



Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

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

Hydraulique

Thème :

Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux usées de STEP Boumerdes (W. Boumerdes)

Réalisé par :

HAMADOU Hadjer

Encadré par :

-BALOUL Djouhra

Maitre Assistant (IT Bouira)

_ TRIAKI Mounia

Chargée du laboratoire d'analyses physico-chimiques
STEP Boumerdes

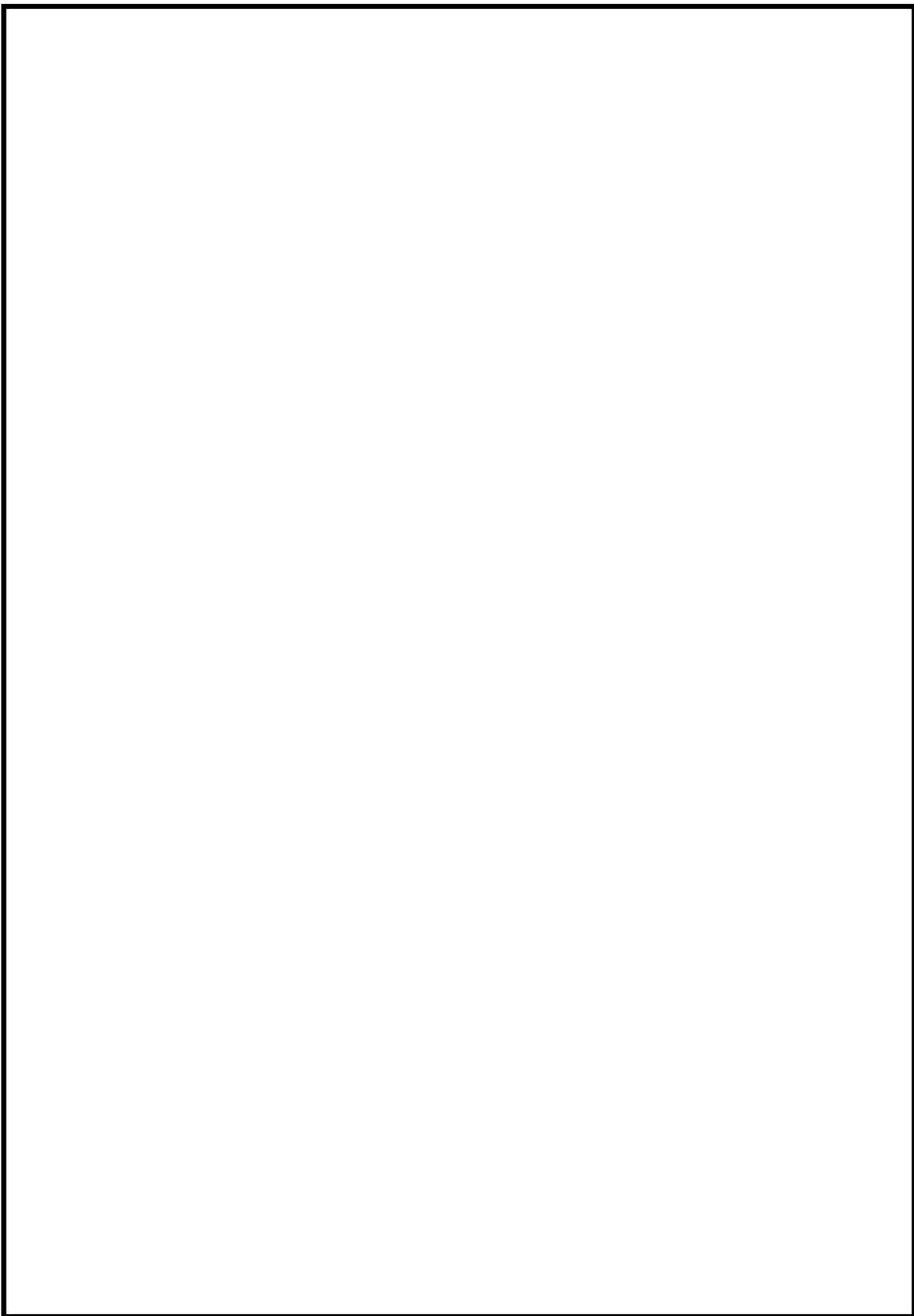
Corrigé par :

- YAHIAOUI Abd Elhalim

Maitre de Conférences (IT Bouira)

- DAHMANI Saad

Maitre Assistant (IT Bouira)



Remerciement

Avant tous je remercie ALLAH, le tout puissant de m'avoir donné la santé, la volonté et la patience pour accomplir ce mémoire.

Je tiens à remercier ma encadreur, Mme BALOUL D, pour son acceptation

Pour me guider dans ce travail avec ses conseils, son efficacité et sa gentillesse.

Je tiens également à remercier tout particulièrement Madame Triaki Mounia en charge du laboratoire d'analyses physicochimiques dans la STEP Boumerdes pour les efforts qu'elle a consentis pour moi...

Je voudrais également remercier tous les enseignants pour leurs efforts considérables pour nous

*Un merci spécial au directeur de l'Institut de technologie
À tous les amis et personnes qui m'ont aidé et encouragé à terminer ce travail*

Dédicace

Avant tout c'est grâce à Dieu que je suis arrivé là.

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents : Ma mère qui ma donner la vie et qui a toujours sacrifie

**Pour faciliter ma vie, que dieu me la garde, Et à l'âme de mon père.
A ceux qui me sont très chers mes frères et mes sœurs qui je les remercie
pour**

Le soutien qu'ils me donnent .

A tous mes amis

**Tous mes amis et tous ceux que je connaissais qui m'ont aidé à en arriver là
où je suis arrivé aujourd'hui à l'Institut de technologie ; 2019/2020.**

HAMADOU Hadjer

Sommaire

Listes des figures	
Listes des tableaux	
Listes des abréviations	
Résumé	
Introduction générale	1
I Introduction	4
I.1 Définition des eaux usées	4
I.2 Origine des eaux usées	4
I.2.1 Origine industrielle	4
I.2.2 Origine domestique	5
I.2.3 Origine agricole	5
I.3 Caractéristiques des eaux usées	6
I.3.1 Paramètres Physiques	6
I.3.1.A La température	6
I.3.1.B La matière en suspension (MES)	6
I.3.2 Paramètres Organoleptiques	7
I.3.2.A La Turbidité	7
I.3.2.B La couleur	7
I.3.3 Paramètres Chimiques	7
I.3.3.A Le potentiel Hydrogène (pH)	7
I.3.3.B La Conductivité	8
I.3.3.C L'Oxygène Dissout	8
I.3.3.D La Demande Chimique en Oxygène (DCO)	8
I.3.3.E La Demande Biochimique en Oxygène (DBO ₅)	8
I.3.3.F L'azote	9
I.3.3.G Les nitrates	9
I.3.3.H L'azote ammoniacal	9
I.3.3.I Le Phosphore	10
I.3.3.J Le sulfate	10
I.3.4 Caractéristiques bactériologiques	10

I.4	Impacts du rejet des eaux usées au milieu récepteur.....	11
I.4.1	Impact environnemental	11
I.4.2	Impact sanitaire.....	11
I.4.3	Impact Socio-économique	11
I.5	La nécessité de l'épuration.....	11
I.5.1	Les procédés de l'épuration des eaux usées	12
I.5.1.A	L'épandage	12
I.5.1.B	Les lagunes naturelles.....	12
II	Introduction	15
II.1	Présentation de la station d'épuration de la wilaya de Boumerdes :.....	15
II.2	Traitement des eaux usées au niveau de la STEP	15
II.2.1	Principe du traitement de l'eau.....	15
II.2.1.A	Arrivée des eaux, comptage et bassin d'orage	16
II.2.1.B	Caractéristiques de la station de pompage.....	17
II.2.2	Traitement des eaux usées au niveau de STEP	19
II.2.2.A	Procédés physiques (prétraitement).....	19
II.2.2.B	Procédés chimiques (traitement secondaire)	19
II.2.2.C	Les Procédés biologiques	19
II.2.3	Utilisation des eaux usées épurées.....	20
II.2.4	Les normes de rejet des eaux usées	20
II.2.5	Normes Algériennes.....	20
III	Introduction	23
III.1	Méthode et matériel	23
III.1.1	L'échantillonnage.....	23
III.1.1.A	Prélèvement des échantillons d'eau.....	23
III.1.2	Les analyses physico-chimiques :.....	24
III.1.2.A	La température.....	24
III.1.2.B	Le potentiel hydrogène (pH).....	24
III.1.2.C	Les matières en suspension (MES)	25
III.1.2.D	La demande biologique en oxygène (DBO ₅).....	26
III.1.2.E	La demande chimique en oxygène (DCO)	27
III.1.2.F	Dosage des différents types d'anions et cations	28
III.1.3	Les analyses bactériologiques	33
III.1.3.A	Recherche et dénombrement des germes totaux.....	33
III.1.3.B	Recherche et dénombrement des coliformes	34
III.1.3.C	Dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs	35

