapitre III

Figure III-1: dégrilleur grossier	22
Figure III-2: poste de relevage.....	22
Figure III-3: dégrilleur manuelle et automatique.....	23
Figure III-4 : bassin de déshuilage/dessablage	24
Figure III-5 : bassin d'aération.....	25
Figure III-6 : Le clarificateur.....	27
Figure III-7: skaimer.....	28
Figure III-8: Le bassin de chloration.....	29
Figure III-9 : La sortie de l'eau de la STEP.....	29
Figure III-10 : Chaîne ou filière de traitement des eaux usées dans la STEP de SEG	30
chapitre IV	
Figure IV-1 : échantillon,,.....	31
Figure IV-2: La courbe de résultats de turbidité	36
Figure IV-3: La courbe de résultats de température.....	37
Figure IV-4: courbe de résultats de pH.....	38
FigureIV-5 : La courbe de résultats de conductivité.....	39
Figure IV-6: La courbe de résultats de DBO5.....	41
Figure IV-7: La courbe de résultats de DCO.....	42
Figure IV.8 :La courbe de résultats de MES.....	43
Figure IV-9 courbe de résultats de NO2-.....	44

Liste des abréviations

- **C°** : degré Celsius.
- **CE** : conductivité électrique.
- **CEE** : communauté économique européenne.
- **Cm** : centimètre.
- **COT**: carbone organique total.
- **DBO₅**:demande biologique en oxygène.
- **DCO** : demande chimique en oxygène.
- **dm³** : décimètre cube.
- **EH** : équivalent habitant.
- **EPIC** : établissement public à caractère industriel et commercial.
- **K**: coefficient.
- **Kg**: kilogramme.
- **Km** : kilomètre.
- **L/s** : litre par seconde
- **MES** : matière en suspension.
- **Mg/L** : milligramme par litre.
- **M³ / j** : mètre cube par jour.
- **MMS** : matière minérale en suspension.
- **MVS** : matière volatile en suspension.
- **NA** : norme algérienne.
- **NB** : notez bien.
- **NTU** : nephlo turbidité unité.
- **Nm** : nanomètre
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **ONA** : office nationale de l'assainissement.
- **pH** : potentiel hydrogène.
- **SEG** : Sour el Ghozlane.
- **STEP** : station d'épuration de traitement de l'eau usée.
- **T°** : température
- **µ/sm** : microsiémence
- **DRE** :direction de ressource en eau

تلخيص

الغرض من معالجة المياه المستعملة هو القضاء على هذه الملوثات او تحديدها بيولوجيا من خلال هذه الدراسة ناقشنا مياه الصرف الصحي لمدينة صور الغزلان وهي تمثل نسبة كبيرة من النفايات السائلة وفي ضوء النتائج التي تم الحصول عليها من اعدادات التلوث في نهاية محطة المعالجة نوعية المياه ذات جودة عالية

Résumé

L'épuration des eaux usées a pour but d'éliminer ces polluants ou de les identifier biologiquement par le biais de cette étude, nous avons discuté des eaux usées de la ville de Sour El Ghozlane , qui représentent un pourcentage élevé de déchets liquides et à la lumière des résultats obtenus avec des paramètres de pollution .À la fin de la station d'épuration , la qualité de l'eau est de haute qualité

Abstract

The purpose of wastewater treatment is to eliminate these pollutants or to identify them biologically through this study , we discussed the wastewater of the city Sour El Ghozlane , which represents a large percentage of liquid waste and in light of the results obtained from pollution , as at the end of the treatment plant the water quality is high quality.

Sommaire

Introduction générale.....	1
chapitre I:source et caractéristiques des eaux usées	
Introduction.....	2
I-1-Définition des eaux usée	2
I-2- Source des eaux usées ,.....	2
I-2.1. Les eaux usées domestiques	2
I-2.2. Les eaux usées industrielles	2
I-2.3. Les eaux agricoles.....	3
I-2.4. Les eaux pluviales.....	4
I-3 Origine des polluants de l'eau ,.....	4
I-4. Caractéristiques des eaux usées ,.....	4
I-4.1. Les paramètres physico-chimiques	5
Conclusion.....	10
Chapitre II : Représentation de la station d'épuration de la ville SEG	
II-1 Représentation de la station d'épuration de SEG	11
II-1.1La Pluviométrie de la région de situation de la STEP	12
II-1.2La température (°C).....	12
II-1.3.Le vent	13
II-1.4.La Situation hydrologique.....	13
II-2.Le but de station	14
II-3.Descriptif du procédé utilisé,,.....	14
II-4.Description de la chaine de traitement,.....	15
II-5.Données de base,.....	16
II -6.Différents équipements mécaniques de la STEP.....	17
II-6.1.Un poste de relèvement.....	17
II-6.2. Prétraitement.....	17
II-6.3.Traitement secondaire.....	17
II-6.4.Traitement tertiaire.....	17
II-9 .Laboratoire	17
II -9.1.Moyens et Matériels	17
Conclusion.....	20
Chapitre III. Les procédés de traitements par boue activée	
III- Procèdes de traitements,,.....	21
III-1- Station de relèvement	21
III-2-Prétraitement	22
III-2-1-Le dégrillage	22
III-2-2-Dessablage /désuilage.....	23
III-3-Traitement biologique ,,.....	24
III-3-1 Bassin d'aération.....	24
III-3-2-Clarificateur.....	26
III-4-Désinfection ,.....	27
III-5-Les lits de séchages	28
III-7-Sortie de la station ,.....	29

Conclusion.....	30
Chapitre IV : Description de laboratoire de STEP	
Introduction,.....	.31
IV -1.1Prélèvement et échantillonnages.....	31
IV-1.2.Paramètres et fréquences d’analyses.....	31
IV-1.3. Normes de rejets.....	34
IV-1.4.Les analyses physico chimiques.....	34
IV-2.Caractérisation de la boue durant le traitement	45
IV-2.1.Prélèvement et échantillonnage,.....	45
IV.2.2.Paramètres et fréquences d’analyse.....	45
IV-2.3.Méthode d’analyses des bous	46
Conclusion	,47
Conclusion générale	48

Introduction générale

Autant qu'une étudiante en troisième année Génie de l'Eau de l'Institut des Sciences Techniques Appliquées (ISTA-Bouira), où je fais partie de la deuxième promotion, j'ai arrivé à mon dernier stade dans cet institut, et c'est arrivée le temps d'entamer un projet de fin d'étude afin de mettre en application la formation théorique obtenue pendant les cinq semestres à travers un stage pratique

J'ai débuté mon stage dans la station de d'épuration de SOUR EL GHOZLANE wilaya de Bouira .

Ma mission est encadrée par une tuteure au sein de l'entreprise qui m'a proposé le sujet traité conception de la station d'épuration de SEG

Ce dernier stage, avant l'obtention du diplôme de licence professionnelle, ma permet de vivre pendant trois mois la vie d'un jeune ingénieur avec ses moments de réflexion de réussite et de doute.

L'accroissement de sa consommation par les individus et des problèmes de pollution, celle-ci est engendrée principalement par le rejet des eaux usées d'une manière anarchique et sans traitement, ceux qui contribuent considérablement à la contamination de la nappe phréatique et à l'accroissement de sa remontée, on doit obligatoirement pensé à une épuration de ces eaux. C'est pour cela que, depuis l'antiquité, les hommes ont mis en place, dans les villes des systèmes d'assainissement .

Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge du polluant, ces eaux sont dirigées vers des stations d'épuration dont le rôle est de concentrer la pollution sous la forme d'un petite volume de résidu, les boues et de rejeter d'une eau épurer répondent a des normes bien précises.

Le but de ce mémoire consiste à étudier les conditions optimales pour efficacité d'une station d'épuration des eaux usées. Ce mémoire comporte 4 chapitres :

- Chapitre I : Source et généralité des eaux usée.
- Chapitre II : Représentation de la station d'épuration de SEG.
- Chapitre III : les procédés de traitement par boue activé.
- Chapitre VI : description des analyses de laboratoire .

Introduction

Les eaux usées issues des industries et des collectivités ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car sans traitement elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Par conséquent, elles devraient être dirigées vers les stations d'épuration qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un résidu, et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises, et cela grâce à des procédés physico-chimiques et biologiques en Algérie.

I.1. Définition des eaux usées :

L'eau usée est une eau dont les caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques sont dégradées suite à son utilisation dans différents domaines (domestique, agricole, industriel,). Pour cette raison, ces eaux devront être traitées avant d'être restituées au milieu naturel et éviter ainsi de causer d'autre pollution, notamment des sols.

I.2. Source des eaux usées :

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilettes chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires. [1]

I.2.2. 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 sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle, elles peuvent également contenir :

- ✓ Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage).
- ✓ Des hydrocarbures (raffineries).
- ✓ Des métaux (traitements de surface, métallurgie).
- ✓ Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries).

- ✓ De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).
- ✓ Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations. [3]

I.2.3. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle 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.[2]

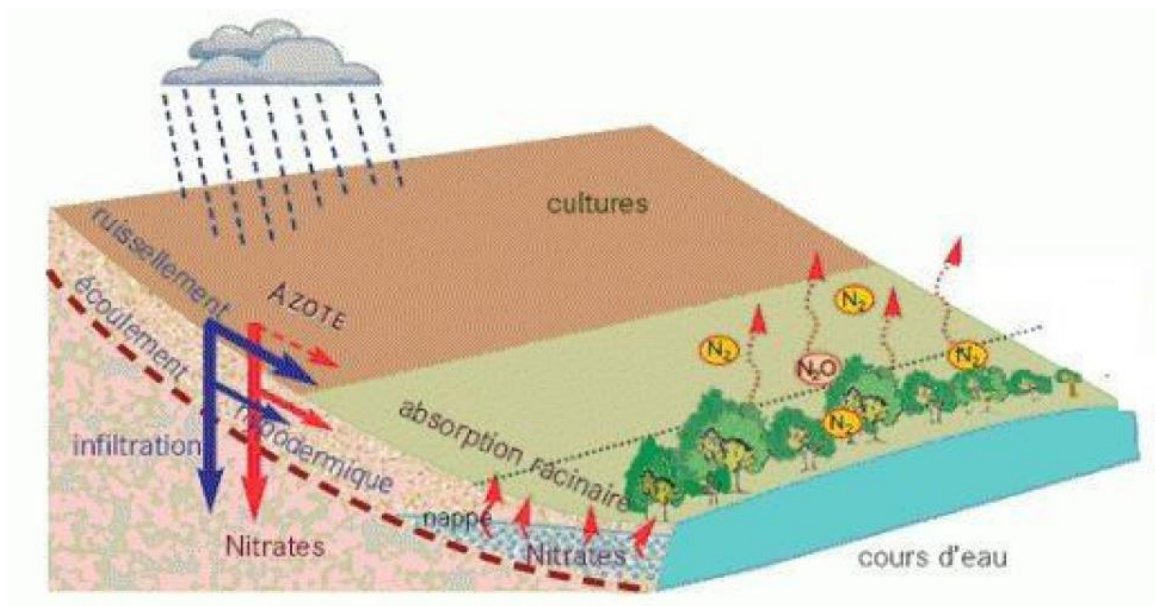


Figure I.1 : Schématisation de la pollution agricole

I.2.4. Les eaux pluviales

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulés polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration,

sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique.

