

Mémoire de Master

Présenté par :

- Meznad linda
- Messaoudi samira

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie

Spécialité : Chimie analytique

Thème :

Evaluation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées de la STEP de Sidi Ali Ibhar Béjaïa

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Nom & Prénom	Département d'affiliation	Qualité
Bezzi		Président
Azouz		Examineur

2021–2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions « ALLAH » le tout puissant, le miséricordieux de nous 'avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminer ce travail.

Nous tenons à remercier notre promoteur monsieur Boukerroui .A pour son encadrement , sa patience et son encouragement .

Nos vifs remerciement vont pour le personnel de la station de Sidi Ali Lebhar , surtout madame Adouane .N de nous avoir aidé à effectuer les analyses .

Nos remerciements vont également aux membres de jury qui nous feront l'honneur de juger ce travail.

En fin Nous remercions toute les personnes qui nous ont soutenues et encouragées pour aller au bout de ce travail, en particulier nos familles et nos amis proches

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents

Aucune dédicace aussi parfaite et douce soit-elle, ne saurait exprimer mon affection, ma reconnaissance, ma gratitude, mon respect les plus profonds et tout l'amour que je vous porte.

Ce travail représente le fruit de votre soutien, vos sacrifices et vos encouragements.

A mes très chères sœurs et mon cher frère

A mes très chères nièces et ma binôme Messaoudi samira

A tous mes amis.

A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

A vous

Meznad LINDA

Dédicace

Je dédie ce modeste aux deux personnes que j' aime le plus dans la vie, ma raison de vivre qui méritent tout le respect du monde qu' ils trouvent ici le témoignage de mon profond amour et mon dévouement infini.

Ma mère, Azzi Henia source de compassion et de tendresse, l' exemple de patience et de sacrifice, la raison de mon existence et le support de ma vie ;

A mon très cher père, Messaoudi Mohaned Saïd le plus parfait dans le monde, mon grand exemple et le secret de ma réussite ;

Que ALLAH les protège et leur réserve une longue vie pleine de bonheur et de santé.

A mes frères : Massi et Nassim

A ma sœur : Chahra

A quelqu' un de spécial, qui a su me reconforter, me redonner du courage et m' épauler lors des moments difficiles.

et une spéciale dédicace à mes neveux Bilal et Adam .

A ma binôme meznad linda

Samira

La liste des abréviations

ASR : Anaérobies sulfite-réducteurs.

BCPL : bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol.

BEA : Bile EsculineAzide.

CT : Coliformes Totaux.

CF : Coliformes Fécaux.

D/C : Double concentration.

E-coli : Escherichia coli.

pH : Potentiel hydrogène.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l).

MES : Matière En Suspension.

NPP : Nombre le plus probable.

IB : Indice de boue.

ONA : Office National de l'assainissement.

S/C : Simple concentration.

ST : Streptocoques fécaux.

STEP : Station d'Épuration des eaux usées.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

VF : viande foie

Liste des figures

Figure 1.1: Carte géographique de la STEP (Google Heath 2018)	10
Figure 1.2 : Organigramme de la STEP de Sidi Ali Lebhar (Bejaia)	11
Figure 1.3 :Dégrilleur grossier.	13
Figure 1.4 :Dégrilleurs fins.	13
Figure 1.5 : Dessableur	14
Figure 1.6 : Déshuileur	14
Figure 1.7 : Bassin biologique	16
Figure 1.8: schéma général de fonctionnement d'une station d'épuration	18
Figure 2.1 : Protocole de mesure des phosphates. Erreur ! Signet non défini.	
Figure 3.1 : Variations des valeurs de la température des eaux usées à l' entrée et à la sortie de la STEP.	38
Figure 3.2 : Variations du ph de l' eau à l' entrée et la sortie de la STEP	39
Figure 3.3 : Variations du MES de l' eau à l' entrée et à la sortie de la STEP	40
Figure 3.4 : Variations du DBO5 de l' eau usée à l' entrée et à la sortie de la STEP	41
Figure 3.5 : Variations de la DCO de l' eau usée à l' entrée et à la sortie de la STEP	42
Figure 3.6 : Variations du (NH4) de l' eau usée à l' entrée et la sortie de la STEP.	43
Figure 3.7 : Variations du NO2 de l' eau usée à la l' entrée et la sortie de la STEP	43
Figure 3.8 : Variations du NO3 de l' eau usée à la l' entrée et la sortie de la STEP.	44
Figure 3.9 : Variations du NT de l' eau usée à la l' entrée et la sortie de la STEP.	45
Figure 3.10 : Variations du phosphate de l' eau usée à la l' entrée et la sortie de la STEP.	45
Figure 3.11: Variations du l' indice de boue de l' eau usée dans le bassin biologique	46

Liste des tableaux

Table 1-1 : Conductivité de l' eau et degré de minéralisation .	6
Table 1-2: classification des eaux d'après leur pH	7
Table 2-1 : plage de DBO et estimation des volumes d' échantillon à utiliser	25
Table 3-1 : Résultats des analyses microbiologiques	48

La table des matières

La liste des abréviations	i
Liste des figures.....	ii
Liste des tableaux	iii
Introduction générale.....	1
<i>chapitre 1 Les eaux usées</i>	3
1.1 Définition sur les eaux usées	3
1.2 Origine des eaux usées.....	3
1.2.1 Les eaux usées domestique.....	3
1.2.2 Les eaux usées pluviales.....	3
1.2.3 Les eaux agricoles.....	3
1.2.4 Les eaux usées industrielles	4
1.3 Composition des eaux usées	4
1.4 Types de pollutions des eaux usées	4
1.4.1 Pollution organique.....	5
1.4.2 Pollution minérale.....	5
1.4.3 Pollution microbiologique	5
1.5 Caractéristiques des eaux usées.....	5
1.5.1 Paramètres physico-chimiques	5
1.5.1.1 Paramètres physiques.....	5
1.5.1.1.1 Couleur.....	5
1.5.1.1.2 Odeur	6
1.5.1.1.3 Température.....	6
1.5.1.1.4 Matières en suspension (MES)	6
1.5.1.1.5 Turbidité.....	6
1.5.1.1.6 Conductivité.....	6
1.5.1.2 Paramètres chimiques	7
1.5.1.2.1 pH.....	7
1.5.1.2.2 Oxygène dissous	7
1.5.1.2.3 Chlorures (Cl ⁻).....	7
1.5.1.3 Paramètres de pollution (matières organiques)	7
1.5.1.3.1 Demande chimique en oxygène (DCO).....	7

1.5.1.3.2	Demande biochimique en oxygène (DBO5)	7
1.5.1.3.3	Matières azotées.....	8
1.5.1.3.4	Matières phosphatées.....	9
1.5.1.4	Paramètres microbiologiques.....	9
1.6	Création de l'office national de l'assainissement (ONA)	10
1.6.1	Création de l'unité de Bejaia.....	10
1.6.2	Situation géographique.....	10
1.6.3	Station d'épuration des eaux usées Sid Ali Lebhar :	11
1.6.4	Organigramme d'une STEP	11
1.6.5	Les constituants de la STEP	11
1.7	Epuration des eaux usées.....	12
1.7.1	Les étapes de l'épuration des eaux usées	12
1.7.1.1	Le relevage.....	12
1.7.1.2	Prétraitement	12
1.7.1.2.1	Dégrillage.....	12
1.7.1.2.2	Le dessablage.....	13
1.7.1.2.3	Le dégraissage-déshuilage.....	14
1.7.1.3	Le traitement primaire :	14
1.7.1.4	Traitement secondaire	15
1.7.1.5	Le traitement tertiaire.....	16
1.7.1.6	Traitement des boues activées	16
1.8	But du traitement des eaux usées :.....	18
<i>chapitre 2</i>	<i>Matérielle et Méthode</i>	<i>19</i>
2.1	Introduction	20
2.2	Prélèvement et échantillonnage.....	20
2.3	Modes opératoires de mesure des paramètres physico chimiques.....	20
2.3.1	Température	20
2.3.2	Mesure du pH	21
2.3.3	Mesure de la Conductivité	22
2.3.4	Oxygène dissous.....	22
2.3.5	Matière en suspension (MES).....	23
2.3.6	Demande biochimique en oxygène DBO	24