III.1.3.D	Recherche de staphylocoque (<i>Staphylococcus aureus</i>).....	36
IV	Introduction	38
IV.1	Les résultats trouvés après le traitement.....	38
IV.1.1	La température.....	39
IV.1.2	PH.....	39
IV.1.3	MES.....	39
IV.1.4	DBO ₅	39
IV.1.5	La demande chimique en oxygène (DCO).....	39
IV.1.6	La conductivité électrique (CE).....	39
IV.1.7	Dosage des différents types d'anions et de cations	40
IV.1.8	Analyses bactériologiques de l'eau.....	41
	Conclusion générale	43
	Références bibliographiques	45

Listes des figures

<i>Figure 1 :Lagune naturelle.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 2: Station d'épuration Boumerdes.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 3 : les différentes étapes de traitement de la STEP.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 4: Les équipements utilisés pour la filtration (Pompe à vide).....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 5:Le DBO mètre utilisé dans la station d'épuration des eaux usées de Boumerdes. ..</i>	<i>27</i>
<i>Figure 6: Spectrométrie</i>	<i>28</i>
<i>Figure 7:Spectrophotomètre</i>	<i>29</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau 1:Objectif du traitement.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 2:La pollution éliminée.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 3:Caractéristique de la station de pompage</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 4: Normes de paramètre physico-chimiques de réutilisation des eaux usées épurée</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 5: les prélèvements et les paramètres analysées.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 6:les résultat après les mesures</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 7:Résumés des analyses bactériologiques de l'eau des stations étudiées.....</i>	<i>41</i>

Listes des abréviations

°C : Degrés Celsius

ds /m : dis siemens par mètre

C.E : Conductivité électrique

Coli-T : Coliforme totaux

Coli-F : coliforme fécaux

DBO₅ : demande biologique en oxygène

DCO : demande chimique en oxygène

DRE : directeur des ressources aux l'eaux

DHW : direction de l'hydraulique de la wilaya

EQ / Hab : Equivalant habitat

FAO : Fédération d'agriculture et de nourriture

JO : Journal Officiel

MTH : Maladies à Transition Hydriques

MES : Matière en suspension

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé

O.N.A.B : Office National d'alimentation de bétail

ONM : Office national de météorologie

PH : Potentiel d'hydrogène

STEP : station d'épuration.

Strep-F : Streptocoques fécaux

T : Température

ZI : Zone Industrielle

Résumé

L'utilisation des eaux usées à de nombreuses fins telles que l'agriculture et l'industrie est devenue une politique qui concerne le secteur des ressources en eau. La présente étude porte sur la caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurées de la STEP de Boumerdes destinées à l'irrigation. Les résultats obtenus révèlent une efficacité de dégradation de la matière organique (MES de 13.3 mg/l, DBO₅ de 09.23 mg/l et DCO de 23.67 mg/l) par rapport aux normes Algériennes. Les résultats bactériologiques montrent l'absence des anaérobies sulfite-réducteurs, et une charge très forte en germes totaux, en coliformes avec présence de Staphylococcus aureus. C'est pourquoi on peut dire que la station a des capacités très raisonnables de traiter l'eau et la possibilité de l'utiliser dans plusieurs projets. Nous espérons également que la purification de l'eau s'améliorera à l'avenir, surtout du côté des métaux lourds qu'on a remarqué des valeurs élevées qui peuvent nuire le processus d'épuration ainsi que la réutilisation des eaux.

Abstract

Assessment of the physico-chemical and bacteriological quality of purified wastewater WTP Boumerdes

The use of wastewater for many purposes such as agriculture and industry has become a policy that concerns the water resources sector. This study focuses on the physicochemical and bacteriological characterization of the purified wastewater from the Boumerdes WWTP intended for irrigation. The results obtained reveal an efficiency of degradation of organic matter (MES of 13.3 mg / l, BOD₅ of 09.23 mg / l and COD of 23.67 mg / l) compared to Algerian standards. Bacteriological results show the absence of anaerobic sulphite-reducers, and a very high load of total germs, coliforms with the presence of Staphylococcus aureus.

This is why we can say that the station has very reasonable capacities of treating water and the possibility of using it in several projects. We also hope that water purification will improve in the future, so that it can be further exploited in other areas.

المخلص

تقييم الجودة الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية لمياه الصرف الصحي المنقى محطة بومرداس

اصبح استخدام مياه الصرف الصحي في العديد من الاغراض (مثل الزراعة و الصناعة) سياسة تتعلق بقطاع الموارد المائية . تركز هذه الدراسة على الخصائص الفيزيائية و الكيميائية و البكتريولوجية لمياه الصرف الصحي النقية من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بومرداس المخصصة للري . أظهرت النتائج المتحصل عليها كفاءة تحلل المواد العضوية 13.3 مل ج /لتر MES . مقارنة بالمعايير الجزائرية . تظهر النتائج 23.67 مل ج/لتر DCO و 09.23 مل ج /لتر DBO₅. تظهر النتائج البكتريولوجية عدم وجود محمرات كبريتية لا هوائية . ووجود حمولة عالية من الجراثيم الكلية ، القولونيات مع وجود المكورات العنقودية الذهبية.ولهذا يمكننا القول أن المحطة تتمتع بقدرات معقولة جدًا في معالجة المياه وإمكانية استخدامها في عدة مشاريع. كما نأمل أن تتحسن تنقية المياه في المستقبل، بحيث يمكن استغلالها بشكل أكبر في مجالات أخرى .

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est une ressource vitale pour la santé humaine et le développement dans ses projets industriels et agricoles, mais en raison de sa consommation accrue par les individus et des problèmes de pollution, qui est engendrée principalement par le rejet des eaux usées d'une manière anarchique et sans traitement, cette pollution contribue considérablement à la contamination des eaux de surface et souterraine et à l'acrosissement de sa remontée, on doit obligatoirement penser à une épuration de ces eaux. C'est pour cela que, depuis l'antiquité, les hommes ont mise en place, dans les villes des systèmes d'assainissement.

Et face à tous les problèmes que connaît notre pays en matière d'assainissement et de gestion des stations d'épuration, le recours à d'autres techniques d'épuration, moins coûteuses et plus simples à gérer est devenu incontournable, si l'on veut protéger les ressources en eau, la santé publique et sauvegarder les milieux récepteurs.

L'objectif de notre étude est de se familiariser avec le processus d'épuration des eaux usées par un stage effectuée au sein de la station de Boumerdes. Ainsi que les différentes analyses existantes au niveau de son laboratoire

Notre travail est structuré en quatre (04) chapitre

- ✓ Le premier chapitre décrit généralité sur les eaux usées et des définitions.
- ✓ Le second chapitre aborde une description de la STEP et les étapes de traitement des eaux usées
- ✓ Le troisième chapitre décrit les matériels et les méthodes utilisés dans l'analyse physico-chimiques et biologiques.
- ✓ Le dernier chapitre rassemble les résultats obtenus et discussions avec leurs interprétations.
- ✓ Une conclusion générale.

Chapitre 1

Généralités sur les eaux usées

I Introduction

Les eaux usées de nos maisons sont évacuées dans l'égout par un réseau de canalisations complexe. Ce réseau d'eaux usées collecte aussi parfois les eaux pluviales. Cependant, dans certains pays comme le Canada, il est interdit de concevoir un réseau d'égouts d'eaux usées qui collecte également les eaux pluviales. Le réseau d'égouts se compose de plusieurs collecteurs et de plusieurs branchements avant de rejoindre la station d'épuration.

I.1 Définition des eaux usées

Les eaux usées représentent toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante engendrant au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance. (Dugniolle, 1980 ; Glanic et Benneton, 1989 in Metahri, 2012)

I.2 Origine des eaux usées

D'après **RODIER et al (2005)**, On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole. L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité. Donc les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par :

- Des eaux résiduaires ou eaux usées d'origine domestique, industrielle et/ou agricole
- Des eaux pluviales ou de ruissellement urbain.

I.2.1 Origine industrielle

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent : (**RODIER, 2005**).

Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés...).
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage Galvanisation...).
- Pollution causée par les matières organiques et les graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...).
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques...).
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industrie nucléaires...).