I.3 Origine des polluants de l'eau

L'eau fait partie de patrimoine mondiale, elle est indispensable à toutes vies animales ou végétales. C'est aussi une matière première important pour l'agriculture et l'industrie. Elle est restituée au milieu extérieur après tout usage, plus ou moins polluée. Ces pollutions la rendent impropre pour un autre usage et constituent un danger pour la santé, hygiène et l'environnement ...

Elle se manifeste par une présence dans l'eau (océans, mers, lacs, fleuves, nappes phréatiques, etc.) d'éléments toxiques qui engendrent la destruction de la faune et de la flore. Elle peut rendre l'eau impropre à la consommation ou à la baignade. Exemples : effluents ou accidents :

- industriels,
- urbains (eaux-usées),
- agricoles : produits phytosanitaires, élevage intensif, engrais (nitrates, pesticides),
- hydrocarbures (marées noires, déballastages sauvages en pleine mer)

Il existe différents types de pollution et de polluants de l'eau. Voir annexe (Tableau I.1).

I.4. Caractéristiques des eaux usées

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes :

I.4.1. Les paramètres physico-chimiques

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels.

A. La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important

dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C

Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution bio disponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9.

B. La couleur

La coloration des eaux urbaines résiduaires détermine qualitativement leur âge. Elle varie généralement du beige clair au noir. Si l'eau est récente, elle présente habituellement une coloration beige claire ; elle s'obscurcit avec le temps et devient de couleur belge grise ou noire, en raison de l'implantation de conditions d'anaérobiose, par décomposition bactérienne de la matière organique. ..).

C. L'odeur

Elle est principalement due à la présence de certaines substances produites par la décomposition anaérobie de la matière organique : sulfure d'hydrogène, indole, scatoles, mercaptans et autres substances volatiles. Si les eaux résiduaires sont récentes, elles ne présentent pas d'odeurs désagréables ni intenses. Avec le temps, l'odeur augmente en raison du dégagement de gaz tels que le sulfure d'hydrogène ou des composés ammoniacaux provoqués par la décomposition anaérobie.

E. La turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau. [4]

F. Les matières en suspension (MES)

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, matières volatiles en suspension. (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

✓ Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique de MES et sont obtenues par calcination de ces, MES à 525°C-25°C. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau.

✓ Les matières minérales (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc.

L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent au ré aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène. [5], [6], [7]

G. La conductivité électrique (CE)

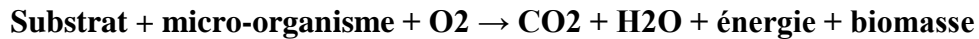
La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (REJSEK, 2002). Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm/cm}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire. Voir annexe (Tableau I.2).

H. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO₅ comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques

grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO₅. Elle se résume à la réaction chimique suivante :

[8] [9]



K. La demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. C'est un paramètre très utilisé dans le contrôle de la pollution organique provenant des effluents industriels et urbains ainsi que des rejets des fabriques de pâtes et papiers. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (Suschka. J et Ferreira. E, 1986). Généralement la valeur de la DCO est :

- DCO = 1.5 à 2 fois DBO₅ Pour les eaux usées urbaines ;
- DCO = 1 à 10 fois DBO₅ Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;
- DCO > 2.5 fois DBO₅ Pour les eaux usées industrielles.

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$\text{MO} = (2 \text{ DBO}_5 + \text{DCO})/3$$

L. La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K = \text{DCO} / \text{DBO}_5$:

- Si $k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matière fortement biodégradable.

- Si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si $K > 3$ les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter.

M. Azote et phosphore

Le phosphore total est l'ensemble du phosphore présent dans un échantillon sous forme de phosphates ou de composé organophosphorés. La présence du phosphore dans les effluents industriels provient surtout des détergents, des engrais et de la décomposition de la matière organique.

Par la méthode de Kjeldahl, l'azote ammoniacal et l'azote organique sont dosés simultanément. Ces deux formes d'azote sont présentes dans les détritiques organiques soumis aux processus biologique naturels. La présence d'azote organique dans les effluents industriels provient des abattoirs, de certaine usine chimique utilisant de l'azote organique dérivé des protéines animales et de la décomposition de la matière organique. [11], [12]

I.4.2 Caractéristiques biologiques

Divers micro-organismes pathogènes provenant essentiellement des matières fécales peuvent être rencontrés dans les eaux usées brutes. Ils sont à l'origine de la pollution quaternaire des eaux. Parmi eux, nous pouvons citer les bactéries, les virus, les champignons, les protozoaires et les helminthes.

A. 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

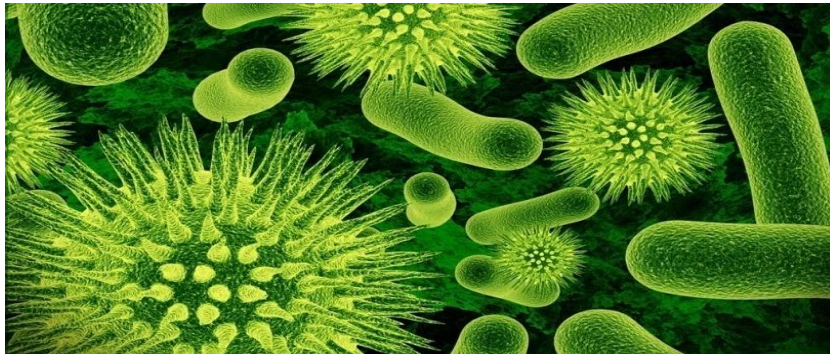


Figure.I.2 :Les bactéries

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 clostridiums.

Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonella dont on connaît plusieurs centaines de stéréotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes des 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. [13], [14], [15]

B. *Les virus*

Les virus sont des parasites intracellulaires obligés qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre.

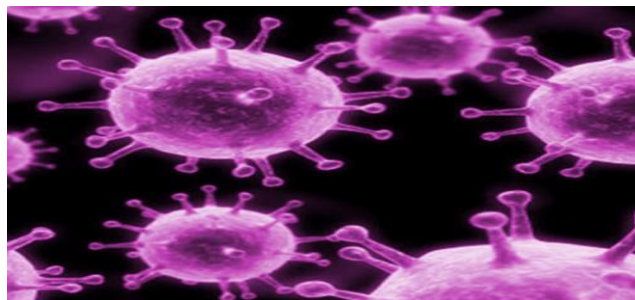


Figure I.3 : Les virus

C. Champignons

Généralement, les espèces isolées à partir des eaux usées sont très variables et certaines seulement sont pathogènes telles que : *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*, *Cryptococcus neoformans*, *Epidermophyton* sp, *Trichophyton* sp etc.

Conclusion

D'après le présent chapitre, on a bien identifié les sources de la pollution des eaux usées et ainsi les différents paramètres physique-chimiques des eaux usées intervenant dans le processus de l'épuration des eaux.

II.1. présentation de la station d'épuration de SEG

La station d'épuration de Sour El GHOZLANE se situe à la sortie Nord-Est de la ville .La figure ci -au-dessus montre la situation de la ville de SEG ; elle est située au Sud-est d'Alger sur la route de Boussaâda à 150Km de chacune de ces deux villes et à 30 Km de Bouira, son chef-lieu de Wilaya.

L'agglomération de SOUR EL GHOZLANE est limitée :

- ✓ Au Nord par les communes de RAOURAOUA et AIN-BESSEM ;
- ✓ Au Sud par les communes de MAAMOURA et DIRAH ;
- ✓ A l'Est par la commune d'El HACHIMIA et El HAKIMIA ;
- ✓ A l'Ouest par la commune de DECHMIA.

La station d'Épuration a une capacité d'épuration de 75000 Equivalents Habitants (EH), un volume journalier de 11367m³/jour. Années de mise en service 2009.[17]



Figure II.1 : La situation géographique de la zone d'étude



Figure II.2 : Prise de vue la situation géographique de la STEP de SEG

II.1.1 La Pluviométrie de la région de la STEP

Les précipitations sont abondantes et s’étalent en moyenne sur deux saisons avec une répartition irrégulière. Cette région reçoit une moyenne annuelle d’environ 450mm.

Tableau II.1 : La pluviométrie moyenne mensuelle

Mois	Jan	fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Précipitations (mm)	57	53	41,8	47,8	50,2	5,9	4,2	12,7	39,4	43	49	66,3

Station météorologique d’Ain- BESSEM (année 2019)

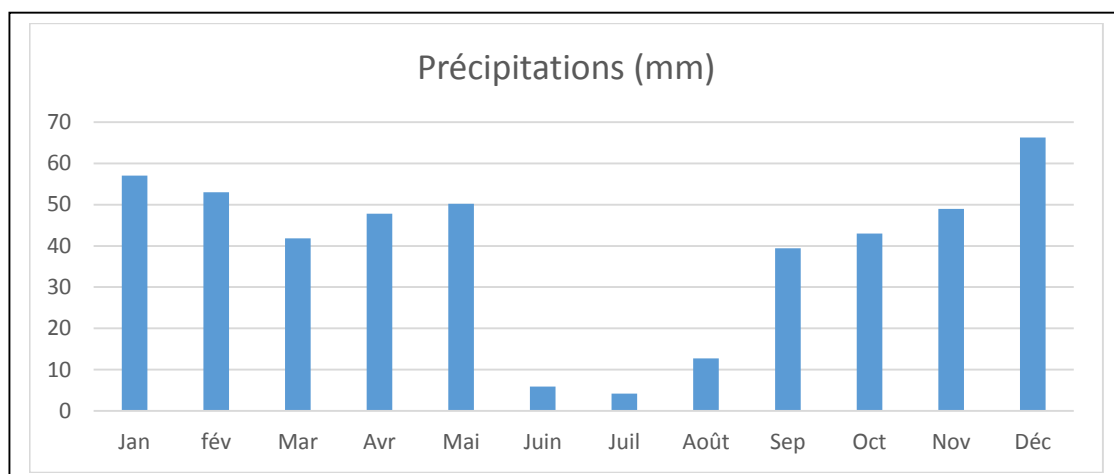


Figure II.3 : La pluviométrie moyenne mensuelle

II.1.2 La température (°C)

La région de SOUR EL GHOZLANE a une température moyenne de 17 ° C

Tableau II. 2 : Répartition mensuelle de la température

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T(c°)	7.84	8.52	10.41	14.1	19.5	24.9	28.1	27.42	22.7	19.37	12.45	8.85

Source : Station météorologique d’Ain- BESSEM(année 2019)

II.1.3. Le vent

La direction des vents prédominants sont du nord-est et Sud- Ouest.