2.3.7	Demande chimique en oxygène (méthode HACH)	26
2.3.8	Azote ammoniacal (N-NH ₄ ⁺)	27
2.3.9	Azote total (n)	27
2.3.10	Analyse des Nitrates (NO ₃ ⁻)	28
2.3.11	Analyse des Nitrites (NO ₂ ⁻)	29
2.3.12	Analyse des phosphates (PO ₄ ³⁻)	29
2.3.13	Mesure de l'Indice de boues (test de décantation de boues) ou V30	30
2.4	Analyse microbiologique des eaux usées	30
2.4.1	Recherche des coliformes totaux	31
2.4.1.1	Préparation de la dilution	31
2.4.2	Recherche des streptocoques fécaux (méthode par ensemencement en milieu liquide)	32
2.4.3	Recherche des clostridium (Anaérobie sulfite-réducteur)	33
2.4.4	Recherche des salmonelles	34
2.4.4.1	Enrichissement	34
2.4.4.2	Isolement	34
2.4.4.3	Identification	34
2.4.5	Recherche des vibrions chloriques	35
<i>chapitre 3</i>	<i>Résultats et discussion</i>	<i>43</i>
3.1	Introduction	38
3.2	Evaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées	38
3.2.1	La température	38
3.2.2	PH	39
3.2.3	Matière en suspension	39
3.2.4	Demande biochimique en oxygène DBO ₅	40
3.2.5	Demande chimique en oxygène DCO	41
3.2.6	Analyse de l'azote ammoniacal (N-NH ₄ ⁺)	42
3.2.7	Mesure des N-NO ₂	43
3.2.8	Analyse des Nitrates N-NO ₃	43
3.2.9	Mesure de l'Azote total (NT)	44
3.2.10	Mesure des Phosphates (PO ₄ ³⁻)	45
3.2.11	Mesure de l'Indice de boues	46

3.3	Evaluation des paramètres microbiologiques	46
3.3.1	Résultats des analyses microbiologiques.....	46
3.3.2	Notations des abréviations dans le tableau 3-1.....	48
3.3.3	Les coliformes totaux et fécaux	49
3.3.4	Streptocoque fécaux :(entérocoques)	49
3.3.5	Clostridium sulfite-réducteurs (ASR).....	49
3.3.6	Recherche de la salmonelle et vibrions cholériques.....	50
	Conclusion générale	50
	Références bibliographies	
	Annexes	
	Résumé	

Introduction générale

L'eau est une ressource vitale pour la santé humaine et le développement dans ses projets industriels et agricoles. Cependant en raison de sa consommation accrue pour satisfaire tous les besoins afin d'assurer son développement économique et sociale, ceci engendre des problèmes de pollution. Ce sont principalement des rejets d'eaux usées qui sont déversés dans la nature d'une manière anarchique et sans traitement. Cette pollution contribue considérablement à la contamination des eaux saines de surface et souterraine. Pour y remédier, on doit obligatoirement penser à une épuration de ces eaux usées. Pour cela, les pouvoirs publics ont mise en place, dans les villes des systèmes d'assainissement en construisant des stations d'épuration appelées STEP.

Le traitement des eaux est devenu un impératif et un enjeu social et environnement incontournable puisque un effluent non traité contamine le milieu naturel et celui de l'homme ,qui peut avoir un impact sur la santé publique et la vie des citoyens.

Cette opération se fait généralement par un ensemble de procédés visant dépolluer l'eau usée pour son éventuelle réutilisation par voie de recyclage dans l'irrigation des périmètres agricoles et espaces verts.

Notre travail consiste à étudier le traitement des eaux usées par procédé de baous activés et suivre ces étapes, à partir de l'examen des résultats obtenus des analyses physico-chimiques et microbiologiques avant et après leur traitement. Cela revient à dire qu'on peut juger le rendement de la station d'épuration en fonction de la qualité des eaux usées obtenues.

A cet effet, on a choisi le laboratoire de la station d'épuration de sidi ali lebhar bejaia pour réaliser les analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux usées traité et d'en assurer le suivi des résultats plusieurs questions se posent dans ce cadre :

Quelle sont les techniques qu'on utilise pour l'épuration des eaux usées ?

La qualité de ces eaux épurées, est-elle conforme aux normes internationales de rejet et apte pour des réutilisations ?

A partir de ces questions on peut citer l'hypothèse suivante :

Le procédé de traitement des eaux usées est-il convenable par rapport aux conditions existantes sur le plan national ?

Pour concrétiser ceci, on a divisée notre étude en deux parties : une partie bibliographique et une partie expérimentale.

La première partie comportera un chapitre décrivant les généralités sur les eaux usées, une description de la STEP de Sidi Ali Lebhar (lieu de notre stage) et ses étapes de traitement des eaux usées.

La deuxième partie est consacrée à la partie décrivant les matériels et les méthodes utilisés dans l'analyse physicochimiques et bactériologique.

Dans le troisième chapitre sont rassemblés les résultats obtenus suivi de nos discussions et interprétations envisagés en se basant sur les recommandations des travaux similaires contenus dans la littérature.

Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale.

chapitre 1

Les eaux usées

1.1 Définition sur les eaux usées

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage. La pollution des eaux dans son sens le plus large est défini comme « Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » (Merlet, 2004).

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible. Durant leur transport, ces eaux se modifient d'autant plus vite que la température est élevée ; elles deviennent noires et dégagent une odeur d'œufs pourris, signe de la présence d'hydrogène sulfureux (H₂S), dangereux pour les égoutiers et corrosifs pour le béton et les aciers des égouts. Environ un tiers des matières contenues est en suspension, le reste est en solution.

La plupart des eaux usées sont inoffensives, d'autre sont nocives, elles peuvent être à l'origine de graves problèmes de santé publique (Moussa Moumouni Djermakoye, 2005).

1.2 Les origines des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité de substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eau usées.

1.2.1 Les eaux usées domestique

- Ce sont les eaux utilisées par l'homme pour des besoins domestiques (Chocat, 1997) elles constituent essentiellement de la pollution et se composent :
Des eaux de cuisine : qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à de matières organiques à base (glucides, lipides ; protides), et des produits détergents.
- Des eaux de buanderie : contenant principalement des détergents.
- Des eaux de salle de bains : chargées en produits pour l'hygiène corporelle. Généralement de matières grasses hydrocarbonées.
- Des eaux de vannes : qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées (Chocat, 1997 et Franck, 2002)

1.2.2 Les eaux usées pluviales

L'eau pluviale désigne l'eau issue des précipitations. Les eaux pluviales peuvent constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds).

1.2.3 Les eaux agricoles

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 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) (**GROSCLAUDE, 1999**).

1.2.4 Les eaux usées industrielles

Elles proviennent généralement des usines ; elles sont caractérisées par une grande diversité. Suivant l'utilisation de l'eau ; tous les produits ou sous-produit de l'activité humaine se trouvent concentrés dans l'eau. La composition des eaux usées industrielles varie selon la nature des rejets ; on distingue les pollutions spécifiques suivantes :

- Matières radioactives (centres nucléaires ; traitement des déchets radioactifs...) ;
- Sels métalliques (traitement de surface ; métallurgie...) ;
- Matières organiques et graisses (industries agroalimentaires), acides ; bases ; produits chimiques divers (industries chimiques ; tanneries...) ;
- Par rejet direct dans le milieu naturel avec ou sans prétraitement des eaux résiduaires (**Loumi et Yefsah, 2010**).

1.3 Les compositions des eaux usées

Selon leurs origines, les eaux usées se caractérisent par une grande variabilité de débits, mais aussi de composition. Elles peuvent contenir en concentrations variables :

- Des matières en suspension plus ou moins facilement décan-tables ou coagulables.
- Des matières colloïdales ou émulsionnées : argiles, microorganismes, macromolécules hydrophobes (organiques huiles, graisses, hydrocarbures, etc.).
- Des matières en solution de nature organique ou minérale, ou sous forme de gaz dissous.
- Des microorganismes végétaux (algues, plancton...) ou animaux (protozoaires, bactéries) (**Rodier, 2009**).

1.4 Les types de pollutions des eaux usées

Généralement la pollution des eaux usées se manifeste sous les formes principales suivantes :

1.4.1 La pollution organique

La pollution organique des eaux urbaines se compose principalement de protides, de glucides et de lipides ainsi que des détergents qu'utilisent les ménages. Il est à noter l'existence d'autres substances organiques utilisées ou fabriquées industriellement, c'est le cas des phénols, des aldéhydes, des composés azotés.