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés. (RODIER, 2005).

I.2.2 Origine domestique

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains.

Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses.
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents.
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées.
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (w.c), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganismes. (REJSEK, 2002).

I.2.3 Origine agricole

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent

Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées

présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation).
 - Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,). Donc ces eaux sont l'issus :
- ✓ Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi-aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables (faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démolition des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).
 - ✓ Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduaires des usines de fabrication et de conditionnement. (GROSCLAUDE ;1999).

I.3 Caractéristiques des eaux usées

Dans ce sous chapitre nous passerons en revue les principaux paramètres physicochimiques analysés au cours de la partie expérimentale ainsi que les paramètres bactériologiques les plus rencontrés dans les eaux usées.

I.3.1 Paramètres Physiques

I.3.1.A La température

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, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,...etc. (RODIER et AL, 2005).

I.3.1.B La matière en suspension (MES)

Selon REJSEK (2002), la pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à $10\mu\text{m}$, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de 0,5 m/s. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à $100\mu\text{m}$) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constituent la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et $10^{-2}\mu\text{m}$)

I.3.2 Paramètres Organoleptiques

I.3.2.A La Turbidité

Selon **REJSEK (2002)**, la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables :

Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

I.3.2.B La couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement. (**REJESK, 2002**). La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. (**RODIER et Al, 2005**).

I.3.3 Paramètres Chimiques

I.3.3.A Le potentiel Hydrogène (pH)

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH. (**MATHIEU et PIELTAIN, 2003**).

$$PH = \log 1/[H^+]$$

Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées

I.3.3.B La Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations.

(REJSEK, 2002). La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm².

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m).

$$1 \text{ S/m} = 10^4 \text{ } \mu\text{S/cm} = 10^3 \text{ mS/m.}$$

I.3.3.C L'Oxygène Dissout

L'oxygène dissout est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissout est exprimée en (mg /l). (REJSEK, 2002).

I.3.3.D La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quel que soit leur origine organique ou minérale.

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation. (RODIER, 2005).

La DCO est la concentration, exprimée en mg. L⁻¹, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme. (REJSEK, 2002).

I.3.3.E La Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration. (RODIER, 2005).

Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées

Selon **REJSEK (2002)**, la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO_5) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques.

I.3.3.F L'azote

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniacque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total. (**RODIER, 2005**).

I.3.3.G Les nitrates

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1 mg/l/an, voire 2 mg/l/an dans certaines régions. Cette augmentation a plusieurs origines :

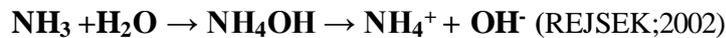
- Agricole : agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azoté ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel ;
- Urbaine : rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas total et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel. Cette source représente les 2/9 des apports,;
- Industrielle : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports. (**REJSEK, 2002**).

I.3.3.H L'azote ammoniacal

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniacque qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote.

Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées

L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :



I.3.3.I Le Phosphore

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des ortho phosphates.

L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparé analytiquement en ortho phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/L de PO_4 ou de P_2O_5

1mg/L $\text{PO}_4 = 0,747$ mg/L $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,326$ mg/L P (RODIER;2005).

I.3.3.J Le sulfate

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates. (RODIER, 2005).

I.3.4 Caractéristiques bactériologiques

Le principal indicateur bactérien pour suivre la pollution par excréments est constitué par l'ensemble des microorganismes pathogène du groupe coliformes, Exp : Salmonella , Giardia lamblia, Escherichia col...etc.(Meghzili, 2002 in Metahri, 2012).

L'irrigation directe à partir des ces eaux usées affecte la santé humaine, le cas échéant des maladies digestives (diarrhées aiguées, choléras,...).

I.4 Impacts du rejet des eaux usées au milieu récepteur

Le rejet direct des eaux usées au milieu naturel a un impact négatif sur plusieurs plans :

I.4.1 Impact environnemental

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique, en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution provoque la diminution de la biodiversité et l'altération de la qualité de l'eau (**Chelle *et al.*, 2005** in **Bodenne, 2012**), (**Carnavale, 2006**).

I.4.2 Impact sanitaire

Les eaux usées sont le siège du transport, de la croissance et du développement de plusieurs maladies et agents pathogènes appelés **Maladies à Transmission Hydrique (MTH)** (Fièvre entérique, Choléra, Leptospirose) dues à la pollution biologique bactérienne, virales et zoo parasitaires.

I.4.3 Impact Socio-économique

Elles peuvent avoir plusieurs aspects :

- Pour la production d'eau potable ; la pollution de l'eau peut réduire le nombre de ressources utilisables et augmenter le coût des traitements de potabilisation ou celui du transport de l'eau.

- La dégradation des ressources peut devenir un frein au développement industriel, car l'industrie consomme beaucoup d'eau et les exigences de la qualité de l'eau sont parfois très élevées.

- Une eau de mauvaise qualité a des conséquences sur la production agricole, car l'agriculture a recours aux eaux non traitées, pour l'irrigation des cultures.

- Le côté inesthétique des cours d'eau pollués entraîne une disparition de l'industrie touristique. Il faut, par ailleurs, remarquer qu'un cours d'eau pollué n'a plus de poissons et la baisse de l'activité piscicole diminue les revenus des pêcheurs et a un impact sur l'économie nationale (**Baok, 2007**).

I.5 La nécessité de l'épuration

Les impacts et les conséquences citées précédemment montrent la nécessité de l'épuration des eaux usées. Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être compatibles avec les exigences de l'hygiène et avec les exigences des diverses utilisations exp : agricole ou industrielles, navigation et activités sportives).

Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées

I.5.1 Les procédés de l'épuration des eaux usées

I.5.1.A L'épandage

Est la méthode d'épuration la plus ancienne qui consiste à arroser le sol avec les eaux usées. En s'infiltrant dans le sol, l'eau brute est débarrassée des particules grossières par filtration, retenue à la surface du sol, par contre les plus fines continuent leur filtration dans le sol et subissent une dégradation par les micro-organismes présents dans le sol.

I.5.1.B Les lagunes naturelles

Dans ce type de lagunes, l'épuration se fait d'une façon naturelle par le biais de grands bassins dont l'eau se déplace d'un bassin à l'autre.

Il peut être :

- ✓ **Aérobic** où l'oxygène nécessaire est fourni par des algues grâce au phénomène de photosynthèse. La profondeur du bassin doit être faible dans le but d'assurer une pénétration intense de la lumière et d'éviter le lancement du phénomène anaérobic (Ghadbane, 2007).
- ✓ **Anaérobic** : Ces bassins sont caractérisés par un développement important d'algues, sous forme de masse flottantes et un dégagement de gaz. Ce type de lagune est conçu pour les eaux usées industrielles (Ghadbane, 2007).



Figure 1 :Lagune naturelle

Chapitre1 : Généralités sur les eaux usées

Conclusion

En parlant de l'eau usée il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour son épuration.

Chapitre 2

Les étapes de traitement des eaux usées au niveau de la STEP

II Introduction

Avant d'entamer notre étude, une présentation de la station d'épuration de la wilaya de Boumerdes, ainsi que sa chaîne de traitement sont indispensables afin de faciliter notre travail.

II.1 Présentation de la station d'épuration de la wilaya de Boumerdes :

La ville de BOUMERDES est située à cheval entre les villes d'ALGER et TIZIOUZO, elle a été créée pour être une ville universitaire après l'indépendance de l'ALGERIE. Elle représente en elle seule du 10% littoral algérien soit 120km de côtes. La station d'épuration de BOUMERDES est conçue pour traiter les eaux usées domestique de la ville de BOUMERDES ainsi que d'autre communes telles que CORCO et TIJALABINE, elle s'étend sur une surface de 3.11 hectares et peut traiter jusqu'à 75000 Eqh. L'eau épurée issue de la station est acheminée directement vers la mer par oued TATAREG.



Figure 2: Station d'épuration Boumerdes

II.2 Traitement des eaux usées au niveau de la STEP

II.2.1 Principe du traitement de l'eau

Le traitement au fil de l'eau comporte les étapes suivantes :

1. Arrivée des eaux, BAY-PASS et bassin d'orage.
2. Prétraitement (dégrillage, dessablage, déshuilage)
3. Traitement secondaire (Aération biologique, clarification)

Les tableaux 1 et 2 montrent l'objectif de traitement dans la station d'épuration :

Chapitre 2 : Les étapes de traitement des E.U au niveau de la STEP

Tableau 1: Objectif du traitement

DBO5	30 mg /l
MES	30 mg/l
DCO	90 mg/l
NTK	40 mg/l

Tableau 2: La pollution éliminée

Volume journalier	15000 m ³ /j
Débit moyen 24h	625 m ³ /h
Débit de pointe temps sec	1063 m ³ /h
Débit de pointe temps de pluie	1944 m ³ /h
DBO5 journalière	4050 kg/j
MES journalières	5250 kg /j

(MEMOIRE DE MASTER ; Possibilités de réalisation des eaux épurées et valorisation des boues de la STEP de BOUMERDES, W. BOUMERDES ; CHARABI Mahfoud ; MAI 2016).