II.1.4. La Situation hydrologique

La Commune de SOUR EL GHOZLANE est parcourue par une multitude d’oueds dont les principaux sont : l’oued de MEDJERA et l’oued de SAFSAF.

- Le premier oued : MEDJERA qui est un affluent de l’oued LEKHAL.

• Le second oued : SAFSAF qui draine une couverture alluvionnaire, longeant la route de Bordj-Bou-Argeridj. Les oueds restent tributaires de la pluviométrie .Le ruissellement diffus quant à lui alimente des sources de résurgence

Tableau II.3 : Evaluation des apports liquides sur Oued Lekhel et ses affluents

Sous bassin versants	01	02	03	04
Apport liquide (hm ³)	3	0.8	0.9	2

Source : DRE Bouira (2019)

II.5.Le but de station

L'objectif principale de la station d'Épuration est de protéger les eaux contre la pollution ; les eaux superficielles (Oued Lakhal) et les eaux souterraines (Les nappes phréatiques) ; et pour donner un aspect écologique acceptable de la ville.

II.3.Descriptif du procédé utilisé

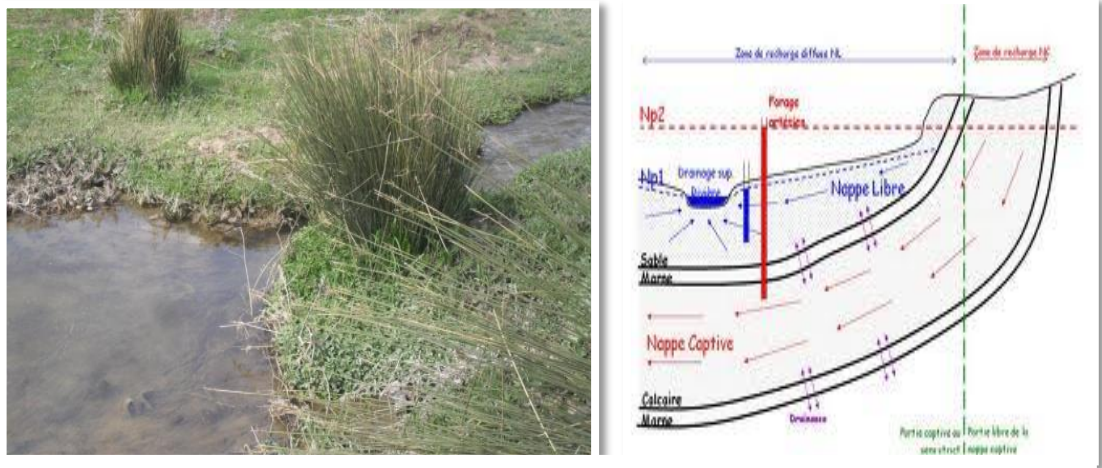


Figure II.4 : Les eaux de la surface (Oued lakhal) et les eaux souterraines (les nappes phréatiques)

Le procédé suivie par notre station d'Épuration est : la boue activée a faible charge .Dont ses caractéristiques sont données dans le tableau suivant :[17]

Tableau II.4 : Descriptif du procédé utilisé

Procédés à boue activée	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge
Cm KgDBO5/Kg MVS .j) réduite)	1 à 5	0.2 à 0.5	0.02 à 0.1
Temps de passage(h)	1 à 2	3 à 6	10 à 20
Cv Kg DBO5/Kg m ³ .j)	1 à 6	0.6 à 1.6	0.125 à 0.6
X dans le bassin g /L	1.5 à 3	3 à 5	5 à 8
Production de boue Kg boue /Kg DBO5 réduite)	0.4 à0.7	0.3 à 0.5	0.1 à 0.2
Taux de recyclage de boue %	60à 80	80 à95	>95
Consommation d’O2 (Kg O2 /Kg DBO5 réduite)	0.4 à0.8	0.8 à 1.2	1.3 à 2
Rendement de pollution %	50 à 70	80 à 95	>90
II.4. Description de la chaîne de traitement Nitrification nulle.		Commencé	Très avancé a totale

La présente station est composée par une chaîne successive dont ses éléments sont : [17]

- Poste de relvage
- Un ouvrage de prétraitement
- Deux ouvrages biologiques
- Un ouvrage de clarification
- Deux digesteurs
- Des lits de séchages

II.5. Données de base

On donne les caractéristiques des eaux usées à l’entrée de la station :

Tableau II.5 : Qualité et quantité des eaux usées à l’entrée de la station

Désignation	Unité	Horizon :2015 (phase I : contrat)	Horizon : 2030 (phase II)
Équivalents Habitants	E.H	75 000	130 000
Charges de pollution			
DBO ₅	kg/j	4 050	7 020,54
MES	kg/j	5 250	9 100
N	kg/j	750	1 300
P	kg/j	187,5	325
Volumes et débits			
Débit moyen journalier	m ³ /j	11 367	20 348
	m ³ /h	474	848
Débit de pointe horaire	m ³ /h	811	1408
Concentration			
DBO ₅	mg/l	356	345
MES	mg/l	461,5	447,21
N	mg/l	66	64
P	mg/l	16,48	15,97

☐ Les eaux traitées seront conformées aux valeurs suivantes :

- DCO =100 mg/l sur 24heures ; DCO=90 mg/l sur 2 heure.
- MES = 20mg/l sur 24 heures.
- Teneur en matières sédiment ables = 0.5 cc/l sur 24 heures.
- N- NH₄ = (1-3) mg/l sur 24 heures.
- DBO₅=10 mg/l sur 24heures ; DBO₅=30mg/l sur 2heures.
- N-NO₃= (4-6) mg/l sur 24 heures.[17]

II .6.Différents équipements mécaniques de la STEP

II.6.1.Un poste de relèvement :

Le poste de relèvement est destiné pour relever un débit dimensionnel de 504 m³/h vers la station , il est équipée de 3 pompes immergées dont deux pompes en service et une pompe en secours avec un débit de fonctionnement de 70 l/s et un HMT de 16 mec(mètre colonne d’eau) un panier dégrilleur qu’ empêche l’entrée de gros solide à la station .[17]



Figure II.5 : Le poste de relèvement de la station d'épuration

II.6.2.Prétraitement :

- Degrilleur mécanique + électrique
- 1 Vis transporteur-compacteur
- 1 Pont racleur Dessabler / déshuileur
- 1 Suppresseur d'air / Lift (embarqué)
- 1 Suppresseur d'air prétraitement
- 1 Calibreur à sable

II.8.3.Traitement secondaire :

- 2 Suppresseurs d'air traitement BIO
- 1 Suppresseur d'air traitement BIO
- 2 Compresseurs d'air

II.8.4.Traitement tertiaire :





- 1 Unité de chloration
- 4 GEP d'extraction des boues

II.9 .Laboratoire

II .9.1.Moyens et Matériels

Le laboratoire est doté des équipements nécessaires par effectuer les analyses des eaux et boues (PH- mètre, microscope, spectrophotomètre, DBO- mètre, ...); afin d’assurer la détermination des paramètres de pollution. Les méthodes utilisées au laboratoire sont des méthodes non normalisées (commerciales) . Les résultats obtenues sont mentionnés sur une fiche d’analyse, le laborantin compare les valeurs avec les normes fixée (les normes de rejets appliquées en Algérie sont définie par l’OMS) . Si les résultats ne sont pas remplis le laborantin doit prévenir immédiatement le chef de station et prendre des mesures correctives afin d’y remédier. [17]

Tableau II.6 : Les appareils destinés pour les analyses chimiques

Les paramètres à mesurer	Objectifs	Les appareils utilisés
PH+T	Déterminer l’acidité, neutralité, ou la basicité de l’eau brute et de l’eau épurée et la température	<p style="text-align: center;">PH- METRE</p> 
MESmatières en suspension	Déterminer la teneur en matière en suspension d’une eau brute ou une eau traité	<p style="text-align: center;">Spectrophotomètre</p> 
Conductivité	La conductivité électrique d’une eau est la conductance d’une colonne d’eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm ² de surface et séparées l’une de l’autre de 1cm. Elle est l’inverse de la résistivité électrique	<p style="text-align: center;">Conductivi -mètre</p> 
Turbidité	Elle représente la teneur en matière en suspension finement divisée dans l’eau, elle est déterminée par un turbidimètre	<p style="text-align: center;">Spectrophotomètre</p> 
Indice de boue		




	<p>Apprécier l'aptitude de la boue a la décantation. le volume occupé par un gramme de boue après 30 min de de Décantation statique dans les cônes d'1 litre transparent gradués</p>	<p>. Il est défini par la formule suivante :</p> $IB = \frac{VD30}{MES}$
<p>MSde la siccité des boues MS : $MS(\%) = \frac{Ps - Pv}{Pr - Pv} \times 100$</p>	<p>Déterminer le taux de la matière sèches des boues déshydratées et des boues épaissies ce facteur nous renseigne sur la bonne marche du traitement des boues.</p>	<p style="text-align: center;">ETUVE a 105°C</p> 

Tableau II.7 : Les appareils destinés pour les analyses physiques

Les paramètres à mesurer	Objectifs	Les appareils utilisés
la demande chimique en oxygène DCO	La mesure de la demande chimique en oxygène des eaux brutes de l'eau épurée nous renseignant sur la bonne marche des bassins biologiques et nous permettent d'estimer la DBO (demande biologique en oxygène).	<p style="text-align: center;">Spectrophotomètre</p> 
la demande biochimique en oxygène 5 jours DBO ₅ :	Déterminer l'oxydation biologique de l'eau brute nous permettant d'estimer la production de boue dans le bassin d'aération et la qualité de l'eau traitée.	<p style="text-align: center;">Incubateur DBO à une température de 20°C.</p> 
Les nitrates NO ₃ ⁻	Cette analyse nous renseignant sur l'oxygénation des bassins et de ce fait du réglage des paramètres de marche des actirotors.	<p style="text-align: center;">Spectrophotomètre</p>

Détermination des Ortho phosphates PO_4^{3-}	Détermination de la teneur en phosphate d’une eau brute ou traitée	Spectrophotomètre.
Les nitrites NO_2^-	Cette analyse nous permet de déterminer la teneur en nitrite NO_2^- .	Spectrophotomètre.
L’azote ammoniacal N NH_3	Détermination de l’azote totale nous renseignant sur la pollution entrante et la pollution sortante de la station.	Spectrophotomètre.