1.4.2 La pollution minérale

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tels que les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le plomb, le mercure, le chrome, le cuivre, le zinc et le chlore. Ces substances peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu, perturber l'activité bactérienne en station d'épuration, affecter sérieusement les cultures (physiologique et rendement).

1.4.3 La pollution microbiologique

Les eaux usées sont des milieux favorables au développement d'un très grand nombre d'organismes vivants, dont des germes pathogènes souvent fécaux. On les trouve dans les effluents hospitaliers, de lavage de linges et de matériels souillés, ou encore dans le déversement de nombreuses industries agro-alimentaires (abattoirs, élevage agricoles).

1.5 Les 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 modification 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 :

1.5.1 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 (**Metahri, 2012**).

1.5.1.1 Les paramètres physiques

1.5.1.1.1 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**).

1.5.1.1.2 L'odeur

La présence de H₂S signifie l'existence des odeurs désagréable. Ces deux caractéristiques (odeur et couleur) peuvent être changées par l'apport de rejets industriels.

1.5.1.1.3 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).

1.5.1.1.4 La matière en suspension (MES)

La matière en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont en fonction de la nature des terrains traversés, de saison de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc. (Rodier, 1984).

1.5.1.1.5 La turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de 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 (REJSEK, 2002).

1.5.1.1.6 La conductivité

La conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire le courant électrique. La mesure de la conductivité permet d'apprécier rapidement mais très approximativement la minéralisation de l'eau et de suivre son évolution.

La relation entre le degré de la minéralisation et la conductivité selon la réglementation française (MOUMOUNIM., DJERMAKOYE H., 2005) est indiquée dans le tableau ci-dessous :

Table 1-1 : Conductivité de l'eau et degré de minéralisation

Conductivité (μ S/cm)	Minéralisation
0 – 100	Minéralisation très faible
100 – 200 > 1 000	Minéralisation faible
200 – 333	Minéralisation moyenne accentuée
333 – 666	Minéralisation accentuée
666 – 1 000	Minéralisation importante

> 1 000	Minéralisation élevée
---------	-----------------------

1.5.1.2 Les Paramètres chimiques

1.5.1.2.1 Le 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). On peut classer les eaux selon leur pH dans ce tableau :

Table 1-2: classification des eaux d'après leur pH

pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

1.5.1.2.2 L'oxygène dissous

L'oxygène dissous 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 dissous est exprimée en mg/l O_2 (ABIBSI N, 2011).

1.5.1.2.3 Les Chlorures (Cl^-)

Les chlorures sont fréquents dans les réserves d'eaux douces à un taux de 10 mg/l à 100 mg/l. Une forte teneur en chlorures peut indiquer une pollution par des eaux usées (Nalco, 1983).

1.5.1.3 Les paramètres de pollution (matières organiques)

1.5.1.3.1 La demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable par voie chimique dans les conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale (Amara et Zemouche, 2016).

1.5.1.3.2 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).

Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. La gamme de la DBO₅ des eaux usées urbaines peut varier entre 200 et 400 mg/L (METAHRI, 2012).

1.5.1.3.3 Les matières azotées

Les formes de l'azote dans les eaux usées sont l'azote total (NTK), les nitrates (NO₃⁻) et les nitrites (NO₂⁻). En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel.

➤ Azote (N)

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 (ammoniac, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total (RODIER, 2005).

➤ Nitrites (NO₂⁻)

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés, ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates (par voie chimique et bactérienne). Des concentrations élevées en nitrites, témoignent souvent de la présence de matières toxiques (De Villers et al, 2005). Les nitrites sont surtout nuisibles pour les poissons.

➤ Nitrates (NO₃⁻)

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 totale 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**).

1.5.1.3.4 Les matières phosphatées

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 sa minéralisation, sous forme de phosphore organique.

Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en ortho phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

1.5.1.4 Les paramètres microbiologiques

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale (**Gaujous, 1995**). L'**OMS (1979)** a choisi plusieurs témoins répondant à certaines exigences ; il s'agit des coliformes, des streptocoques fécaux, et parfois les *Clostridium perfringens*.

➤ Les coliformes totaux (CT)

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant et est d'un intérêt nuancé pour détecter une contamination d'origine fécale (**Rodier et al, 1996**). Les coliformes sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, gram (-) non sporulant permettant l'hydrolyse du lactose à 35 °C (**OMS, 1979**). Les coliformes regroupent les genres *Escherichia*, *Nitrobacters*, *Entérobactéries*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia* (**Rodier et al, 1996 ; Joly et Reynaud, 2003**).

➤ Les coliformes fécaux

La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux est un examen proposé en raison d'une concordance statistique entre leur présence et l'existence d'une contamination fécale quasi certaine (**Rodier et al, 1996**).

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, on les désigne souvent sous le nom d'*Escherichia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacterfreundii*, *Entérobacter aérogènes*, *Klebsiellapneumoniiae* ...etc.) (**OMS, 1979 ; Rodier et al., 1996 ; Joly et Reynaud, 2003**).

➤ Les streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont toutes les bactéries Gram (+), de forme oblongue ou de coccidés sphériques légèrement ovales (OMS, 1979). Ils se disposent, le plus souvent, en diplocoques ou en chaînettes (Leclerc et al, 1995 ; Joly et Reynaud, 2003).

1.6 La création de l'office national de l'assainissement (ONA)

L'office national de l'assainissement (ONA) est une entreprise publique nationale à caractère industriel. Une entreprise créée par le décret exécutif n°01-102 en avril 2001 sous la tutelle du ministère de la ressource en eaux. Les missions qui incombent à l'ONA sont la gestion, l'exploitation et la maintenance des infrastructures d'épuration des eaux usées domestiques.

Par les chiffres, l'ONA est chargé de l'exploitation et des réseaux d'évacuation sanitaires pour 1125 communes, sur une longueur s'étalant sur 52195 Km, en plus de 146 stations d'épurations et 20 bassins de traitement d'une capacité globale de 9 914 714 habitants, et 468 stations de relevage chargées de pomper 86 millions de m³/An.

La réalisation des stations d'épuration à travers le pays visent en premier lieu la protection de l'environnement.

1.6.1 La création de l'unité de Bejaia

L'unité d'assainissement de Bejaia a été créée le 1^{er} septembre 2006 par décision N°460/ONA/ARA/KH/2066.

1.6.2 La situation géographique

L'unité de Bejaia est entourée à l'Est par l'aéroport ABANE Ramdhane, à l'Ouest par la route nationale reliant Sidi Ali Lebhar, Pont de la Soummam, au Nord par les fermes agricoles, au Sud par la chambre d'artisanat.



Figure 1.1: Carte géographique de la STEP (Google Heath 2018)

1.6.3 La station d'épuration des eaux usées Sid Ali Lebhar :

L'installation permet la dépollution des eaux usées urbaines domestiques. La STEP de Sid Ali Lebhar a été mise en service en janvier 2013. Elle est destinée au traitement des eaux usées domestiques d'ABOUDAW et la localité de Sid Ali Lebhar, soit pour une population de 25 000 équivalents habitants. Le débit qui atteint la STEP est de 3000 m³/jour.

1.6.4 Organigramme d'une STEP

C'est la structure qui permet qu'un groupe de personnes travaillent ensemble et de façon efficace pour atteindre des tâches déterminées.