II.2.1.A Arrivée des eaux, comptage et bassin d'orage

Les effluents sont envoyés par pompage, par 3 pompes directement dans le canal d'alimentation du prétraitement d'une part et par gravité dans la bache de relèvement, ce ci par deux conduites de diamètre 600 mm.

Ce poste de relèvement permet :

- ❖ L'alimentation du prétraitement en aval.
- ❖ Le by pas total des installations par manœuvre d'un batardeau contrôlant l'entrée générale de la station

Un déversoir alimente un bassin d'orage de tout débit supérieur au nombre le débit accepté par l'installation suivant le bassin d'aération en service. Deux pompes submersibles permettent de relever ces eaux vers le prétraitement, sur la base de la vidange du bassin plein, laissant ainsi rapidement le volume disponible pour réguler le débit entrant, sans toutefois sur charger le traitement ultérieur.

Chapitre 2 : Les étapes de traitement des E.U au niveau de la STEP

II.2.1.B Caractéristiques de la station de pompage

- Un panier de dégrillage.
- 3 groupes électro-pompages spécialement conçues pour eau chargée :

Tableau 3:Caractéristiques de la station de pompage

Débit	150m ³ /h
HMT	6m
Puissance réelle	4.7kw
Interrupteurs à flotteurs	4
Type de pompe	Centrifuge radial

➤ **Prétraitements:**

Le prétraitement des eaux usées constitue une série d'opérations physiques et mécaniques reposent sur le principe de la séparation des éléments solides de la phase liquide. Cette séparation selon la taille, déchet volumineux (dégrillage), sable (dessablage) et corps gras (dégraissage-déshuilage) ou de décantation par sédimentation ou flottation.

➤ **Traitement secondaire**

- **Bassin d'aération**

Trois bassins d'aération de volume unitaire 3600 m³ et d'une profondeur de 4.5 m menaient de turbine type « ACTI-ROTOR » permettant l'aération prolongée de la culture bactérienne à l'origine du traitement.

- **Clarification finale et ouvrage de recirculation**

Les eaux sortantes des ouvrages d'aération sont dirigées vers 3 clarificateurs de diamètre 24 m la base de dimensionnement étant de 0,8 m/h par pointe de temps sec, la surface requise est de 1330m² les boues décantées au fond de chaque ouvrage sont dirigées à l'aide d'un racleur vers un puit central de collecte, elles sont reprises par une tuyauterie les acheminant vers la bache de recirculation attenante aux bassins d'aération, une partie des boues est recerclée en tête d'aération sous le nom de liqueur mixte et une partie est extraite pour être envoyé vers l'épaississeur. (MASTER ENSH 2015)

(MEMOIRE DE MASTER ; Possibilités de réalisation des eaux épurées et valorisation des boues de la STEP de BOUMERDES, W. BOUMERDES ; CHARABI Mahfoud ; MAI 2016).

❖ **La figure qui suite décrit les différentes étapes de traitement de la STEP:**

Chapitre 2 : Les étapes de traitement des E.U au niveau de la STEP

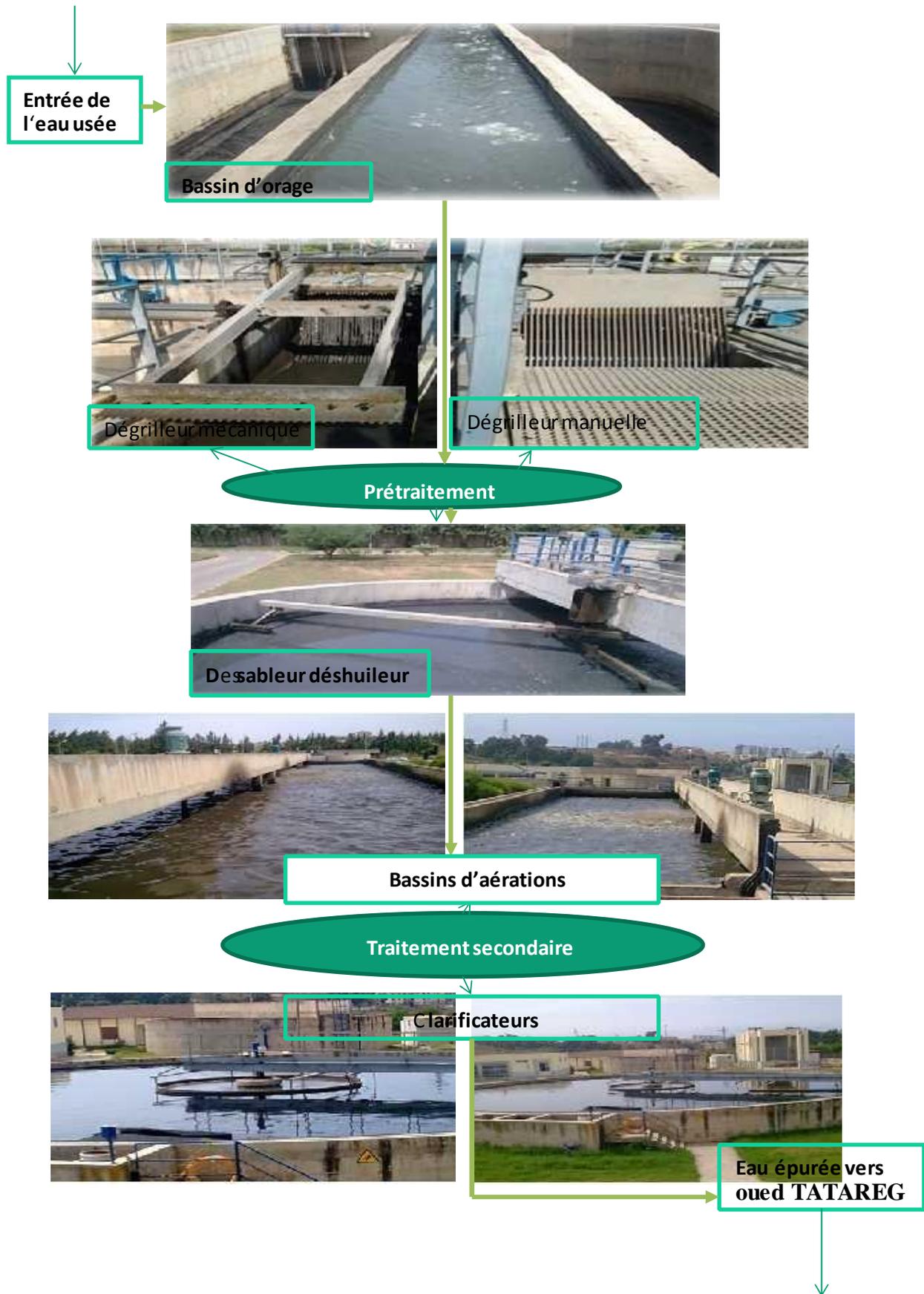


Figure 3 : les différentes étapes de traitement de la STEP

II.2.2 Traitement des eaux usées au niveau de STEP

Les eaux usées sont acheminées vers une station d'épuration ou elles subissent plusieurs phases de traitement (physiques, biologiques et chimiques).

II.2.2.A Procédés physiques (prétraitement)

Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particules les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements ces procédés de prétraitement sont ; Le dégrillage, Le dessablage, Déshuilage et dégraissage (**Ladjei,2006**).

Concernent le dégrillage ; en faisant passer l'eau à travers des grilles plus ou moins grossières pour récupérer tous les éléments solides plus gros que les espacements des grilles. Ensuite, l'eau issue subit une opération de dessablage et de déshuilage- dégraissage dont la vitesse d'écoulement de l'eau est ralentie. Des particules de taille plus petite vont se sédimenter, alors que les graisses, moins denses, vont remonter à la surface. On va alors retirer les sables par pompage et prélever l'écume (**Djeddi, 2007**).