III-1- Station de relèvement :

Un poste de relevage est installé chaque fois que le niveau d'évacuation des eaux usées est situé contrebas du niveau de la station d'épuration.

- **Principe de fonctionnement :**

Le principe de fonctionnement sert que les eaux usées arrivent dans une cuve en béton équipée par des pompes électrique immergées.

Un panier de protection retient les gros déchets pour protéger les pompes.

Plusieurs flotteurs vont régulariser le niveau d'eau dans la cuve, la remontée les flotteurs met en route les pompes, c'est derniers sont muni des ventilateurs afin d'éviter le réchauffement, et sont accès est facilité afin d'entretenir les éléments électromécaniques sans difficulté :

- Une échelle permet de descendre dans la cuve.
- L'alimentation électrique se trouve à l'extérieur de l'installation.
- Un tampon de fermeture assure la sécurité du dispositif.

Les eaux usées vont alors être aspirées et transférées par des tuyaux verticaux.



Figure III.1: dégrilleur grossier

Figure III.2:poste de relevage

III-2procèdes de traitements [18]

III-2-1.Prétraitement :

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval.

Ils ont pour but d'éliminer solides ou particules les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : déchets volumineux (dégrillage), sables (dessablage) et corps gras (dégraissage-déshuilage).

- **Le dégrillage :**

C'est le premier dispositif que l'on rencontre dans la STEP. Il est destiné à retenir les matières volumineuses qui pourraient perturber la suite du traitement .Il comprend deux types de dégrillage :

- ✓ Une dégrilleur à nettoyage manuelle et un dégrilleur automatique, ce dernier est beaucoup plus utilisé mais dans les cas de panne ou arrêt de travail, on utilise la dégrilleur manuelle.

Le dégrillage consiste à faire passer les eaux usées à travers d'une grille dont les barreaux retiennent les éléments les plus grossiers , après nettoyages des grilles par des moyens mécaniques , manuels ou automatiques ,les déchet sont évacués avec les ordures ménagers.



Figure III.3:dégrilleur manuelle et automatique.

- **Dessablage /désuilage :**

Le désuilage /dessablage sont dans le même bassin, c'est un bassin avec des parois rectangulaires et une base de forme triangulaire pour permettre la décantation du sable afin d'obtenir une accumulation.

Ce bassin est équipé par :

- Deux canaux rectangulaires parallèles.
- Distribution d'air latérale par diffuseurs ; l'air est fourni par les supprimeurs
- Pont métallique roulant sur la longueur de l'ouvrage équipé de deux airs-lifts pour l'extraction du sable et deux racleurs de nettoyage des graisses.
- Vis de relevage et de nettoyage du sable et d'un puits à graisse.

Dans les parois de notre bassin, il y'a une installation de pompage d'air pour bien agiter les eaux du bassin.

➤ **Principe de fonctionnement :**

Le dessablage et le désuilage consistent à faire l'eau dans des bassins où la réduction de vitesse d'écoulement permet le dépôt des sables et flottent des graisses.

L'injection des microbulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses. Les sables sont récupérés par pompage alors que les graisses sont raclées en surface.

On enlève ainsi de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200microns ainsi que 80 à 90 % des graisses et matières flottantes (soit 30 à 40% des graisses totales).



Figure III.3 : Bassin de désuilage/dessablage

✓ **Classificateur à sable :**

Après que les sables sont récupérés par pompage, ils sont destinés vers le classificateur qui permet de séparer les solides contenues dans les eaux résiduaires.

Le séparateur à spirale repose sur le principe qu'un courant d'eau est laissé au repos pendant un moment relativement court, pendant ce temps, les produits sédimentaires décantent rapidement et tombent au fond du séparateur à spirale. Ces solides peuvent être des particules de sable, des gravillons et éventuellement de la boue.

Le fond du réservoir est muni d'une spirale inclinée qui transporte continuellement les sédiments hors de l'eau, les particules sédimentaires mesurant de 150 à 200 μm sont séparées simplement et plus efficacement des eaux usées domestiques et industrielles.

I-3-Traitement biologique :

3-1 Bassin d'aération :

Après le prétraitement, l'eau brute pénètre dans un réservoir sélectif ou les eaux usées brute sont combinées avec la biomasse des boues recirculée du clarificateur.

Ce mélange s'écoule ensuite dans un bassin de première aération où l'aération est constante. À ce stade, un temps de rétention adéquat est assuré pour permettre l'extraction de la DBO_5 et de l'ammoniaque.

Dans un bassin à boues activées, les eaux usées prétraitées sont mises en contact avec la biomasse épuratrice. Après un temps de séjour suffisant et des conditions de fonctionnement déterminées, la liqueur mixte (eau usée + biomasse) est évacuée vers le clarificateur pour une séparation gravitaire et un rejet de l'eau traitée vers le milieu naturel.

L'agitation et l'aération sont les deux éléments essentiels d'un bassin à boues activées pour un fonctionnement correct du procédé et le respect des normes de rejet de manière couplée ou dissociée, ils assurent la mise en contact de l'eau usée et de la biomasse et l'oxygénation du milieu pour la croissance et le développement microbien, la concentration d'oxygène dans le bassin est déterminée par un oxymètre.

Toutefois ces deux équipements et en particulier l'aération sont sources de dépenses énergétiques importantes qui peuvent représenter jusqu'à 60% de la facture électrique d'une station.



Figure III.4 : Bassin d'aération

I-4-Clarificateur :

Est un bassin rectangulaire où il n'y a pas de pièces mobiles avec une distribution uniforme et captage de l'effluent, plus une capacité de régler le débit de l'effluent

L'équipement du clarificateur est installé dans un réservoir de béton, adjacent au bassin d'aération, ce qui permet une construction à mur mitoyen.

L'équipement est constitué d'éléments en acier inoxydable, de conduites en PVC, de passerelles et de gardes en aluminium.

L'affluent est dirigé depuis la surface du bassin d'aération, vers la grille d'entrée du clarificateur (tamis).



Figure III.5:Le clarificateur

La décantation s'effectue dans des conditions optimales car il n'y a pas de râteliers en mouvement dans le clarificateur. Les boues décantées sont rapidement enlevées du fond du clarificateur et acheminées par le biais de capot de succion hydrauliques. Des dispositifs pneumatiques fournissent la tête de succion nécessaire pour la récupération rapide des boues. Les boues activées à ré-circuler est aspirée dans un canal en dessus du clarificateur déversée à nouveau dans le réservoir sélecteur / aérateur on l'appelle les boues de retour. Des déversoirs submergés (les skaimer) répartissent l'effluent de façon uniforme à la surface du clarificateur et l'écoulement se fait par un système breveté de réglage du débit.



Figure III.6:skaimer.

I-5-Désinfection :

❖ Le choix d'un bassin de chloration :

Le choix d'un moyen de désinfection se fait normalement en considérant les contraintes techniques, économiques et environnementales qui se présentent. En ce sens, le mode de désinfection idéal est celui qui regroupe les caractéristiques suivantes :

- Produit non dangereux pour les humains et pour la vie aquatique.
- Facilité d'utilisation.
- Faibles couts d'investissement et d'exploitation.

❖ Chloration :

Le chlore est un agent oxydant fort qui réagit facilement avec plusieurs substances organiques et inorganiques trouvées dans les eaux usées .Il est particulièrement efficace pour détruire les bactéries, mais moins efficace contre les virus.

❖ Bassin de chloration :

C'est un bassin rectangulaire qui contient plusieurs colonnes en parallèles sur lesquelles l'eau est coulée après la chloration.

Le bassin est relié à une chambre qui contient un réservoir de chlore.



Figure III.7: Le bassin de chloration

I-6-Les lits de séchages :

Un lit de séchage est un lit simple et perméable qui une fois chargé avec la boue draine la partie liquide et permet aux boues percale comme liquide. Cependant, la boue de sécher par évaporation. Approximativement ,50 à 80% du volume des boues percale comme liquide. Cependant la boue n'est pas stabilisée. Le fond du lit de séchage est garni de conduites perforées qui drainent la lixiviation.

Au dessus des drains, il y a des couches de sable et de gravier qui reçoivent les boues et permettent au liquide d'infiltrer dans le drain.

Les boues doivent être déversées approximativement à 200 Kg/m² et sur une hauteur pas trop importante (maximum 20cm), sinon elles ne sécheront pas efficacement.

Le taux d'humidité final après 10 à 15 jours de séchage devrait être approximativement de 60%. Une plateforme de distribution devrait être utilisée pour empêcher l'érosion de la couche de sable et pour permettre la distribution égale des boues.

Quand la boue est séchée, elle doit être séparée de la couche de sable et enlevée. L'effluent collecté dans les tuyaux de drainage doit également être traité correctement. La couche supérieure de sable devrait être de 25 à 30 cm d'épaisseur car une certaine quantité sera perdue chaque fois que la boue est manuellement enlevée.



Figure III.8: Les lits de séchages

I-7-Sortie de la station :

A la sortie, la station rejette une eau conforme au respect de la qualité de milieu récepteur. Les eaux usées épurées sont d'une qualité appréciable, on peut les réutiliser dans plusieurs domaines comme l'industrie, la recharge artificiel des nappes phréatiques.