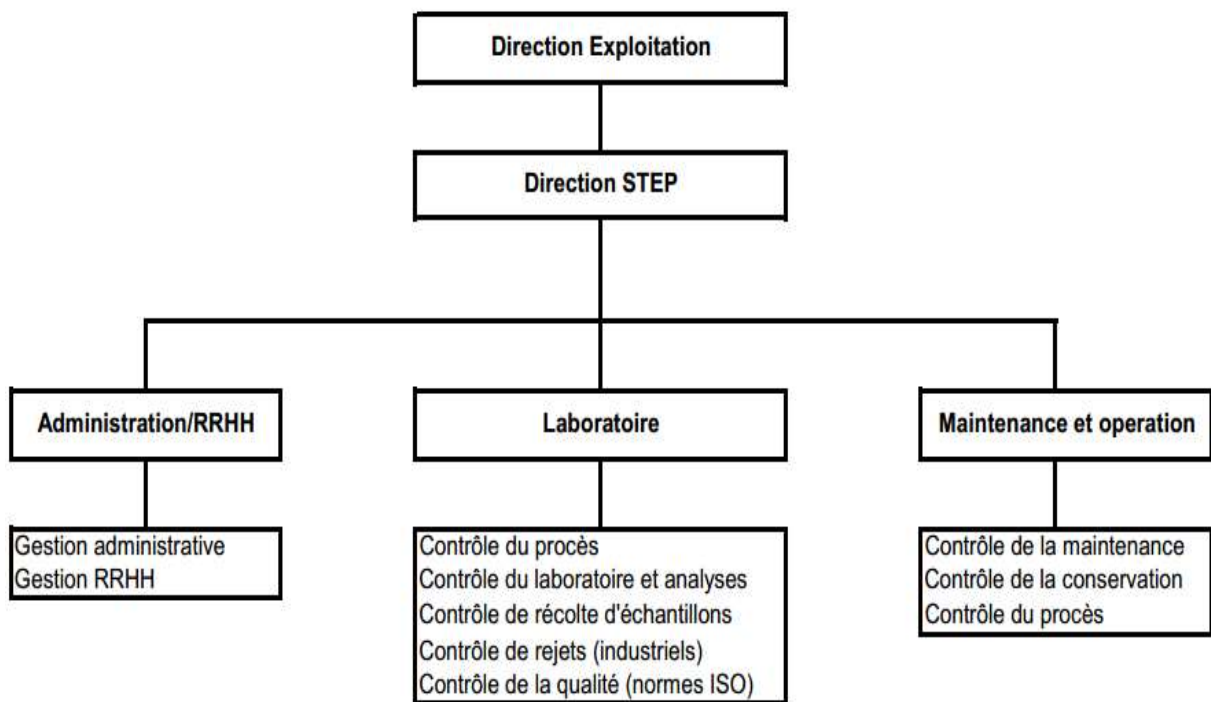


Figure 1.2 : Organigramme de la STEP de Sidi Ali Lebhar (Bejaia)

1.6.5 Les constituants de la STEP

- Loge gardien,
- Station de relevage,
- Dégrilleur,
- Dessableur-déshuileur,
- Répartiteur de débits,
- Concentrateur,
- Classificateur,
- Bassin biologique,

- Local supprimeur,
- Canal de mesure et réservoir des traitées,
- Décanteur secondaire,
- Epaisseur,
- Local des pompes des boues de circulation et en excès,
- Décharge de boues,
- Local d'exploitation,
- Poste de transformation,
- Local armoire,
- Laboratoire d'analyses physico-chimiques.

1.7 L'épuration des eaux usées

La filière de l'épuration des eaux usées recommande différentes techniques à divers niveaux technologiques souvent très élaborées ; ceci est illustré comme étant des méthodes classiques de traitement ; ainsi que de nouvelles techniques visant la protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel. Il y'a quatre étapes de l'épuration des eaux usées qui peuvent être résumés comme suit : le prétraitement, le traitement primaire, secondaire et le traitement tertiaire.

1.7.1 Les étapes de l'épuration des eaux usées

1.7.1.1 Le relevage

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité, sous l'effet de leurs poids.

1.7.1.2 Le prétraitement

La première étape du traitement consiste à débarrasser les effluents de tout élément susceptible de gêner le fonctionnement des ouvrages. (GROSCLAUDE, 1999).

Un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opération, uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'élément dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs.

1.7.1.2.1 Le Dégrillage

Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé.

L'efficacité du dégrillage est en fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille ; on distingue : Pré dégrillage, dégrillage moyen, dégrillage fin.



Figure 1.3 :Dégrilleur grossier.



Figure 1.4 :Dégrilleurs fins.

1.7.1.2.2 Le dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitements ultérieurs.

Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage (DEGREMONT, 1978).



Figure 1.5 : Dessableur

1.7.1.2.3 Le dégraissage-déshuilage

Généralement combiné avec le dessablage, le dégraissage/déshuilage vise la séparation des produits de densité légèrement inférieure à l'eau, par effet de flottation naturelle ou assistée, dans une enceinte liquide de volume suffisant (Degremont, 2005).



Figure 1.6 : Déshuileur

1.7.1.3 Le traitement primaire :

Il s'agit le plus souvent d'une décantation qui permet d'éliminer les matières en suspension décan-tables en deux heures. L'utilisation de réactifs chimiques pour éliminer des particules plus fines constitue un traitement physico-chimique. Ce traitement permet donc essentiellement l'élimination de la pollution particulaire et d'une partie de la pollution organique sous forme particulaire (de l'ordre de 65 à 80% de la DCO avec un traitement physico-chimique) (REJSEK, 2002).

Les matières en suspension ont souvent une teneur en matière organique importante (de 70 à 90%) et une densité légèrement supérieure à celle de l'eau. Elles vont se décanter naturellement dans un décanteur primaire en 1 à 2 heures. L'eau ainsi clarifiée s'écoulera par débordement et les MES qui ont décanté au fond du bassin (boues primaires) seront extraites et envoyées vers les ouvrages de traitement des boues. (GROSCLAUDE ; 1999).

L'élimination des MES peut également être réalisée par flottation naturelle (particule naturellement plus légère que l'eau) ou provoquée (l'injection de microbilles d'air qui se fixent sur les particules réduit leur densité apparente). Ce procédé appelé flottation est principalement utilisé dans le traitement des eaux résiduaires industrielles (élimination de MES sur les effluents hautement fermentescibles, ex : agroalimentaire), pour l'élimination des graisses au niveau du prétraitement, ou encore pour la concentration des boues biologiques. (GROSCLAUDE, 1999).

1.7.1.4 Le traitement secondaire

L'élimination des matières organiques implique le recours à des traitements biologiques qui font intervenir des organismes vivants, essentiellement des bactéries (REJSEK, 2002). Ces traitements sont basés sur la capacité des micro-organismes à oxyder la matière minérale (NH_3 ...) et les matières constitutives de la DCO et de la DBO d'une part (aérobiose), et à réduire d'autre part les molécules comportant de l'oxygène. Ils vont permettre ainsi d'éliminer la pollution soluble biodégradable et une partie de MES. (GROSCLAUDE, 1999).

➤ **L'élimination de l'ammoniaque : la nitrification**

Contrairement à la matière organique, l'élimination de l'ammoniaque n'est possible qu'en présence d'oxygène. La réaction d'oxydation n'est réalisée que par un nombre très limité d'espèces bactériennes strictement aérobies, les bactéries nitrifiantes.

➤ **L'oxydation de l'ammoniac en nitrates s'effectue en deux étapes**

- NH_3 est d'abord converti en nitrite (NO_2^-) par des bactéries du genre *Nitrosomonas*.
- Les nitrites sont ensuite oxydés en nitrates (NO_3^-) par des bactéries du genre *Nitrobacter* (GROSCLAUDE ; 1999).

➤ **L'élimination des nitrates : la dénitrification**

Dans le cas de l'élimination biologique des nitrates, la dénitrification, la réaction nécessite l'oxydation concomitante d'une molécule organique ou minérale qui fournira l'énergie nécessaire à la réduction des nitrates en azote N_2 (GROSCLAUDE, 1999)

On retrouve deux groupes de procédés :

- 1- Les procédés à culture fixée où la biomasse épuratrice est fixée sur des supports. L'eau à traiter coule au contact de ces supports. Les micro-

organismes fixent donc la pollution organique et la dégradent (biofiltration par exemple) ;

- 2- Les procédés à culture libre où la biomasse est en suspension dans l'eau à traiter. Les microorganismes fixent la pollution et se développent sous forme de floes biologiques que l'on peut séparer de l'eau traitée par décantation (boues activées par exemple) (REJSEK ; 2002)



Figure 1.7 : Bassin biologique

1.7.1.5 Le traitement tertiaire

Les traitements tertiaires comprennent les procédés destinés à enlever l'équipe matières résiduelles non extraites lors des traitements précédents. Les principaux traitements tertiaires sont la déphosphatation chimique, la filtration et la désinfection. La déphosphatation chimique constitue une méthode d'enlèvement du phosphore par précipitation. Les réactifs les plus courants sont l'Alun et le Chlorure ferrique. On a recours à la filtration lorsque les normes de rejet sur les matières en suspension (MES) le phosphore (PT) sont très restrictives. Enfin, la désinfection sert au contrôle des coliformes. Cette dernière peut être effectuée à l'aide d'une ozonation ou, plus couramment, par radiation aux ultraviolets (UV).