II.2.2.B Procédés chimiques (traitement secondaire)

Ils sont mis en œuvre dans la mesure où on enregistre la présence de matières toxiques dans les eaux usées ou utilisées pour la transformation de certains éléments en particules séparables de la phase liquide (coagulants et floculant) ou également pour l'élimination de microorganismes (désinfection) (**Ghedbane, 2007**).

II.2.2.C Les Procédés biologiques

Le traitement biologique repose sur l'activité des bactéries dans l'eau, qui dégradent la matière organique. Ces techniques peuvent être anaérobies en absence d'oxygène, Ou aérobies nécessitant un apport en oxygène (**Boukhalfa et Kafi, 2013**).

➤ Les boues activées

A raison de plusieurs grammes par litre, les micro-organismes évoluent dans une solution maintenue en agitation et alimentée en oxygène par un brassage ou insufflation. L'eau usée est amenée en continu et le temps de séjour dans le réacteur biologique varie de quelques heures à quelques jours (**Vendevienne, 1982**).

➤ Les lits bactériens

Dans un lit bactérien, une culture des micro-organismes se fixe et se développe pour former un véritable film biologique (biofilm), l'effluent des eaux usées est distribué par aspersion en surface ou il sera traité (**Ghedbane, 2007**).

Chapitre 2 : Les étapes de traitement des E.U au niveau de la STEP

➤ Les disques biologiques

Dans une installation à disques biologiques, l'effluent préalablement décanté est admis dans un bassin où les disques sont partiellement immergés. Ceux-ci tournent à une vitesse de 01tour par minute dans le sens de circulation de l'eau. Ils sont regroupés sur des axes. La rotation permet ainsi le contact entre les micro-organismes fixés au disque qui se développent et l'effluent, puis l'aération de cette biomasse (Ghedbane, 2007).

➤ Le traitement tertiaire

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères performantes, laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables qui échappent à la décantation. En outre, même après un traitement secondaire l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants. La principale méthode utilisée est la désinfection par le chlore, qui doit être appliquée avec des doses très fortes et des temps de contact longs(Ladjel, 2006).

II.2.3 Utilisation des eaux usées épurées

Les eaux épurées peuvent être utilisées dans différents domaines :

- Irrigation des terres agricoles situées à l'aval de la station d'épuration.
- Irrigation des espaces verts.
- Stations de lavage.
- Activités sportives (navigation...).

II.2.4 Les normes de rejet des eaux usées

Avant que les eaux usées épurées soient rejetées dans le milieu naturel, elles doivent impérativement obéir à des normes. Dans la littérature, il existe plusieurs normes internationales comme les normes de la Fédération d'agriculture et de nourriture (FAO) établies en 1985 et celles de l'organisme mondiale de santé (OMS) en 1989. Et des normes algériennes.

II.2.5 Normes Algériennes

En Algérie, des normes nationales physico-chimiques et bactériologiques ont été établies selon le journal officiel délivré le 05/07/2012 relatives à la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. Ces normes sont récapitulées dans les tableaux01 et 02 ci-après.

Chapitre 2 : Les étapes de traitement des E.U au niveau de la STEP

Tableau 4: Normes de paramètres physico-chimiques de réutilisation des eaux usées épurée

	Paramètres	Unité	Norme ALG Des E.U
Elément Physique	pH	-	6.5<PH<8.5
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
Elément Chimique	DBO ₅	mg/l	30
	DCO	mg /	90
	Cl ⁻	meq/l	10
	Nitrate (NO ₃)	mg/l	30
	Bicarbonate(HCO ₃)	meq/l	8,5
	Aluminium	mg/l	20,0
	Arsenic	mg/l	2,0
	Béryllium	mg/l	0,5
	Bore	mg/l	2,0
	Cadmium	mg/l	0,05
	Chrome	mg/l	1,0
	Cobalt	mg/l	5,0
	Cuivre	mg/l	5,0
Eléments toxiques (*)	Cyanures	mg/l	0,5
	Fluor	mg/l	15,0
	Fer	mg/l	20,0
	Phénols	mg/l	0,002
	Plomb	mg/l	10,0
	Lithium	mg/l	2,5
	Manganèse	mg/l	10,0
	Mercure	mg/l	0,01
	Molybdène	mg/l	0,05
	Nickel	mg/l	0,05
	sélénium	mg/l	0,02
	vanadium	mg/l	1,0
	zinc	mg/l	10,0

(*) : pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.

(Source : JO, 2012)

Conclusion

On distingue en particulier les eaux usées domestiques des eaux usées industrielles. Celles-ci contiennent différents polluants qu'il faut éliminer avant le rejet de ces eaux en milieu naturel.

Chapitre 3

Détermination de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

III Introduction

Ce chapitre décrit les analyses qui sont faits, quotidiennement ou mensuellement pour contrôler la qualité de l'eau analysée au niveau de la station d'épuration de Boumerdes.

III.1 Méthode et matériel

Dans le but de connaître la qualité physico-chimique des eaux usées et l'efficacité des chanes de traitement, deux étapes principales se succèdent :

L'étape de l'échantillonnage et l'étape d'analyse.

III.1.1 L'échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, car il conditionne les résultats analytiques et leurs interprétations, qui en seront données. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico chimiques de l'eau (**Rodier et al., 2009**).

III.1.1.A Prélèvement des échantillons d'eau

Le prélèvement de l'eau épurée a été effectué une fois durant la journée pendant deux périodes différentes. Pour comparer la valeur de l'échantillon dans matin et le soir .

Les échantillons des eaux usées épurées sont recueillis dans des bouteilles en plastique pour les analyses physico-chimiques. Pour les paramètres bactériologiques, on a utilisé des flacons en verre stérilisés à 120°C, pendant une heure

Les bouteilles de prélèvement sont nettoyées et identifiées au préalable ; sur chacune ; la date, l'heure et l'endroit de prélèvement sont mentionnés.

Sur site les bouteilles sont d'abord rincées deux à trois fois par l'eau à analyser, puis elles sont remplies, en les plongeant à une profondeur de 20cm de la surface de l'eau. Durant la période de prélèvement, on évite toute modification des caractéristiques des échantillons (teneur en gaz, composés volatils dissous, contamination biologique...).

Le temps de transport des échantillons doit être minimisé au maximum jusqu'à l'arrivée au laboratoire. Les échantillons doivent être conservés à une température entre (3°C et 5°C) afin de garantir leurs intégrité.

Le tableau 5 donne la chronologie des prélèvements et les paramètres à analysés.

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

Tableau 5: les prélèvements et les paramètres analysés

Les points de prélèvement	Les dates de prélèvement	Paramètres analysés
PI : eau épurée	P1 :10/9/2020	Paramètre physico-Chimique PH, T°, MES, DBO ₅ , DCO, nitrate, sulfate, calcium, magnésium, chlorure, bicarbonate.

III.1.2 Les analyses physico-chimiques :

Pour chaque prélèvement d'échantillon, des mesures in situ sont effectuées, afin de déterminer certaines caractéristiques très sensibles aux conditions du milieu, comme la température, le pH et l'oxygène dissous.

III.1.2.A La température

✓ Mode opératoire

La température a été mesurée à l'aide d'un thermomètre de type Tempé Mètre. PDO-408). En plongeant l'électrode à environ 15cm de profondeur pendant 10 minutes et on prend la valeur affichée, le résultat est exprimé en degré Celsius (°C).

III.1.2.B Le potentiel hydrogène (pH)

✓ Principe

C'est la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant de même solution. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H⁺(Rodier et al., 2009).

✓ Mode opératoire

Les mesures du pH sont effectuées à l'aide d'un pH-mètre de type Lovibond-pH- 110.L'eau à examiner sera amenée au contact de l'électrode par circulation. La lecture est faite après stabilisation de la valeur affichée du pH.

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

III.1.2.C Les matières en suspension (MES)

✓ **Principe**

Les matières en suspension sont obtenues soit par filtration des effluents peu chargés, Soit par centrifugation des solutions, séchage jusqu'à l'évaporation total d'eau (**Rodier et al., 2009**).

✓ **Mode opératoire**

Dans notre analyse, nous avons adopté la méthode de la filtration. L'eau est filtrée et le Poids de matière retenues par le filtre et déterminé par pesée différentielle.

- On prend une membrane GFC (Glass Microfibercircles) et la marquer avec précaution pour ne pas l'abimer ;
- Peser la membrane et noter sa masse à vide M_0 ;
- Placer la membrane sur la rampe de filtration ;
- Bien agiter l'échantillon ;
- Prélever un volume de l'échantillon et le transvider sur la membrane (on prend 250ml pour l'eau épurée et 25 pour l'eau brute) on utilise la pompe à vide pour accélérer le mécanisme de la filtration ;
- Récupérer la membrane après la filtration, puis la placer dans une étuve à 105°C pendant 2h30mn pour enlever l'excès d'eau ;
- Peser de nouveau la membrane, après séchage, puis noter sa masse M_1 .