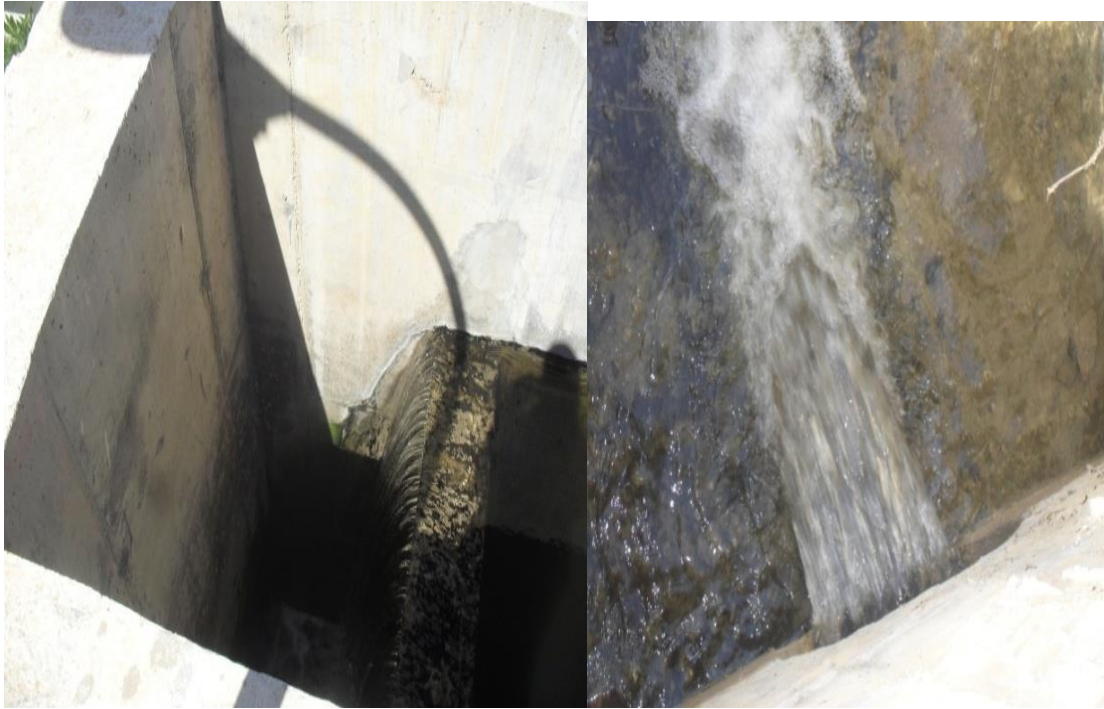


Figure III.9 : La sortie de l'eau de la STEP

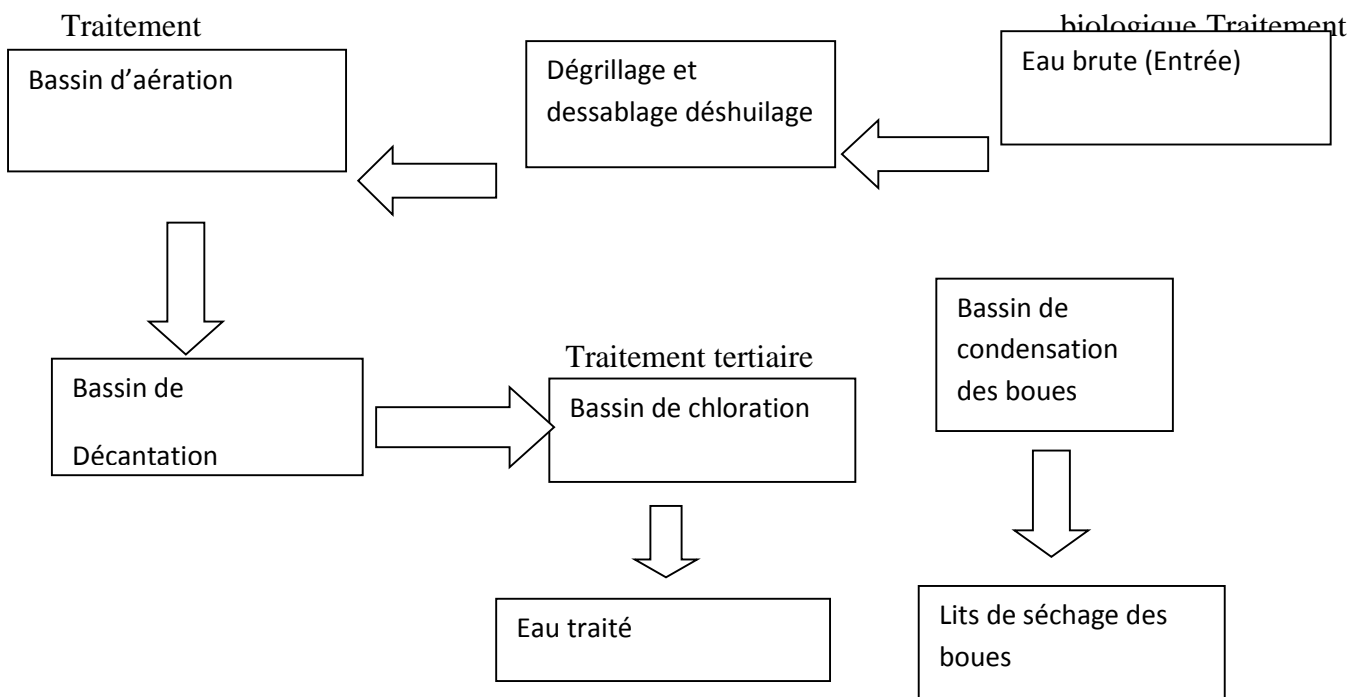


Figure III.10 : Chaîne ou filière de traitement des eaux usées dans la STEP deSEG

Introduction

Les analyses effectuées sur site et au laboratoire ; nous donnent une idée globale concernant la réalisation de la station d'épuration des eaux résiduaires.

Les résultats de ces analyses ; nous permettent les différentes étapes de traitement afin d'assurer un bon fonctionnement de la station d'épuration.

IV- 1.caractéristique des eaux

IV -1.1Prélèvement et échantillonnages :

Pour une évaluation représentative de la pollution d'une eau résiduaire, il est impératif de procéder au prélèvement à différentes heures de la journée à plusieurs jours de la semaine et à l'entrée et sortie de la station.

Un premier échantillon d'eau brute est prélevé dans une bouteille de 01 litre au niveau du poste de relevage et un deuxième échantillon d'eau épurée est prélevé dans une bouteille de 01 litre au niveau du Bassin de chloration (Canal de sortie).



Figure IV-1 : Echantillon

VI-1.2. Paramètres et fréquences d'analyses

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

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

Paramètre analysé	Fréquence (Eau brute et Eau épurée)
PH	02 fois/jour
T°	02 fois/jour
Conductivité	02 fois/jour
Turbidité	02 fois/jour
MES	01 fois/jour
DBO ₅	01 fois/semaine
DCO	01 fois/semaine
NO ₃ ⁻	01 fois/semaine
NO ₂ ⁻	01 fois/semaine
PO ₄ ³⁻	01 fois/semaine
NH ₄ ⁺	01 fois/semaine

NB : Ces fréquences peuvent être augmentées en cas de besoin.

Les résultats obtenus sont mentionnés sur une fiche d'analyse, des bilans mensuels sont transmis au responsable hiérarchique. Des analyses supplémentaires sont effectuées par le laboratoire central L'ARA.

Exemple : une fiche d'analyse.

Date de prélèvement : 13.05.2019

Date d'but des essais : 13.05.2019

Nature d'échantillon : instantanée

Paramètres	Entré STEP	Sortie STEP	Norme
MES	92	01	30
DBO ₅	150	06	30
DCO	268	15	90
NO ₃ ⁻	21.9	25	4-6
PO ₄ ³⁻	7.95	1.75	02
NO ₂ ⁻	33	22	-
NH ₄ ⁺	32	0.56	1-3
pH	7.08	7.07	6.5-8.5
Conductivité	17.18	16.70	-
Température	18.2	19.2	30
Turbidité	121	04	-

Discussions des résultats

Les résultats montrent que après traitement de l'eau usée par boue activée en constate que il y a une réduction remarquable des paramètres de pollution de caractère organique qui sont la DCO et DBO5 ça veut dire que le procédé après traitement dans le bassin d'aération élimine plus que 2 /3 de la pollution organique

Figure IV-2 : Fiche d'analyse

VI-1.3. Normes de rejets

Les normes de rejet appliquée en Algérie et au niveau de notre laboratoire (STEP de Sour El GHOZLANE), sont définies par l’OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

Tableau IV.2 : Normes de rejets

Paramètres	Normes	Unités
T°	30	C°
PH	6.5-8.5	
DBO ₅	30	Mg d’O ₂ /l
DCO	90	Mg d’O ₂ /l
MES	30	Mg/l
Phosphates	02	Mg/l
Azote total	50	Mg/l
Hydrocarbures	10	Mg/l
Huiles et graisses	20	Mg/l
Détergent	01	Mg/l
Zinc	02	Mg/l
Chrome	0.10	Mg/l

IV.1.4. Les analyses physicochimiques

❖ **Détermination de la Turbidité :**

❖ **Objectif :**

Elle nous informe sur la présence plus ou moins importante des matières en suspension d'origine minérale ou organique, la diminution de la valeur de la turbidité de l’eau indique que l’élimination des matières en suspension est élevée. En utilise spectrophotomètre

En exprime les résultats dans tableau suivant :

Tableau IV-3 : Les résultats de la turbidité de l'eau épurée

jour	TUR(NTU)	
	2018	2019
04-mars	36	14
05 -mras	42	16
11-mars	33	19
12-mars	51	14
25-mars	58	19
26-mars	37	23

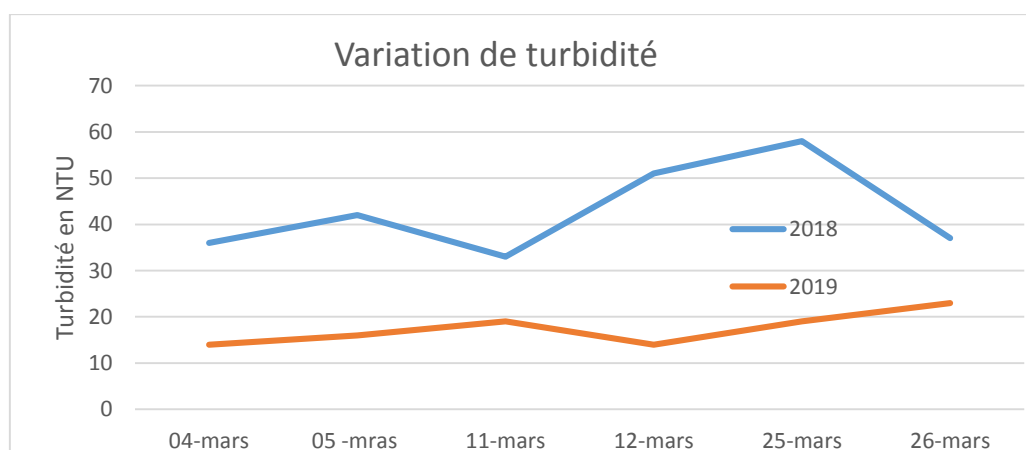


Figure IV-3 :La courbe des résultats de turbidité

✓ **Analyse et interprétation des résultats :**

On remarque que les valeurs de turbidité de l'eau épurée de l'année 2018 varient entre 33 à 58 NTU et de l'année 2019 varie entre 14 et 23 NTU . La turbidité attachée avec les matières en suspension. Ces valeur sont dans les normes. On remarque une diminution entre deux années ; ça signifie l'efficacité de traitement de la station d'épuration.