1.7.1.6 Le traitement des boues activées

Les boues activées constituent l'étape de traitement secondaire. Cette étape permet d'éliminer la charge carbonée par une épuration biologique de l'eau usée selon les conditions suivantes : un temps de séjour dans l'eau de 24 h (aération prolongée).

Ce traitement a pour objectif de réduire le volume d'eau contenu dans les boues, de stabiliser les boues (suppression des odeurs), d'hygiéniser les boues (réduction des germes pathogènes) et de les conditionner pour une valorisation en matière réutilisable ou énergétique (Renou, 2006).

Elles sont classées en trois catégories :

- **Les boues primaires**

Sont obtenues au niveau du décanteur primaire.

➤ Les boues secondaires

Proviennent des traitements biologiques des eaux usées.

➤ Les boues mixtes

Correspondent au mélange des boues primaires et secondaires.

Les étapes de traitement des boues sont les suivantes :

a. Stabilisation

La stabilisation consiste à réduire au maximum l'activité biologique de dégradation des boues et plus particulièrement leur fermentation. Elle réduit fortement la nuisance olfactive, les émissions de méthane, les risques de lixiviation, les populations bactériennes et la demande biologique en oxygène (DBO₅).

b. Épaississement

C'est un traitement qui permet de réduire le volume des boues sans dépense d'énergie. Il est en quelque sorte un décanteur poussé dans lequel les boues sont soumises à une lente agitation favorisant l'agglomération et le dépôt des matières en suspension. Ainsi, la teneur en eau est réduite de 90 % (Bessedik, 2015).

c. Déshydratation et conditionnement :

La déshydratation des boues constitue la dernière étape de réduction du volume de boues. Il existe deux types de déshydratation : mécanique et naturelle

d. Destination finale des boues :

- **Epandage agricole :**

C'est une valorisation des sous-produits qui consiste à répandre sur un champ des boues riche en fertilisants. La disponibilité du phosphore, de l'azote, et du taux de matière organique des boues, est conditionnée par le procédé de traitement utilisé dans la station. Les boues une fois épandues, augmentent le rendement des cultures. Elles contiennent des nutriments pour les cultures, et servent d'amendements organiques et calciques pour améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol.

- **Incinération :**

Elle permet de détruire toute la matière organique des boues, et parfois génère de la vapeur ou de l'électricité.

- **La méthanisation :**

C'est un processus biologique anaérobie conduisant à la production de gaz carbonique et du méthane.

- **Mise en décharge**

Elle est considérée comme le dernier recours en matière d'évacuation des boues, elle doit être contrôlée et considérée comme une filière de secours (Bouzid et Yahiaoui, 2015).

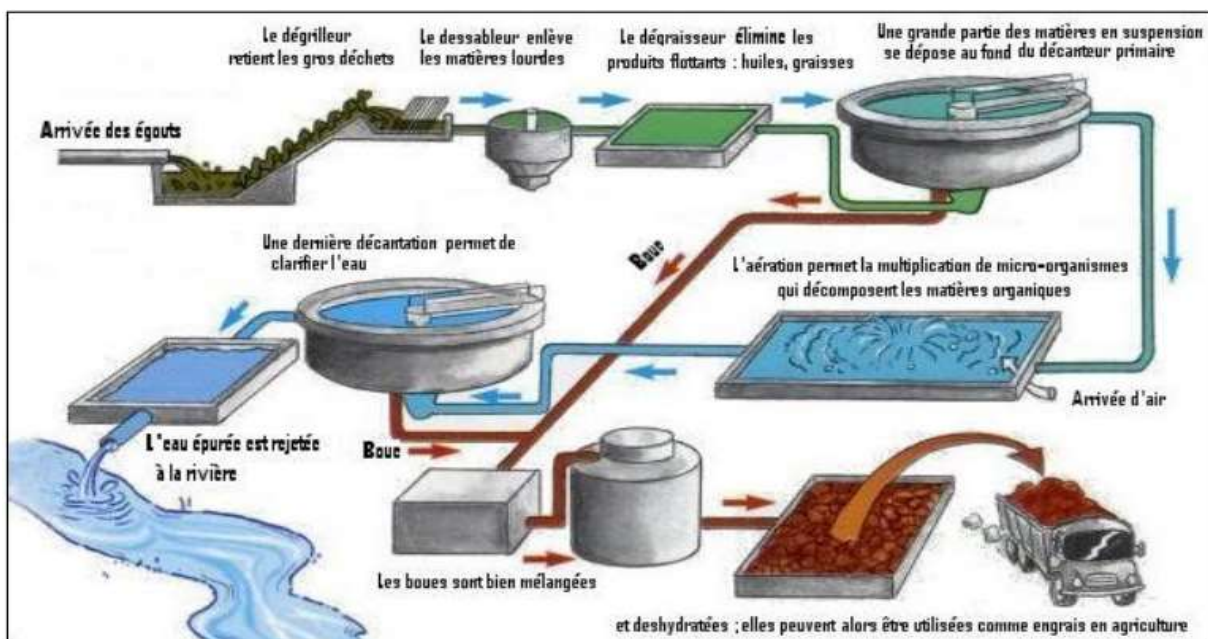


Figure 1.8: schéma général de fonctionnement d'une station d'épuration

1.8 Le traitement des eaux usées :

Le traitement des eaux usées consiste à réduire la pollution présente dans l'eau. Cette pollution résulte d'activités humaines à travers une utilisation domestique, ou dans les réseaux industriels.

Le traitement des eaux usées sert à s'assurer de sa qualité. En effet, l'eau traitée, considérée comme "eau propre", va être réutilisée dans les activités humaines, ou rejetée en milieu naturel, Ces milieux peuvent être de différentes natures : rivière, mer, lac, etc.

chapitre 2

Matérielle et Méthode

2.1 Introduction

Dans toute station d'épuration des eaux usées, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute (à l'entrée) et de l'eau traitée (à la sortie) de la station, afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution de l'eau ayant subi un traitement. L'objectif principal de notre travail est donc de faire un contrôle de la qualité des eaux usées à différentes étapes du processus de la station d'épuration des eaux usées de Sidi Ali Lebhar en vue d'un meilleur respect des normes de rejet.

2.2 Le prélèvement et échantillonnage

Au cours de notre stage, le prélèvement s'est fait dans deux points différents de la STEP de Sidi Ali Lebhar le premier est à l'entrée (eau brute) et l'autre à la sortie, en utilisant des flacons propres et stérilisés. La norme NF T 90-420 de février 1987 indique que les échantillons doivent être maintenus à une température comprise entre 1 et 4°C dès leur prélèvement, dans des emballages isothermes (glacières) pour empêcher la prolifération des germes.

Tous les flacons portent une étiquette où sont mentionnées les indications suivantes :

- la nature de l'eau
- le lieu de prélèvement - la date de prélèvement - condition climatiques
- nom de préleveur

L'échantillonnage s'est fait manuellement. 4 à 5 prélèvements d'au moins 200 ml chacun sont effectués dans la journée, ces derniers seront mélangés pour former un échantillon composite homogène et conservés au réfrigérateur à 4°C afin de préserver les caractéristiques initiales durant les 24h le temps d'effectuer l'analyse.

2.3 Les modes opératoires de mesure des paramètres physico chimiques

2.3.1 La température

➤ Principe

La température influence sur de nombreux processus chimiques et physiques, telle la solubilité des gaz, dans l'eau (oxygène dissous, gaz carbonique, etc.), le pH, la conductivité ionique, les vitesses de réactions chimiques et biochimiques et la vitesse de sédimentation.

➤ L'appareillage

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre étalonné.

➤ Mode opératoire

- Plonger le thermomètre dans l'eau jusqu'au niveau de lecture et laisser la température se stabiliser.
- Effectuer la lecture et la reporter sur le protocole d'analyse.

2.3.2 Mesure du pH

➤ Principe

Le pH ou potentiel d'hydrogène est en relation avec la concentration des ions hydrogène $[H^+]$ présents dans l'eau ou les solutions.

Selon la loi de NERNST le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

$$PH = - \log [H^+]$$

➤ L'appareillage

PH-mètre muni d'une électrode combinée.