Figure 4: équipements utilisés pour la filtration (Pompe à vide)

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

✓ Expression des résultats

Le rapport entre la différence des masses et le volume filtré donne la concentration des Matières en suspension dans l'échantillon. On applique la formule suivante :

$$C_{MES} = (M_1 - M_2) \cdot 1000 / V$$

- C_{MES} : concentration de MES en mg/l ;
- M_0 : masse de la membrane avant filtration ;
- M_1 : masse de la membrane après filtration ;
- V : volume d'échantillon filtré.

III.1.2.D La demande biologique en oxygène (DBO₅)

✓ Principe

La détermination de la DBO₅ consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à une température constante égale à 20°C, pendant un temps limité, par convention 5 jours (**Ouali, 2001**).

La réduction de l'oxygène au niveau d'une cathode convenable engendre un courant proportionnel à la pression partielle d'oxygène dans la solution (**Rodier, 1996**).

✓ Mode opératoire

Nous utilisons un DBO mètre de type Lovibond.

- Pour l'eau épurée :

Dans un flacon à DBO amené à un barreau magnétique on met 428ml d'eau à analyser, puis on ajoute dix gouttes de l'inhibiteur de nitrification, dans le joint caoutchouc on ajoute trois gouttes de l'hydroxyde de potassium, on place la sonde DBO sur le flacon et on incubé le mélange à 20°C pendant cinq jours à l'obscurité.

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie



Figure 5: Le DBO mètre utilisé dans la station d'épuration des eaux usées de Boumerdes.

III.1.2.E La demande chimique en oxygène (DCO)

✓ Principe

La DCO consiste à mesurer la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation des matières oxydables présentes dans l'eau (d'origine organique ou minérale, biodégradables ou non) pendant 2 heures à l'ébullition (150°C) (Ouali, 2001). La DCO est mesurée par voie photométrique.

✓ Mode opératoire

On ajoute 2ml d'échantillon dans un tube à réactif de type Lr (0-150) pour l'eau épurée et Mr (0-1500) pour l'eau brute. On ferme hermétiquement les tubes et les mélanger avec précaution. Dans le réacteur, on chauffe les tubes pendant 120 minutes, à 150°C . Puis on les laisse refroidir, en suite on fait la mesure à l'aide d'un photomètre de type (Lovibond RD 125).

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie



Figure 6: Spectrométrie

III.1.2.F Dosage des différents types d'anions et cations

a) Les nitrates (NO_3^-)

✓ Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de Sodium, coloré en jaune susceptible d'un dosage spectrométrique (Rodier et al., 2009).

✓ Mode opératoire

On introduit dans un bécher, 10ml d'eau à analyser et 1ml de salicylate de sodium, le mélange est amené à une évaporation à 75°C jusqu'à la vaporisation total du liquide. Après refroidissement, on ajoute 2ml d'acide sulfurique, la solution est alors laisser au repos pendant 10 min pour le déroulement total des réactions. On ajoute 15 ml d'eau distillée et 15 ml de la solution de tartrate de Na OH. Après 10 min de repos finalement obtenue est passée au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 415 nm (Rodier, 1996).

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

✓ Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en milligramme par litre d'eau. Pour obtenir la concentration en nitrate (NO_3^-), on multiplie ce résultat par 4,43.



Figure 7: Spectrophotomètre

b) Les sulfates (SO_4^{2-})

✓ Principe

Les ions des sulfates (SO_4^{2-}) sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués Granulométriquement (**Rodier, 1996**).



✓ Mode opératoire

Nous avons utilisé la méthode gravimétrique, Soit (P) le poids de sulfate de baryum trouvé. La pesée est obtenue par la méthode différentielle (**Rodier et al, 2009**).

➤ Mode opératoire de dosage des ions de sulfate

- Ajouter 100 ml d'eau analysé et ajouter 5 ml HCl (10%) ;
- Chauffer la solution jusqu'à l'ébullition en agitateur constamment pour éviter les projections;
- Ajouter goutte à goutte 20 ml de chlorure de baryum à 10% ;

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

- Prolonger l'ébullition à 10 minutes sans interrompre l'agitation ;
- Laisser reposer puis filtrer la solution ;
- Laver le précipité bien par l'eau distillé bouillante et laver par l'éthanol ;
- Prélever le papier à filtre et disposer dans un creuset, puis disposer dans le four à calcination pour la dessiccation totale ;
- Laisser refroidir et peser.

✓ Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 100 ml : $(\text{SO}_4^{2-}) (\text{mg /l}) = P \times 10 \times 0,41155$

c) Bicarbonates (HCO_3^-)

✓ Principe

C'est la détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée qui est nécessaire pour neutraliser un volume d'eau à analyser à un pH variant de 4,3 à 8,3. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

✓ Mode opératoire

Prendre 100 ml d'eau analysé, noter son pH puis titrer avec HCl à 0,1 N jusqu'à l'obtention d'un pH de 4,3 (Rodier, 1996).

✓ Expression des résultats

$$(\text{HCO}_3^-) = (\text{VA} \times \text{CA} \times \text{M}(\text{HO}_3^-) \times 100 / \text{PE}.$$

- VA : volume d'acide versé
- CA : normalité d'acide versé ;
- M (HO_3^-) : masse des bicarbonates (HCO_3^-);
- PE : prise d'essai.

d) La dureté de l'eau

La dureté ou titre hydrométrique (TH) d'une eau correspond à la somme des Concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

auxquels s'ajoutent quelque fois les ions de : fer, aluminium, manganèse et strontium. La dureté totale s'exprimée en Ca CO_3 (mg/l) (**Rodier et al., 2009**).

Expression des résultats

La dureté s'exprimée en CaCO_3 (mg/l), est égale à $(V_1+V_2) \times 1000/50$.

- V_1 : volume de dosage du calcium ;
- V_2 : volume de dosage du magnésium

e) Le calcium (Ca^{2+})

✓ Principe

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A, à pH compris entre 12 et 13. Ce dosage se fait en présence de Murexide. L'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions des calciums libres, puis avec les ions calciums combinés avec indicateur qui varie alors de la couleur rouge à la couleur violet (**Rodier, 1996**).

✓ Mode opératoire

Ajouter 25 ml d'eau à analyser, et ajouter 1 ml de NaOH à 2N, puis du Murexide, et titrer avec l'E.D.T.A, jusqu'au virage « violet », puis notée (V_1) (**Lebres, 2006 in Briki, 2010**).

✓ Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 25ml la teneur en calcium est égale à :

$$\text{Ca (mg /l)} = V_1 \times 0,4008 \times 1000/25$$

f) Le magnésium (Mg^{2+})

✓ Principe

Le magnésium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A, ce dosage se fait en présence de noir eriochrome. L'. D.T.A. réagit tout abord avec les ions du magnésium libre, puis avec les ions magnésium combiné avec d'indicateur qui vire alors de la couleur violet à la couleur bleu (**Rodier, 1996**).

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

✓ Mode opératoire

Ajouter 25ml d'eau à analyser, et ajouter 1 ml de NH₄ OH de pH égale à 10,1, puis 2 ou 3 gouttes de noir eriochrome et on titre avec l'E.D.T.A. jusqu'au virage bleu puis notée (V₁) ((Lebres, 2006 in Briki, 2010).

✓ Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 25ml la teneur en magnésium est égale à :

$$\text{Mg (mg /l)} = V_2 \times 0,243 \times 1000/25.$$

- V₁ : volume de dosage du calcium ;
- V₂ : volume de dosage du magnésium ;

g) Le chlorure (Cl⁻)

✓ Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre, par une solution titrée de nitrate d'argent en présence du chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (**Rodier et al., 2009**).

✓ Mode opératoire

Prendre 25ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de (K₂ CrO₄) (coloration jaunâtre) puis titrer les avec le nitrate d'argent (Ag NO₃) 0,01N jusqu'au virage brunâtre

✓ Expression des résultats

La concentration des chlorures dans l'eau est donnée par la formule suivante :

$$\text{Cl (mg /l)} = V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl/PE}}$$

V_{AgNO₃} = volume d'AgNO₃ nécessaire pour le dosage de l'échantillon;

N_{AgNO₃} = Normalité d'AgNO₃ ;

M_{Cl} = Masse des chlorures.