❖ **Détermination la Température**

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (°C). L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît.

La température doit être mesurée par des appareils de mesure de la conductivité ou du ph lorsque ces dernies possèdent généralement un thermomètre intégré.

Tableau IV-4 : Les résultats de température de l'eau épurée

Jours	Température (C°)	
	2019	2018
04-mars	11,7	11,7
05-mars	13,5	11,1
11-mars	14,5	12,9
12-mars	13,3	13,7
25-mars	18	7,9
26-mars	17,5	7

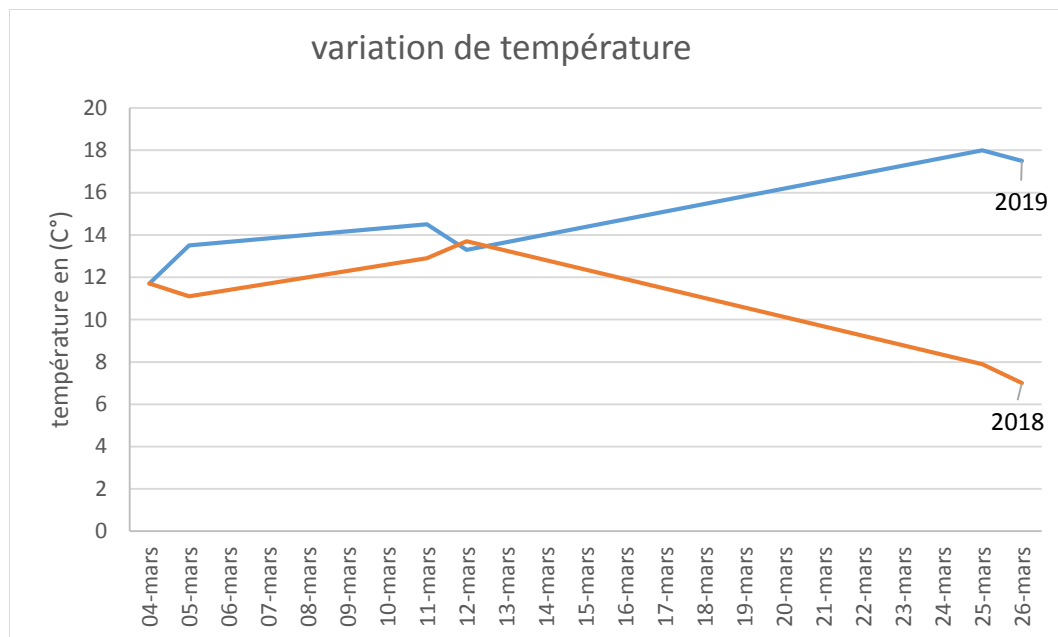


Figure VI-4:La courbe des résultats de température.

✓ **Analyse et interprétation des résultats :**

D'après les résultats obtenus, On constate que la température varie entre la valeur 7 et la valeur 13.7 C° pour l'année 2018 et de 11.7 et 17.5 pour l'année 2019 ; donc la température varie de jour à l'autre en relation directe avec la température atmosphérique ; on remarque que les valeurs conforme aux normes.

❖ **Détermination de pH**

Ce test est conseillé d'être utilisé quotidiennement pour déterminer l'acidité ou l'alcalinité del'eau, surtout pour les eaux usées brutes

La mesure de pH a été effectuée selon la méthode électrométrie (utilisation de pH - mètre)après rinçage à l'eau distillée ; l'électrode est plongée dans l'échantillon prélevée. La mesure de pH effectuée après l'agitation légère de l'électrode, celle-ci rincée est emmargée ensuite dans l'eau distillée. Voir annexe (FigureVI -1)

TableauVI-5 : Les résultats de pH de l'eau épurée

JOUR	PH	
	2018	2019
04-mars	7.1	7
05-mars	7.11	7.05
11-mars	7.01	6.98
12-mars	7.03	6.98
25-mars	6.94	7.02
26-mars	7.06	7.03

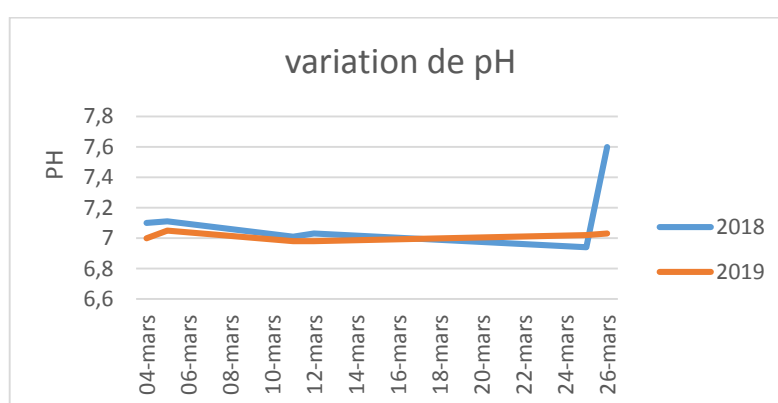


Figure IV-5 :la courbe des résultats de pH

✓ **Analyse et interprétation de résultats**

On remarque les valeurs de pH de,l'année 2018 entre 6.94et 7.06 et l'année 2019 de6.98 et 7.05. Dans les différents points du procédé le pH ce trouve dans un intervalle de 6,5-8,5 qui nous indique un milieu neutre. Ces valeurs répondent aux normes de rejets (6.5 à 8.5).

❖ **Détermination de conductivité**

On utilise la conductimètre pour déterminer la salinité et la température de l'eau.

-La conductivité donne une idée sur la salinité de l'eau, des variations de cette dernière peuvent influencer le traitement biologique et la décantation.

-Elle varie en fonction de la température, et dépend de la concentration et de la nature des substances dissoutes (plus la concentration ionique des sels dissous est grande, plus la conductivité est grande).

TableauIV-6 : Les résultats de conductivité de l'eau épurée

Jour	Conductivité	
	2018	2019
04-mars	2020	1980
05-mars	2010	1898
11-mars	1805	1999
12-mars	1850	1977
25-mars	1855	1910
26-mars	1523	2000

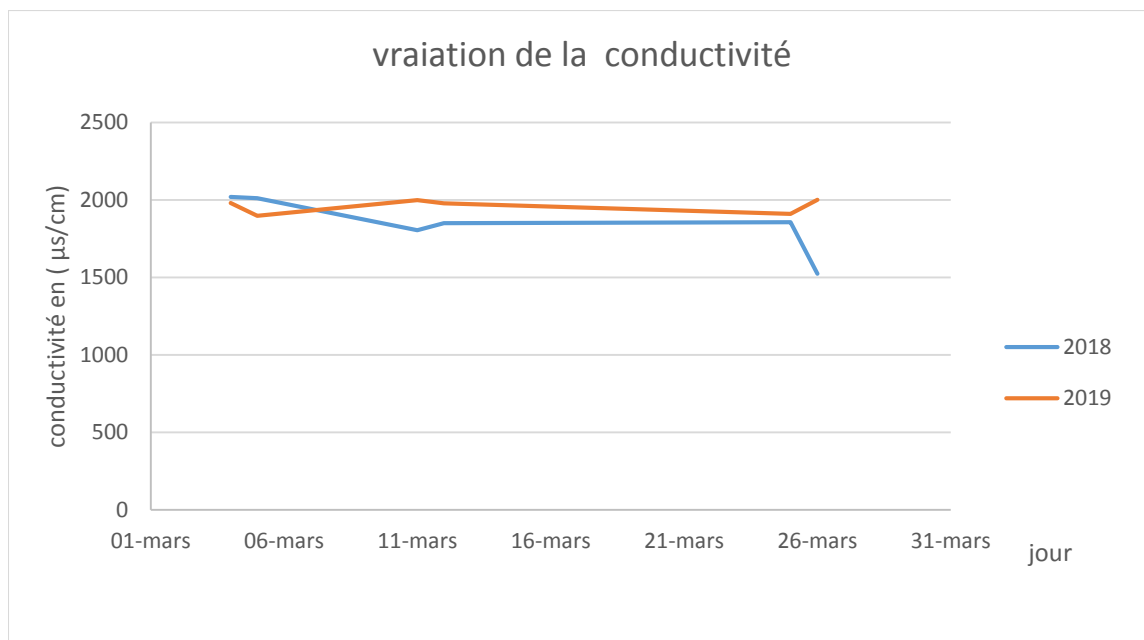


Figure IV-6 : La courbe des résultats de conductivité

✓ **Analyse et interprétation des résultats**

Dans ce tableau de résultats de conductivité l'année 2018 la valeur minimale est de 1523µs/cm et la valeur maximale est de 2020µs/cm pour µs/cm l'eau épurée.

Par contre en station del'année 2019 la valeur minimal est de 1898µs/cm et la valeur maximale est de 2000µs/cm pour eau brute et l'eau épurée.

On a constaté que la conductivité est en fonction de la température, si on augmente la température la conductivité augmente et même dans le cas contraire. Ces valeurs répondent aux normes de rejets (2800µs/cm).

❖ **Détermination La demande biochimique en oxygène DBO :**

Décrit également une demande en oxygène d'un effluent, mais il ne s'agit que des besoins des micro-organismes présents dans l'effluent, qui vont consommer l'oxygène pour leurs réactions métaboliques. Par définition, la DBO5 est incluse dans la DCO (et son taux devrait nécessairement lui être inférieur). Elle est représentative de la capacité d'un milieu à s'auto-épurer.