➤ Les Réactifs

Solution tampon pH = 9.0

Solution tampon pH = 4.0

➤ Mode Opérateur

- Étalonnage de l'appareil ;
- Allumer le pH-mètre ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et essuyer avec du papier Josef ;
- Prendre dans un petit bécher, la solution tampon de pH = 9,0 ;
- Tremper l'électrode de PH dans la solution tampon pH =9.0 ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et essuyer avec du papier Josef.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon de pH =4.0.
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage de la valeur de 4 ou proche de 4.
- Enlever l'électrode et le rincer abondamment avec de l'eau distillée et l'appareil est prêt pour un fonctionnement et prise d'analyse.

➤ Analyse de l'échantillon :

- Prendre environ 100 ml de l'eau à analyser.
- Mettre dans un agitateur à faible vitesse.
- Tremper l'électrode dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter la valeur de pH.

➤ Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en unité de pH.

2.3.3 Mesure de la Conductivité

➤ **Définition :**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m). La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre (μS/cm).

➤ **L'appareillage**

Conductimètre.

➤ **Mode opératoire :**

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner. Faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées. Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

➤ **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en μS/cm en indiquant la température de l'eau en °C .

2.3.4 L'oxygène dissous

➤ **Principe :**

L'appareil est constitué d'une cellule formée par une membrane sélective et contenant l'électrolyte et deux électrodes métalliques, dans l'eau à analyser. la membrane est pratiquement imperméable à l'eau et aux matières ioniques dissoutes, mais elle est perméable à l'oxygène et à un certain nombre d'autres gaz.

➤ **L'appareillage :**

Oxymètre

➤ **Etalonnage :**

Etalonnage de l'appareil à une valeur proche de la saturation :

Faire barboter de l'air dans de l'eau à température constante pour amener sa teneur en oxygène sinon à saturation, du moins au voisinage de celle-ci. Laisser reposer environ 15 min à cette température et déterminer la concentration de l'oxygène dissous. Plonger la sonde dans

un flacon complètement rempli d'un échantillon. Laisser la sonde pendant 10 min dans la solution agitée pour permettre la stabilisation de la lecture et ajuster au besoin, l'indication de l'appareil sur la concentration connue de l'échantillon.

➤ **Mode Opérateur :**

Effectuer le dosage sur l'eau à analyser en se conformant aux instructions du fabricant de l'appareil.

Après avoir plongé la sonde dans l'échantillon, lui laisser le temps nécessaire pour atteindre la température de l'eau et fournir une réponse stable suivant la nature de l'appareil utilisée et du résultat recherché. Contrôler au besoin la température de l'eau ou de pression atmosphérique.

➤ **Expression des résultats :**

Exprimer la concentration de l'oxygène dissous en milligrammes d'oxygène par litre.

2.3.5 La matière en suspension (MES)

➤ **Principe :**

Séparation des matières en suspension par filtration sur disque filtrant en fibres de verre, séchage à 105 °c et pesée.

➤ **L'appareillage :**

Matériel courant de laboratoire et notamment :

- Equipements de filtration sous vide ou sous pression (1 à 2 bars).
- Disques filtrants en fibres de verre.

➤ **Mode opératoire :**

Laver un disque filtrant, placé sur l'équipement de filtration, à l'aide d'eau distillée. Le sécher à (105 °C jusqu'à une masse constante, laisser refroidir au dessiccateur et peser à 0.1 mg près.

Placer le filtre dans l'équipement de filtration et mettre en marche le dispositif d'aspiration ou de pression.

Verser progressivement l'échantillon sur le filtre jusqu'à ce que le récipient soit vidé. Le volume filtré doit être d'au moins égale à 100 ml et permettre d'obtenir une masse de matières retenue sur le filtre au moins égale à 1 mg par centimètre carré de surface filtrante. Toutefois, dans le cas d'eaux contenant peu de matières en suspension, cette deuxième condition peut ne pas être satisfaite, à condition que le volume filtré soit alors d'au moins de 500 ml.

Rincer le récipient ayant contenu l'échantillon avec 10 ml environ d'eau distillée et faire passer les eaux de lavage sur le filtre.

Laisser essorer et sécher le filtre à 105 °C, laisser refroidir au dessiccateur et peser à 0.1 mg près si le résidu est inférieur à 20 mg, ou à 0.5 mg près si le résidu est supérieur à 20 mg. Recommencer les opérations de séchage, de refroidissement et de pesée jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives n'excède pas 0.1 ou 0.5 mg.

➤ **Expression des résultats :**

La teneur de l'échantillon en matières en suspension est exprimée en mg/l et se calcule comme suit :

P1 : Poids de la capsule + membrane vide ;

P2 : Poids de la capsule + membrane pleine après séchage à 105°C

V : Volume d'eau utilisée.

MES totales (mg/l) = $(P2 - P1) * 1000 / V$ (A)

2.3.6 La demande biochimique en oxygène DBO

➤ **Principe :**

La demande biochimique en oxygène est un test qui se déroule à une température de 20 °C au sein d'un environnement contrôlé, La durée du test peut être de 5 jours (DBO₅), ou 7 jours (DBO₇) ou jusqu'à 30 jours, selon l'analyse et le protocole. Cet essai mesure la quantité d'oxygène consommée par les bactéries pour l'oxydation des matières organiques dans un échantillon d'eau.

Cette mesure est l'analyse couramment utilisée pour mesurer la charge polluante dans les stations d'épurations et pour évaluer l'efficacité de l'épuration.

➤ **Réactifs :**

Pastilles de soude (NaOH).

➤ **L'appareillage :**

- Armoire thermostatique de DBO,
- Système de mesure Oxi Top,
- Flacon échantillon brun (volume nominal 510 ml),
- Barreaux magnétiques,
- Godet en caoutchouc.

➤ Mode opératoire :

Prise d'essai

Elle dépend de la charge de l'échantillon, celle –ci dépend de l'origine de l'échantillon (industrielle ou urbain), de la couleur, de l'odeur et de la charge en matière en suspension.

Sélection du volume d'échantillon

Estimer la valeur de DBO₅ 80% ou 50 % de la valeur DCO selon la nature de l'échantillon.

Vérifier la plage de mesure correspondante dans le tableau ci-dessous et calculer les valeurs correctes pour le volume de l'échantillon et le facteur.

Table 2-1 : plage de DBO et estimation des volumes d'échantillon à utiliser (ONA 2013)

Volume de l'échantillon (ml)	Plage de mesure (mg/l)	Facteur de dilution
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43,5	0-2000	50
22,7	0-4000	100

Remarque :

Avec une plage de mesure supérieure à 2000 mg/l, il est recommandé de pré- diluer. En effet, des plages de mesure trop larges entraîneraient des résultats inexploitable.

➤ Dosage :

- Rincer le flacon avec de l'échantillon ;
- Mesurer exactement la quantité souhaitée d'échantillon saturé en oxygène (homogénéiser avec précaution) ;
- Mettre le barreau magnétique dans le flacon ;
- Insérer le godet caoutchouc dans le goulot du flacon ;
- Mettre 02 pastilles de soude dans le godet caoutchouc à l'aide d'une pince ;

- Visser l'Oxi Top directement sur le flacon échantillon (de manière étanche) ;
- Lancer la mesure ;
- Appuyer sur S et M simultanément jusqu'à ce que l'afficheur indique 00 ;
- Maintenir le flacon de mesure avec l'Oxi top à 20°C pendant 05 jours (par ex. dans un incubateur).

➤ **Expression des résultats :**

L'échantillon est agité en continu pendant 05 jours. L'Oxi top mémorise automatiquement une valeur toutes les 24h sur 05 jours. Pour connaître la valeur courante, appuyer sur la touche M.

La lecture des valeurs mémorisées sera faite à la fin des 05 jours.

2.3.7 Demande chimique en oxygène (méthode HACH)

➤ **Principe :**

On dose l'oxygène fixé dans le substrat lors d'une oxydation par le dichromate de potassium. Les matières organiques et minérales oxydables sont oxydées en milieu acide, par un excès de dichromate de potassium en présence de sulfates de mercure, qui forme un complexe avec les chlorures, et de sulfate d'argent qui sert de catalyseur. La DCO est mesurée par colorimétrie après digestion de l'échantillon durant deux heures dans un réacteur DCO.