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

III.1.3 Les analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été aussi réalisées au niveau du laboratoire de STEP de Boumerdes. Dans notre étude, on essaye de rechercher les germes indicateurs de pollution des eaux qui sont :

- Les germes totaux .
- Les coliformes .
- Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) .
- Les staphylocoques.

Le dénombrement des microorganismes présents dans l'eau est effectué par le calcul statistique du nombre le plus probable d'unité infectieuse (NPP), après répartition de l'inoculum dans un certain nombre de tubes de milieu de culture liquide, et en tenant compte du nombre respectif de cultures (positives) ou (négatives) obtenues.

III.1.3.A Recherche et dénombrement des germes totaux

✓ Principe

La recherche et le dénombrement des germes révivifiables se réalisent à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 22°C, et ceux mésophiles soit 37°C.

✓ Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, on prend aseptiquement, 2 fois, 1ml pour les déposer dans deux boîtes de pétries vides numérotés. On complète chaque une des boîtes avec environ 20ml de gélose TGEA fondue, puis refroidie à 1°C. Faire des mouvements séculaires de va et vient, en forme de 8, pour permettre à l'incubation de ce mélange à la gélose. Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5ml de la même gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations déverse.

✓ La lecture

Les germes totaux se présentent dans les deux cas sous formes de colonies lenticulaires poussant en masse.

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

✓ Le dénombrement

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte des remarques suivantes :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies ;
- Le résultat sera exprimé par millilitre d'eau à analyser à 20°C et à 37°C.

III.1.3.B Recherche et dénombrement des coliformes

La colimétrie consiste à déceler et à dénombrer les germes coliformes dont les coliformes fécaux, notamment d'origine fécale. Elle se réalise en deux étapes :

- La recherche présomptive des coliformes ;
- La recherche confirmative des coliformes totaux, et éventuellement des autres coliformes.

➤ Test présomptif

Il est effectué en utilisant le bouillon lactosé pourpre de bromocresol (B.C.P.L). Tous les tubes sont munis de cloches de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu.

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 5 Tubes de 10ml de B.C.P.L simple concentration avec 10ml d'eau muni d'une Cloche de Durham.
- 5 Tubes de 10ml de B.C.P.L simple concentration avec 1 ml d'eau muni d'une Cloche de Durham.

✓ La lecture

La lecture se fait après 48h d'incubation. Tous les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
 - Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du nombre le plus probable (NPP).

➤ Test confirmatif

A partir de chaque bouillon BCPL positif pour la recherche de coliformes totaux, Ensemencer 2 à 3 gouttes dans un tube de milieu indole mannitol (milieu de Schubert) muni d'une cloche de Durham.

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

✓ La lecture

Après 24h d'incubation sous une température de 44°C, tous les tubes, présentant une culture, de gaz dans la cloche et une réaction indole positive (anneau rouge en surface). Après L'espèce *Staphylococcus aureus* se présente sous forme de coquille, en grappe, Gram+, possédant l'enzyme catalase et la coagulase. Dans notre étude, la recherche de cette espèce s'effectue en utilisant l'enrichissement sur milieu de Chapman.

✓ Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 1ml à l'aide d'une pipette pasteur Stérile. Déposer ce volume au centre d'une boîte de pétrie contient à environ de 20 ml du milieu Chapman préparées à cet usage. Ensuite réaliser l'ensemencement ZIG ZAG ou un mouvement pendulaire. L'incubation se fait à 37°C pendant 24à48 heures.

✓ La lecture

La lecture s'effectue après 48 heures d'incubation. Repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune. L'addition de réactif d'Ehrlich Kovacs, sont considérés comme positif. La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP en tenant compte fait qu'*Escherichia coli* (Lebres. 2006 in BRIKI, 2010).

III.1.3.C Dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs

✓ Principe

Les anaérobies sulfiti-réducteurs (ASR) se développant de 24 heures à 48 heures sur une Gélose viande-foie(VF) ils réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure de fer (FeS) en présence de fer (Fe^{+2}), en donnant des colonies de couleur noire. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne(Lebres, 2006 in Briki, 2010)

✓ Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser :

- Prendre environ 25ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de

Chapitre 3: Détermination de la qualité physico-chimique et Bactériologie

l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes .

- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube .
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5ml par tube .
- Ajouter environ 18 ml de gélose viande-foie, fondue puis refroidie, additionnée une ampoule d'Alum de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium .
- Mélanger doucement le milieu .
- Laisser solidifier sur pailleuse pendant 30 minutes, puis incuber à 37°C, pendant 24 à 48 heures .

✓ **La lecture**

Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.

III.1.3.D Recherche de staphylocoque (Staphylococcus aureus)

✓ **Principe**

L'espèce *Staphylococcus aureus* se présente sous forme de coquille, en grappe, Gram+, possédant l'enzyme catalase et la coagulase. Dans notre étude, la recherche de cette espèce est effectuée en utilisant l'enrichissement sur milieu de Chapman.

✓ **Mode opératoire**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 1ml à l'aide d'une pipette pasteur stérile. Déposer ce volume au centre d'une boîte de pétrie contenant à environ 20 ml du milieu Chapman préparées à cet usage. Ensuite réaliser l'ensemencement ZIG ZAG ou un mouvement pendulaire.

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

✓ **La lecture**

La lecture s'effectue après 48 heures d'incubation. Repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune.

Conclusion

Ce chapitre permis d'identifier toutes les analyses physico-chimique et bactériologiques faits au niveau de laboratoire ainsi que les différents modes opératoires et les appareils de mesure.

Chapitre 4

Résultats et interprétation

Chapitre 4 : Résultat et interprétation

IV Introduction

Dans notre étude nous avons utilisé l'eau usée à la STEP, cette eau variable. La composition et la quantité des eaux usées sont liées à divers facteurs notamment au mode de vie ainsi qu'aux activités humaines. L'analyse physico-chimique de cette eau est suivante

IV.1 Les résultats trouvés après le traitement

Nous avons comparé les résultats suivant les normes algériennes de l'eau traitée.

Le tableau 6 montre tous les valeurs mesurées des paramètres :

Tableau 6:les résultat après les mesures

Elément	paramètre	Eau usés épurée	Norme Algériennes
Physiques	T (°C)	16.13	30
	PH	8.30	6.5<PH<8.5
	MES (mg /L)	13.33	30
Chimiques	DBO5 (mg /L)	9.23	30
	DCO (mg /L)	23.67	90
	NO ₃ (mg /L)	1.9	30
	Ca ²⁺ (mg /L)	116.5	-
	Mg ²⁺ (mg/L)	443.7	10
	Cl ⁻ (mg /L)	5.02	10
	HCO ₃ ⁻ (mg /L)	32.23	8.5
Toxiques	Chrome(mg /L)	24.1	1.0
	Nickel (mg /L)	16	2.0
	Cuivre (mg /L)	78	5.0
	Cadmium (mg /L)	1.5	0.05
	Plomb (mg /L)	71	10.0
	Zinc (mg /L)	389	10.0

Chapitre 4 : Résultat et interprétation

IV.1.1 La température

Dans le tableau 6 on a montré que la variation de la température des eaux usées épurées est faible par rapport aux normes Algériennes. Cette variation de la température des eaux est fonction de la variation saisonnière de la température de l'air.

IV.1.2 PH

Le pH des eaux usées épurées est basique durant toute la période d'étude. Qui sont dûes au lessivage des terres calcaires de la plaine.

IV.1.3 MES

La matière en suspension contenue entre 13 mg/l et 14 mg/l. Elle est faible par rapport aux normes. Cette variation est due à l'apport solide emporté par l'oued durant l'hiver.

IV.1.4 DBO₅

Les valeurs de la DBO₅ des eaux épurées sont comprises entre 9mg/l et 10mg/l. Ces concentrations faibles de la DBO₅ par rapport aux limites de la réglementation algérienne qui sont de l'ordre de 30mg/l sont dues à la dégradation de la matière organique sous l'action des micro-organismes.

IV.1.5 La demande chimique en oxygène (DCO)

D'après le tableau, on remarque que l'oxydation chimique est stable le long des prélèvements, et sont comprises entre 23 et 24 mg/l. Cette diminution est due probablement à une forte oxydation chimique des matières oxydables, qui est témoin d'un traitement d'épuration très efficace de la STEP. Les normes algériennes préconisent des teneurs limites de 90mg/l.

IV.1.6 La conductivité électrique (CE)

Les valeurs de la CE dépassent la limite arrêtée par la réglementation et qui sont dues à des ions Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^-

Remarque : les valeurs des ions et des cations sont plus élevées à cause des eaux de mer. On dit qu'elle est « salée » parce qu'elle contient des substances dissoutes, les sels, constitués d'ions, principalement des ions halogénures comme l'ion chlorure et des ions alcalins comme l'ion sodium. On trouve 30 à 40 g de sels dissous pour 1 kg d'eau de mer.