Tableau IV.7 : Les résultats de DBO5 de l'eau épurée

JOUR	DBO5(mg/L)	
	2019	2018
05-mars	15	30
12-mars	18	30
19-mars	15,5	29
26_mars	21	30

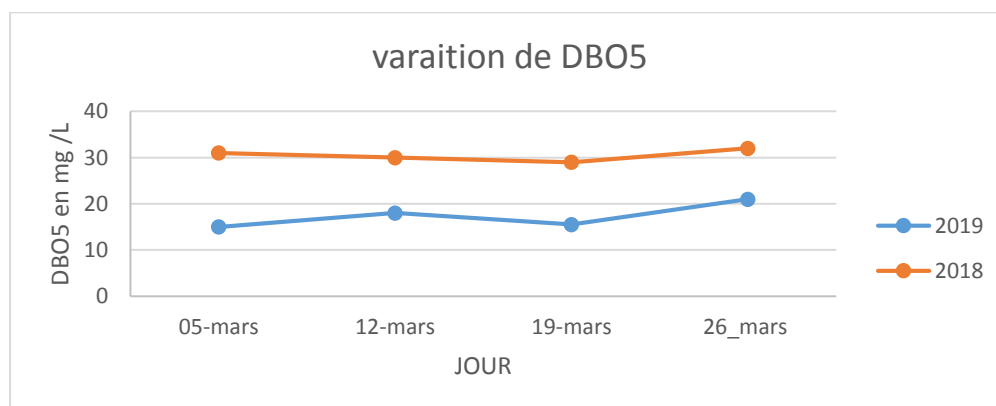


Figure IV-7 : La courbe des résultats de DBO5

✓ **Analyse et interprétation des Résultats**

La DBO₅ varie entre 15 à 21mg/l pour l'année 2018 par rapport l'année 2019 les valeurs varie entre 29 à 30. La DBO₅ de l'eau épurée réponde à la norme contractuelle de la station (30 mg/l) A partir des valeurs obtenues on peut conclure un bon fonctionnement de bassins biologiques, donc le traitement est efficace.

❖ **Détermination la demande chimique en oxygène DCO**

Le principe consiste l'échantillon à analyser 2 ml dans une fiole auquel on ajoute une quantité suffisante de catalyseur (solution digérant pour DCO) après avoir atteint à la température de 100 C° (température de réaction). après 2 heures de chauffage , l'échantillon refroidi est la mesure de DCO effectuée dans un spectrophotomètre après avoir régler la longueur d'onde à 420 nm pour le base gamme et 620 nm pour le haut gamme . Voir annexe (Figure VI-2)

Tableau IV-8 : Les résultats de DCO de l'eau épurée

JOUR	DCO	
	2019	2018
05-mars	31	80
12-mars	34	90
19-mars	39	52
26_mars	3	72

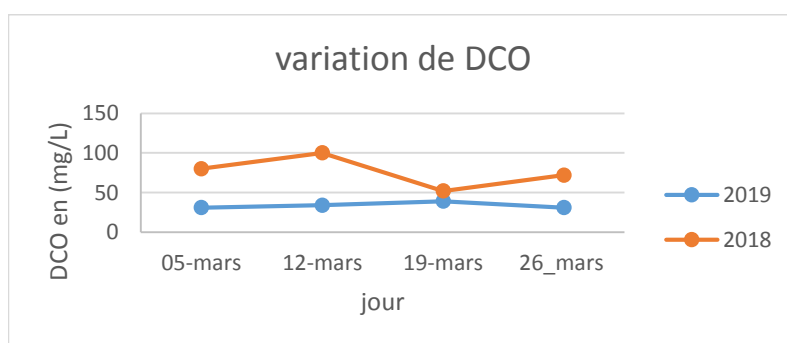


Figure IV-8 : La courbe des résultats de DCO

✓ **Analyse et interprétation des résultats**

Les valeurs de DCO et varie entre 3 à 39 mg/l de l'année 2019 et l'année 2018 varie 52 à 100
 Ce que veut dire un bon fonctionnement de bassins biologiques, donc le traitement biologique est efficace.

La DCO à la l'eau épurée de la station d'épuration répond à la norme des rejets (≤ 90 mg/l).

❖ **Détermination de matière en suspension**

Déterminer la teneur en matière en suspension d'une eau brute ou une eau traité

En utilise spectrophotomètres

Tableau IV-9 : Les résultats de MES de l'eau épurée

JOUR	MES	
	2018	2019
04-mars	31	10
05-mars	25	12
11-mars	21	13
12-mars	47	11,5
25-mars	35	8
26-mars	27	14,5

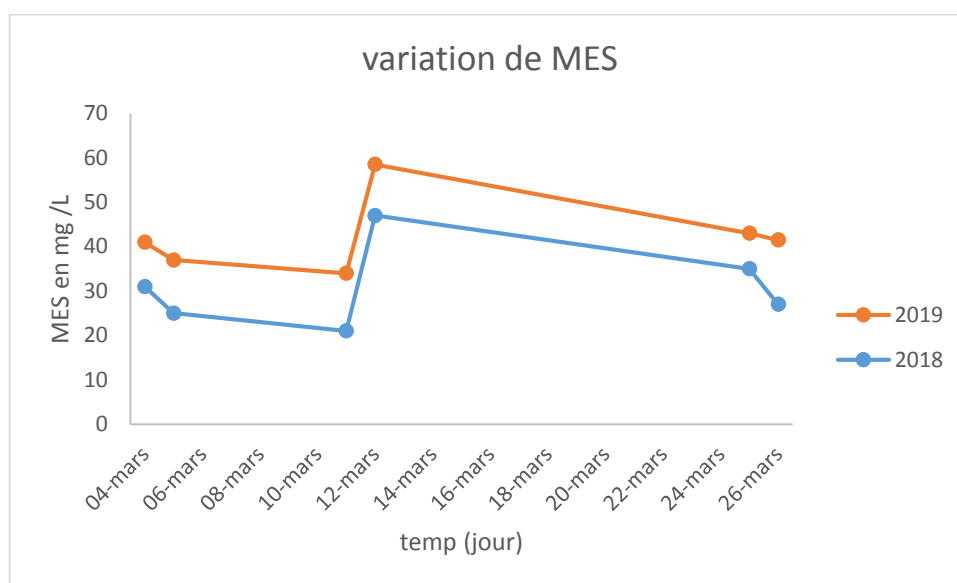


Figure IV.8 : La courbe des résultats de MES

✓ **Analyse et interprétation des résultats**

Les valeurs de MES DE l'année 2018 varie entre 21 à 47 mg /L et les valeurs de l'année 2019 entre 10 à 14.5 mg /L .Au cours de ces résultats on peut dire que traitement est bien fait.La moyenne de l'eau épurée est inférieure à 30 mg/l donc elle réponde à la norme contractuelle de les stations.

❖ **détermination de Nitrites NO₂⁻**

Cette analyse nous permet de déterminer la teneur en nitrite NO₂.

Tableau IV-9 : les résultats de NO₂⁻ de l'eau épurée

jour	NO ₂	
	2019	2018
05-mars	13	34
11-mars	21	9

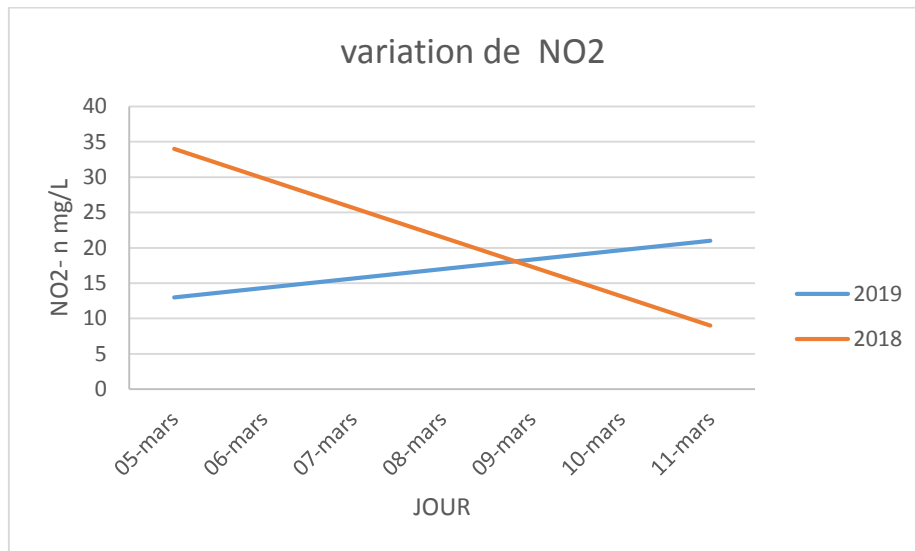


Figure VI-9 : La courbe des résultats de NO_2^-

✓ **Analyse et interprétation des résultats**

Les valeurs 13 et 21 mg/l 2019 de l'année et l'année 2018 9 à 34 mg/L on remarque une augmentation ça due à une suroxygénation dans les bassins biologiques. Ça veut dire une mauvaise opération de nitrification.

IV-2. Caractérisation de la boue durant le traitement

IV-2.1. Prélèvement et échantillonnage

Afin d'évaluer le fonctionnement du processus et de quantifier la production de la boue, plusieurs prélèvements sont effectués sur différents points à savoir : bassins d'aération, bassin sélecteur, bassin digesteur, clarificateur, lit de séchage à l'aide d'un échantillonneur.

IV.2.2. Paramètres et fréquences d'analyses

Les paramètres d'analyse ainsi que leurs fréquences sont fixés dans le tableau suivant :

Tableau VI-10 : Fréquence d'analyse

Point de prélèvement	paramètres	Fréquence
Bassin d'aération	V ₃₀	01 fois / jour
	MS.MVSIB	01 fois / semaine
Clarificateur	V ₃₀	01 fois / jour
	MS.MVSIB	01 fois / semaine
Bassin digesteur	V ₃₀	01 fois / jour
	MS.	01 fois / semaine
Bassin Sélecteur	V ₃₀	01 fois / jour
	MS	01 fois / semaine

IV-2.3. Méthodes d'analyses des boues

❖ Détermination des matières sèches

La détermination des matières en suspension (MES) dans les eaux usées se fait soit par filtration sur membrane, soit par centrifugation.

Conserver les eaux issues des opérations de filtration ou de centrifugation pour la détermination des matières en solution. Un traitement à 525 ± 25 °C permet d'obtenir par différence la teneur en matières organiques en suspension, appelées encore matières volatiles en suspension (MVS). Il peut y avoir des erreurs par défaut (matières organiques volatiles à moins de 100 °C) et par excès (sels minéraux dissociés ou volatils entre 100 et 500 °C).

LA quantité de matière sèche est obtenue selon la formule

$$MS = P_1 - P_0 \text{ (g)} * 10 \dots \dots \dots (1)$$

MS : la quantité de matière sèche (g)

P₀ : poids vide de du creuset (g)

P₁ : poids après le séchage a l'achève pendant 24 h

❖ Détermination de l'indice de Mohlman :

L'indice de Mohlman (ou *Sludge Volume Index*) se définit comme étant le volume occupé après décantation de 30 minutes d'un échantillon de boues correspondant à 1 gramme de matière sèche.

❖ Mode opératoire

Introduire dans une éprouvette 1 litre de boues. Déterminer le volume (en mL) occupé par les boues après une décantation d'une demi-heure. Déterminer par ailleurs la teneur en matières sèches d'un litre de boues à analyser.