➤ **Appareillage et réactifs :**

- Réacteur DCO ;
- Portoir pour tubes DCO ;
- Spectrophotomètre ;
- Pipette jaugée de 2.00 ml ;
- Poire à pipeter ;
- Tubes DCO gamme 0 - 1500 mg/l ;
- Tubes DCO gamme 0 - 150 mg/l ;

➤ **Mode opératoire :**

- Bien mélanger un volume d'échantillon à l'aide d'un agitateur magnétique ;
- Prélever à l'aide d'une pipette un volume de 2 ml de l'échantillon à analyser ;
- Introduire le volume d'échantillon dans les tubes DCO prêts à emploi selon leurs gammes ;
- Pour l'eau brute on prend la gamme de 0 à 1500 mg/l ;
- Pour l'eau épurée on prend la gamme de 0 à 150 mg/l ;
- Agiter fortement les tubes pendant 1 minute ;
- Mettre les tubes dans le réacteur DCO pendant 2 heures à une température de 150 °C ;
- Faire sortir les échantillons et laisser refroidir pendant 30 min ;
- Placer les tubes dans le spectrophotomètre et lisez directement le résultat.

2.3.8 Azote ammoniacal (N-NH₄⁺)

L'azote ammoniacal permet de déterminer la quantité d'azote contenu dans NH₄⁺. En effet, l'ion ammoniacal se combine avec le chlore pour former la monochloramine. La monochloramine réagit avec le salicylate pour former l'acide 5-aminosalicylique. L'acide 5-aminosalicylique est oxydé en présence d'un catalyseur le nitroprussiate de sodium pour former un composé coloré en bleu. La couleur bleue est mélangée avec le couleur jaune qui résulte de la présence de réactif en excès pour donner une solution de couleur verte. Pour sa mesure on a adopté le protocole suivant :

- Ouvrir une cuve ronde du réactif (hypochlorite+ salicylate) ;
- Ajouter 0.2ml de l'échantillon à analyser ;
- Agiter et laisser reposer pendant 15min ;
- Mesurer à l'aide d'un spectrophotomètre NANOCOLOR® ;

2.3.9 Azote total (n)

Il permet de déterminer les bilans azotés dans les eaux usées. Les composés azotés présents dans l'eau sont oxydés en nitrates dans un autoclave par une solution alcaline

depersulfate. Les nitrates sont ensuite réduits en nitrites et dosés par la méthode spectrophotométrique. Pour la mesure on a adopté le mode opératoire suivant :

- Etape de minéralisation (boite A).
- Introduire 5ml d'échantillon dans une cuve vide.
- Ajouter une cuillère d'orange de Naranja.
- Agiter et introduire la cuve dans le réacteur DCO à 120°C pendant 30min.
- Laisser refroidir à une température ambiante (20°C à 25°C).
- Ajouter une cuillère d'hydroxyde alcalin.
- Bien agiter.
- Analyse (boite B).
- Ajouter 0.5ml de la solution de la boite A à une cuve d'azote total.
- Ajouter 0.5ml du réactif 2 (nitrate N-NO₂).
- Brandir 3fois la cuve.
- Bien nettoyer et laisser reposer 10 min ; Mesurer à l'aide du spectrophotomètre NANOCOLOR.

2.3.10 Analyse des Nitrates (NO₃⁻)

C'est un dosage colorimétrique avec formation d'un complexe coloré jaune par l'action de l'acide sulfanilique sur les ions NO₂⁻ dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration en nitrites. Pour sa mesure, on a adopté le protocole suivant :

Appuyer et sélectionner le programme d'analyse

Remplir la cuve carrée avec l'échantillon.

Préparation de l'échantillon : Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour nitrate nitrater 5 dans la cuve.

Boucher et agiter énergiquement la cuve 1 min et laisser la réaction pendant 5 min. Une coloration sombre apparaît en présence de nitrate.

Essai à blanc

- Remplir une autre cuve carrée avec l'échantillon (sans réactif) ;
- Essuyer bien la cuve et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite. Sélectionner sur l'écran : Zéro ;
- Le résultat s'affiche : 0,0 mg/l NO₃⁻ ;

- Pour l'échantillon, sélectionner sur l'écran, Mesurer. Les résultats sont indiqués en mg/l de NO_3^- .

2.3.11 Analyse des Nitrites (NO_2^-)

C'est un dosage colorimétrique avec formation d'un complexe coloré jaune par l'action de l'acide sulfanilique sur les ions NO_2^- dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration en nitrites.

Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatiques pour donner des sels diazonium. Ceux-ci forment avec des composés aromatiques, contenant un amino-groupe ou un hydroxyle, un colorant azoïque de couleur intense. Pour l'analyse, on a adopté le protocole suivant :

- Sélectionner le programme d'analyse 371 N Nitrite LR PP ;
- Remplir une cuve carrée avec l'échantillon.

Préparation de l'échantillon :

- Ajouter une pochette de réactif pour nitrite Nitriver 3 dans la cuve ;
- Agiter pour bien homogénéiser, une coloration rose se développe en présence de nitrite ;
- Laisser la réaction pendant 20 min.

Préparation du blanc :

- Remplir une autre cuve carrée de l'échantillon (sans réactif) ;
- Essuyer bien la cuve et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite ;
- Sélectionner sur l'écran : Zéro. Le résultat s'affiche : 0,0 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$;
- Introduire l'échantillon préparé dans le compartiment de cuve ;
- Appuyer sur mesurer : le résultat s'affiche en mg/l de NO_2 .

2.3.12 Analyse des phosphates (PO_4^{3-})

C'est un dosage colorimétrique avec formation d'un complexe qui donne à la solution une couleur bleue. Les ions phosphates réagissent en solution acide avec les ions molybdates et antimoinés pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine. Celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphore molybdène. Pour l'analyse, on a adopté le protocole suivant :

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable ;
- Dévisser le DosiCap Zip ;
- Pipetter 0.5 mL d'échantillon ;
- Une fois refroidie ; ajouter dans la cuve 0.2 mL de réactif B (LCK 348 B) ;

- Visser bien le DosiCap C (LCK 348 C) gris sur la cuve ;
- Mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite ;
- Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

2.3.13 Mesure de l'Indice de boues (test de décantation de boues) ou V30

Son but est de déterminer la nature de la boue, si elle est décan-table ou non.

L'indice de boues est défini à partir de tests de décantation permettant d'obtenir des volumes de boues dans la zone comprise entre 100 et 250 ml d'échantillon. Pour l'analyse, on a adopté le protocole suivant :

On prend un volume de boues dans le bassin d'aération et on le dilue de manière à ce que le volume de boues décanté au bout de 30 min soit compris entre 150 et 300 ml. On complète avec de l'eau épurée (sortie clarif). On note la dilution effectuée.

Indice de boue = volume de boue lu dans éprouvette x facteur de dilution.

IB = (V30 x Facteur de dilution)

Un indice de boue inférieur à 150 permet une décantation suffisante des boues dans le clarificateur.

2.4 Analyse microbiologique des eaux usées

Les analyses microbiologiques effectuées sur une eau usée, sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivants :

- Recherche des coliformes totaux ;
- Recherche des coliformes fécaux (où bien thermotolérants) (E-coli) ;
- Recherche des streptocoques fécaux ;
- Recherche des clostridium (anaérobie sulfite-réducteur) (ils appellent aussi les ASR) ;
- Recherche des salmonelles ;
- Recherche des vibron-chloriques.

2.4.1 Recherche des coliformes totaux

Pour la mesure on a adopté le protocole décrit comme ci-dessous :

2.4.1.1 Préparation de la dilution

On mélange bien l'échantillon (les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP) ; pour mettre en suspension les bactéries d'une façon homogène. Les dilutions sont utilisées selon les indications suivantes :

- La solution 10^{-1} : dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau distillée stérile, ajouter 1 ml de l'échantillon, et agiter très soigneusement ;
- La solution 10^{-2} : prendre 1 ml de la solution 10^{-1} , ajouter le à le tube à essai contenant 9 ml de l'eau distillée stérile ;
- La solution 10^{-3} : prendre 1 ml de la solution 10^{-2} , ajouter le à le tube à essai contenant 9 ml de l'eau stérile ;
- Suivre le même processus jusqu'à la solution 10^{-5} en agitant très soigneusement.

On utilise la méthode NPP (Nombre le Plus Probable : Table de Mac Grady).