Chapitre 4 : Résultat et interprétation

IV.1.7 Dosage des différents types d'anions et de cations

✓ Les nitrates (NO_3^-)

Des eaux épurées sont très faibles (entre 1 et 2 mg/l) par rapport à la réglementation algérienne ce qui monte l'efficacité du traitement.

✓ Les bicarbonates (HCO_3^-)

On constate que les taux de bicarbonate au niveau des eaux épurées est élevés (01fois plus la limite arrêtée).

✓ Calcium (Ca^{2+})

On constate que les teneurs en calcium dans l'eau épurée sont très élevées par rapport aux Normes

pour **Briki (2010)** .Le calcium existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates Et sous forme de sulfates et de chlorures.

✓ Magnésium (Mg^{2+})

Dans le tableau Le teneur en magnésium dans les eaux usées épurées est très élevée(44 fois supérieur à la norme d'ALGERIENNE). A cause de l'eau de mer salée.

✓ Le chlorure (Cl^-)

Dans le tableau le teneur en chlorure dans l'eau usée épurées est inférieur à la norme. (02 fois plus). Les valeurs élevées de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- montent le lessivage des terres calcique de la région de Boumerdes et confirent les valeurs élevées de CE et pH basique.

✓ Élément toxique

Après l'analyse, nous avons constaté que tous les composés toxiques ont un pourcentage très élevé dans l'eau

En effet, Tout les réseaux d'assainissement de la plupart des entreprises industrielles de la vile de Boumerdes sont connecte à la station d'épuration. Surtout le constructeur automobile SAV SOVAC près de la station d'épuration.

Chapitre 4 : Résultat et interprétation

IV.1.8 Analyses bactériologiques de l'eau

Les résultats des analyses microbiologiques des eaux usées prélevées au niveau des stations de traitement des eaux sont résumés dans le tableau 7 .

Tableau 7 Résumés des analyses bactériologiques de l'eau des stations étudiées

Paramètre	Unité	Station de traitement
germe- T	germes/ 100ml	>300
Coli- T	germes/ 100ml	>240
Coli-F	germes/ 100ml	>240
Staphylococcus aureus	germes/ 100ml	Trop chargée
Sulfito-réducteurs	germes/ 100ml	Abs
Qualité de l'eau		Mauvaise

✓ Les germes totaux

On constate qu'il y a une charge très élevée des germes totaux dans les eaux usées épurées. En effet, le nombre de germes observé dépasse les 300 par ml.

✓ Les coliformes totaux et fécaux

D'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessous, on remarque que le nombre des coliformes est très élevé de l'eau épurée. elle dépasse 240 colonies/ml.

✓ Staphylococcus aureus

Nos analyse montre qu'il y'a une charge importante des germes de type Staphylococcus aureus dans les eaux usées épurées.

✓

Les anaérobies sulfito-réducteurs

D'après les résultats enregistrés dans le tableau 7, on remarque l'absence de germe Anaérobiesulfito-réducteurs dans l'eau épurée.

Chapitre 4 : Résultat et interprétation

Conclusion

A travers les résultats obtenus précédemment, nous remarquons que la station d'épuration de Boumerdes produit une eau de qualité acceptable par rapport aux normes Algériennes.

Conclusion générale

Conclusion générale

La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages. Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Economique et Environnementale.

Dans ce travail, nous avons analysé la qualité physico-chimiques et bactériologique des eaux usées épurées de la station d'épuration de la ville de Boumerdes pour voir la possibilité d'utiliser cette eau à autre domaine importants dans la vie.

Les résultats physico-chimiques obtenus indiquent que les eaux usées épurées sont caractérisées par un pH basique de 8. Elles se caractérisent par un faible taux en M.E.S(13mg/l) qui est au-dessous des normes Algériennes admissibles, et une DBO5 faible avec une moyenne de 09mg/l. Les teneurs faibles de ces deux derniers paramètres sont dues probablement à la dégradation de la matière organique. Pour la DCO, on constate que les teneurs avoisinent 23 mg/l. Ces eaux usées épurées sont caractérisées par une dureté élevée (forte teneur en Ca^{+2} et Mg^{+2}).

Concernant les paramètres bactériologiques et des éléments toxiques, on a enregistré des valeurs très élevées. En effet, on a noté l'absence des anaérobies sulfite-réducteurs, et une charge très forte en germes totaux, en coliformes totaux et des coliformes fécaux avec présence de *Staphylococcus aureus*. De plus, on a noté la présence de quantités énormes de métaux lourds comme le Chrome, Nickel, Cuivre, Cadmium, plomb, Zinc.

En effet, les résultats physico-chimiques des eaux épurées sont un peu incompatibles avec les normes Algériennes tandis que les résultats bactériologiques et ceux des métaux lourds sont très loin. Donc, les procédés utilisés par la station d'épuration de Boumerdes sont efficaces à l'échelle physico-chimiques puisqu'il y a une élimination significative de la matière organique (diminution des teneurs en Matières en suspension, DBO5 et DCO). L'eau est presque transparente, moins d'odeur. Alors que les résultats bactériologiques montrent l'absence des traitements de désinfection au niveau de la station. De plus les résultats des métaux lourds indiquent la présence des éléments toxiques (éléments de traces).

Au terme de cette étude et à la lueur de ces résultats, il est important d'optimiser le processus épuratoire des eaux usées en vue d'éliminer au maximum la pollution de l'eau notamment la pollution biologique (Bactéries et parasites) et chimiques afin de diminuer l'impact de ces nuisances sur le milieu récepteur.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Baok, G. (2007)** pollution des eaux de rivière et impact sur les populations riveraines : cas de la rivière mgoua dans la zone industrielle de douala-bassa (cameroun). Mémoire de master, Université de Dschang, 78 p.
- Bouenne , A.& Lebsir, W. (2012)** Etude des paramètres physico-chimiques des eaux usées urbaines de Jijel (cas de la station d'épuration d'El-rabta). Mémoire d'ingénieur, Université de Jijel, 56 p.
- Boukhalfa, A. & Kafi, K. (2013)** Conséquences de l'utilisation de deux types d'eau d'irrigation sur les paramètres physico- chimique d'un sol de la station d'épuration de Ouargla. Mémoire de master académique, Université kasdi merbah, Ouargla, 52 p.
- Boukhris, K. (2012)** Mode de dégradation des aridosols par précipitations salines saisonnières, approche géochimique (cas de la cuvette de Ouargla). Mémoire ingénieur, Université de Ouargla, 82p.
- Briki, Z . (2010)** Contribution à l'étude des sources de pollution d'une zone humide d'importance internationale (cas du chott El Hodna). Mémoire d'ingénieur, Université de M'sila, 77p.
- Carnavale, E., Frie, A., Garcia, D. & Coppel, G. (2006)** Impacts des activités et des intrants agricoles (engrais, pesticides, déchets, etc.) sur les eaux situées en aval des exploitation. Haute Ecole De Gestion De Genève. 6-8 p.
- Charabi,M (2016)** Possibilités de réalisation des eaux épurées et valorisation des boues de la STEP de BOUMERDES, MEMOIRE DE MASTER . Université de Boumerdes ,51p.
- Djeddi, H. (2007)** utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Mémoire de Master, Université de Mentouri, Contantine.
- Ghadbane, N. (2007)** Les eaux usées urbaines (ville de M'sila). Mémoire de magister, Université de M'sila, M'sila, 147 p.
- J.O ,Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique population.** N°41, 2012 du 05/07/2012 , 27p.
- Ladjel, F. (2006)** Exploitation d'un station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement, CFMA- Boumerdes, 80 p.
- Louanas, K. et Ghodbane, E. (2011)** Evaluation de la toxicité des rejets de la ville de M'sila sur les eaux de Oued K'sob par détermination de leurs qualités physico- chimiques et biologiques. Mémoire d'ingénieur, Université de M'sila, 73 p.
- Metahri, M. (2012)** Elimination simultanée de la pollution azotée phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammerie, Tizi-Ouzou, 5 p : 148.
- Rodier J. (1996)** L'analyse de l'eaux naturelles , eaux résiduaires, eau de mer. 8^eédition, 1357p.

Références bibliographiques

Rodier J .Legube B. Merlet N et al, (2009) Analyse de l'eau. 9^eédition. Dunod, Paris. 1526p

Vandevenne, L. (1982) Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 503 p