L'indice de Mohlman est représenté par le rapport :

Boues décantées en 30 min (mL/L)

$$IM = \frac{\text{Boues décantées en 30 min (mL/L)}}{\text{Masse de matières sèches (g/L)}}$$

Masse de matières sèches (g/L)

❖ Remarque

- ✓ L'indice de Mohlman permet de caractériser la décantabilité des boues, une boue normale à un indice de 100. En présence de phénomène de *bulking*, l'indice augmente ; il peut atteindre la valeur de 500.
- ✓ Lorsqu'il y a des problèmes de décantation sur le clarificateur, il convient d'effectuer un examen microscopique des boues.

Généralement, les boues sont bien décantables pour :

80 < Im < 150

Im ~80 : la décantation est très bonne mais les boues sont difficilement pompables.

Im ~150 : la décantation est très lente.

Tableau IV-11 : les résultats des analyses des bous

Chaîne C	P ₀	P ₁	V ₃₀	Ms	I M	Chaîne D	P ₀	P ₁	V ₃₀	Ms	I M
Bassin aération étage 1	53.15	54.32	450	11.7	38.46	Bassin aération étage 1	53.20	54.15	180	11.7	18.94
Bassin aération étage	109.5	112.02	300	28.7	10.45	Bassin aération étage	109.15	114.02	250	48.7	5.13
bassin digesteur	55.20	56.71	200	15.1	13.24	bassin digesteur	55.20	56.71	150	11.1	13.51
bassin sélecteur	20.80	21.15	210	07		bassin sélecteur	20.80	21.15	210	13.7	
Bassin de retour	52.35	53.39	240	10.4	23.07	Bassin de retour	52.35	53.39	240	17	23.07

- **Donc IM <80**

La décantation est très bonne mais les boues sont difficilement pompables.

Conclusion :

Après avoir les analyses dans le laboratoire et interprétation, on remarque la plupart des résultats concernant l'eau à traiter respectent les normes de rejets. Les résultats de (NO₃⁻ et PO₄³⁻ et NH₄⁺) n'existe pas manque de donnée.

Conclusion générale

La protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel sont devenues des contraintes qui ont amené les industries à prendre des mesures rigoureuses et efficaces.

Notre stage a été effectué au niveau de station d'épuration des eaux usées de la ville (SEG). Ce travail nous a permis de connaître les différents procédés utilisés dans la STEP et maîtriser les techniques d'analyses grâce aux nombreuses manipulations que nous avons pu faire.

Pour cela on a effectué des analyses physico-chimiques (DCO, DBO₅, pH...etc) pour le traitement des eaux de rejets.

D'après les analyses effectuées, la plupart des résultats concernant l'eau à traiter respectent les normes de rejets.

A la lumière de notre travail ou moment de l'étude nous avons conclu que la station de la STEP de SEG ne certifie pas la norme ISO14001. Pour obtenir la certification, il faut avoir plusieurs conditions qui reposent sur la disposition des équipements de protection de l'environnement et des personnes et suivre les exigences de la norme ISO 14001, toutes les procédures de la station certifient et aident à faciliter le travail et donner des résultats fiables et assurer le temps.

Bibliographie

- [1] BERRADA GOUZI M., « ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF DANS LA PROVINCE DE KENITRA », Mastère spécialisé en Management et Ingénierie des Services d'Eau et d'Assainissement, École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg, 2007.
- [2] FNDAE (Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau), Document technique n°5 Bis, Stations d'épuration – Dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation, Office International de l'Eau – SNIDE, 1^{er} édition en 1992, actualisé en 2002.
- [3] DIARD P., Etude de la biosorption du plomb et du cuivre par des boues de la station d'épuration-mise en œuvre d'un procédé de biosorption à contre-courant. Thèse de doctorat, spécialité science et technique du déchet. Institut national des sciences appliquées de Lyon, 279 p, 1996.
- [5] SILMAN S Y. & PAPA SIDY T., « étude de réhabilitation de la station d'épuration de saly portudal », projet de fin d'études d'ingénieur de conception, École Supérieure Polytechnique Centre de THIES, Université Cheikh Anta Diop de Dakar Sénégal ,2003.
- [6] BEDIA S M., « Étude technico-économique de l'extension de la station d'épuration de la ville de Hassi R'mel par rapport à la conception d'une nouvelle station en tenant compte du taux démographique de la zone », Mémoire de Master en Hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, 2012.
- SAADI H., « Étude des performances d'un lit bactérien classique à garnissage en pouzzolane de Beni Saf », Mémoire Master en Hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, 2013.
- [7] Gaid A. « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger. Paris, France, 1984.
- [8] CENTRE D'EXPERTICE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. Détermination des solides en suspension totaux et volatils dans les effluents : méthode gravimétrique, MA. 115 – S.S 1.1, Rév. 2, Ministère du Développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 2008, 10p.
- [9] CENTRE D'EXPERTICE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. Détermination de la demande biochimique en oxygène dans les effluents : méthode électro métrique, MA. 315 – DBO 1.1, Ministère de Développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 2006, 12p.
- [10] TANDIA C., « Contrôle Et suivi De La Qualité Des Eaux Usées Protocole de Détermination Des Paramètres Physico-chimiques Et Bactériologiques », Centre

Régional Pour L'eau Potable Et L'assainissement A Faible Coût, Centre collaborant de l'OMS, Ouagadougou, Burkina Faso, 2007.

[11] CENTRE D'EXPERTICE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC.
Détermination du phosphore total dans les effluents : digestion a l'autoclave avec persulfate, méthode colorimétrique automatisée. MA.315 – P 1.0, Rév.3, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 2006, 12p.

[12] CENTRE D'EXPERTICE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC.
Détermination de l'azote total Kjeldahl et du phosphore total : digestion acide-méthode colorimétrique automatisée, MA. 300 – NTPT 1.1, , Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 2006, 18 p.

[13] DJEDDI H., « Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour irrigation des essences forestières urbaines », Magistère en Écologie et Environnement, Université Mentouri Constantine, 2007.

[14] HADJOU BELAID Z., « Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain El Houtz », Mémoire de master en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, 2013.

[15] AKPO Y., « évaluation de la pollution des eaux usées domestiques collectées et traitées a la station d'épuration décampèrent (Dakar) », Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, École Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, 2006.

[16] GAÏD A., « Traitement des eaux usées urbaines », doc. C 5220, Omnium de Traitement et de Valorisation (OTV), France, 1993.

[17] Réalisation de la station d'épuration des eaux usées de la ville de SOUR EL-GHOZLANE groupement EPPM / EL moustakbel /bonna

[18] Manuel d'épuration et entretien de la station d'épuration des eaux usées SOUR EL-

GHOZLANE Bouira Algerie

Tableau I.1 : Description des principaux types de pollution des eaux résiduaires entrant dans les stations

Nature de la pollution	Origine	Effets sur L'environnement
Pollution organique non toxique en elle-même	Eaux usées domestiques et industrielles	Leur dégradation par voie bactérienne consomme de l'oxygène dissous dans l'eau, entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement de fermentations anaérobies génératrices de nuisances
Pollution azotée et phosphorée	Dégradation des molécules organique azotée ammoniacque	Elle est à l'origine des phénomènes d'eutrophisation : développement et croissance excessive d'algues et de plancton dans les milieux récepteurs : lacs, rivières et zone côtière
Micropolluants organiques : <ul style="list-style-type: none"> • Les produits phytosanitaires • Les biocides • les hydrocarbures • les biphényles polychlorés • les dioxines 	Dues en général aux rejets industriels, mais aussi aux rejets agricoles pour les produits phytosanitaires et les rejets urbains pour les biocides	Les effets sur les organismes vivants peuvent être toxiques à de très faibles concentrations. Les effets sont très variables car ils ne dépendent pas uniquement du niveau de concentration mais aussi d'autres caractéristiques comme leur biodisponibilité, bioaccumulation, persistance, spéciation, etc...
Pollution par les matières en suspensions	Rejets urbains et industriels	Elle provoque des dépôts et des envasements nuisibles à la navigation, le colmatage des voies respiratoire des poissons et l'augmentation de la turbidité de l'eau gênant la pénétration de la lumière nécessaire à la photosynthèse
Pollution microbiologique	Mauvais raccordements au réseau d'assainissement, rejets de station d'épuration, ...	Certaines bactéries et virus sont pathogènes pour l'homme
Pollution acide	Pollution atmosphérique, engrais azotés, rejets urbains et industriels	Elle peut entraîner une augmentation des formes dissoutes des micropolluants minéraux et accroître leur réactivité, biodisponibilité et toxicité
Pollution saline	Rejets industriels	Elle peut conduire à des chocs osmotiques susceptibles de perturber la faune et la flore locale du milieu récepteur
Pollution thermique	Rejets industriels	Elle influence la solubilité de l'oxygène et l'équilibre biologique du milieu
Pollution radioactive	Rejets industriels	Elle peut être très acide. Elle perturbe l'environnement

Tableau I.2:Plage de la mesure de la conductivité

Conductivité $\mu\text{s/cm}$	Appréciation
Conductivité < 100 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation très faible
100 $\mu\text{s/cm}$ < Conductivité < 200 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation faible
200 $\mu\text{s/cm}$ < Conductivité < 333 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
333 $\mu\text{s/cm}$ < Conductivité < 600 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation moyenne
666 $\mu\text{s/cm}$ < Conductivité < 1000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation importante
Conductivité > 1000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation excessive

Tableau III-1: les caractéristiques de dégrilleur fins

Paramètres	unité	valeur
Nombre d'ouvrage	-	2
Débit de dimensionnement	M ³ /h	1408
Largeur d'un canal	M	1
Espacement entre les barreaux	Mm	20
Épaisseur des barreaux	Mm	10

Tableau III-2: les caractéristiques de déshuileur

Désignation	unité	Valeur
Données et critères de dimensionnement		
Débit de pointe	M ³ /H	1408(horizon2030)
Temps de séjours minimal dans le déshuileur	Mn	10
Déshuileur		
Géométrie	Rectangulaire	
Largeur	M	1,1
Longueur	M	18
Profondeur	M	2,8

Tableau III.3 : les caractéristiques de dessbleur :

Tableau III.3 : les caractéristiques de dessbleur :

Dessableur		
type	Dessableur rectangulaire aéré	
Nombre	u	2
Largeur du canal	M	2,4
Hauteur du canal	M	2,8
Hauteur d'eau longueur du canal	M	18
Moyen d'évacuation du sable	Pompesuceuse à air lift	2
Capacité d'aération par dessableur	Nm ³ /H	126



Figure VI -1 :pH mètre Seven Go



Figure VI-2 : Tube de réactif