La méthode s'effectue en deux tests à savoir :

➤ Test préliminaire :

Afin de détecter la présence des coliformes totaux. Il se fait dans un milieu BCPL (bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol), sa fermentation se traduit par un changement de couleur du violet vers le jaune, et un dégagement de gaz dans la cloche de Durham après une incubation à 37 °C durant 24 à 48 h.

• Mode opératoire :

Utiliser 2 tubes BCPL munis d'une cloche de Durham (pour détecter la production de gaz par les microorganismes), par chaque dilution (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}). Ajouter 1 ml de chaque dilution.

Agiter pour homogénéiser sans faire pénétrer d'air dans la cloche de Durham, et puis incuber les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48h.

La première lecture à lieu après 24h d'incubation.

Considérer comme « positifs », les tubes où il se produit simultanément un changement de couleur et un dégagement de gaz dans une proportion d'un $10^{\text{ème}}$ et plus dans la cloche.

➤ Test confirmatif

Il est réservé pour la recherche des coliformes fécaux (thermotolérants). Il se fait dans un milieu Schubert à partir des tubes positifs du test préliminaire à une température de 44 °C durant 24h

Pour leur détermination, on a adopté le protocole décrit comme ci-dessous et utilisé le matériel suivant :

- Tubes à essais stérilisés.
- Cloches du Durham.
- Autoclave.
- Bec benzène.
- Etuve.
- Bouillon Schubert.
- Réactif de Kovacs.

➤ **Mode opératoire**

- Prendre 1 ml avec une pipette pasteur dans chacun des milieux positifs de l'étape précédente. Puis, le mettre dans un tube contenant 10 ml de bouillon Schubert ;
- Incuber à nouveau à 44 °C pendant 24h.

Considérer comme positif, les tubes où il se produit un trouble et un dégagement de gaz. Les résultats sont exprimés sous la forme de nombre de coliforme en UFT.

2.4.2 Recherche des streptocoques fécaux (méthode par ensemencement en milieu liquide)

Le but permet de rechercher et de dénombrer les streptocoques fécaux considérés comme des témoins de contamination fécale.

Elle compte deux temps :

- La recherche préliminaire des streptocoques fécaux ;
- La recherche confirmative des streptocoques fécaux du groupe D.

Pour notre travail, on a adopté le protocole décrit comme ci-dessous :

➤ Pour le test préliminaire

Il se fait dans un milieu Roth à une température de 37°C pendant 48 h. Dans notre cas, on a réalisé le protocole décrit comme ci-dessous :

• Mode opératoire :

- Utiliser 2 tubes de bouillon de Roth pour chaque dilution (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) ;
- Ajouter 1 ml de chaque dilution au bouillon Roth ;
- Agiter pour homogénéiser, et placer les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48h,
- Procéder à une lecture après l'incubation.

➤ Pour le test confirmatif

Il se fait dans un milieu EVA à partir des tubes positifs du test précédent à une température de 37°C pendant 24 h.

• Mode opératoire

- Prendre 1 ml avec une pipette pasteur dans chacun des tubes, puis le mettre dans un tube contenant quelques gouttes de l'EVA Litsky ;
- Incuber à nouveau à 37 °C pendant 24h.

Considérer comme « positifs », les tubes où il se produit simultanément un trouble dans toute la masse liquide, et une pastille violette au fond du tube.

Les résultats de dénombrement des streptocoques fécaux sont exprimés en UFT.

2.4.3 Recherche des clostridiums (Anaérobie sulfite-réducteur)

Après destruction des formes végétatives par chauffage à 80 °C, mettre une sélection des spores dans l'échantillon. La méthode utilise comme révélateur l'action réductrice de sulfite de sodium et Alun de fer. En présence de spores de bactéries sulfite-réductrices, l'ensemencement dans des tubes de milieu de culture liquide permet la reprise des formes végétatives entraînant la formation de sulfure de fer, qui colore uniformément en noir, les milieux liquides.

Dans le cadre de nos analyses, les ASR sont utilisés comme témoin de la qualité de filtration et/ou marqueur d'une contamination fécale.

Le mode opératoire adopté est décrit comme ci-dessous :

- Dans un tube à essai stérilisé, mettre 1 ml de la solution mère (l'échantillon) ;
- Chauffer l'échantillon dans le bain-marie à 80 °C pendant 10 min ;
- Après que le temps s'écoula, mettre le tube dans l'eau en créant un choc thermique (forme soporative) ;
- Ajouter 9 ml de la VF dans chacun des tubes (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) et agiter soigneusement,
- Incuber à 44 °C pendant 48h.

Les résultats sont exprimés en nombre le plus probable de spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices. Colonies de *Clostridium perfringens* visualisé sur le dos d'une boîte de Pétri lors d'une analyse d'eau par filtration sur membrane

2.4.4 Recherche des salmonelles

Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénèse varient énormément : fièvres typhoïdes, salmonelloses systémiques, gastro-entérites, toxi-infections alimentaires. Le mode opératoire adopté est décrit comme ci-dessous :

2.4.4.1 Enrichissement

L'enrichissement consiste à préparer un flacon contenant 450 ml de l'eau à analyser plus 50 ml de bouillon sélénite concentré (SFB), ensuite incuber à 37° C pendant 24h.

2.4.4.2 Isolement

Après incubation, réaliser un isolement sur une boîte contenant un milieu à la gélose HEKTOEN, et incuber à 37 °C pendant 24h

2.4.4.3 Identification

Les colonies suspectes sur la boîte HEKTOEN présentant une couleur bleu verte lisse de taille moyenne avec en général un centre noir. Ces colonies de test sont identifiées au moyen de test biochimique.

Pour la lecture ; après 24h on remarque des colonies vertes à centre noir en faveur de salmonelles.

2.4.5 Recherche des vibrions chloriques

Après enrichissement par passage des milieux hyper salés, l'identification est effectuée essentiellement en trois étapes :

- Enrichissement,
- Isolement,
- Identification.

Pour le mode opératoire, on a adopté le protocole décrit comme ci-dessous :

➤ **Enrichissement**

Les échantillons d'eaux usées, prélevés sur EPA 10×c, sont acheminés directement au laboratoire, ils sont mis en incubation à 37°C pendant 6 à 18 heures. Puis, ils subissent une succession de cultures en EPA simple (20 ml), en inoculant un ose avec une anse de platine stérile, du voile qui apparaît à la surface du flacon, dans un autre tube et qui sera par la suite incubé à 37°C pendant 6 à 18 heures. Cependant, il ne faut surtout pas agiter les flacons ou les tubes, car les vibrions ont tendance à se développer à la surface de ces derniers (**Cheryl et al, 2002**).

L'intérêt principal de la méthode d'enrichissement, en EPA 10×c et en EPA simple, pour le diagnostic bactériologique du choléra, est de sélectionner les vibrions en général et en particulier les vibrions cholériques vue, leur aptitude à se multiplier en milieu alcalin et salé, plus rapidement que les autres germes, de permettre leur développement et leur croissance. Ainsi, il peut faciliter l'isolement de *V. cholerae* lorsque peu de micro-organismes sont présents (**Quilici, 2011**).

➤ **Isolement**

Après incubation, dans une boîte Pétri stérile coulée avec la gélose nutritive biliée (GNAB) à partir de l'enrichissement sur EPA ; prélever une goutte de ce dernier avec une pipette pasteur, et l'étaler bien sur la surface de la boîte, incubée à 37 °C pendant 24h.

➤ **Identification**

Les colonies suspectes présentent sur la boîte GNAB, des colonies transparentes, lisses d'aspect légèrement bleuté.

- **Test d'oxydase**

Ce test est réalisé à l'aide d'un disque prêt à l'emploi, imprégné du réactif N-diméthyle paraphénylène diamine et déposé sur une lame, puis imprégné d'une goutte de l'eau distillée stérile et à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, nous avons prélevé une colonie pure à partir

d'une culture jeune du milieu GNAB et on l'a déposée sur le disque. Le résultat sera lu immédiatement au bout de 30 secondes.

chapitre 3

Résultats et discussion

3.1 Introduction

Dans cette partie de notre travail, nous avons présenté et discuté les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques effectués sur les eaux usées (à l'entrée de la station : E) et épurées (à la sortie de la station : S) de la Station d'Épuration (STEP) de Sidi Ali Lebhar (Bejaia). Les résultats obtenus ont pour objectif de surveiller et d'évaluer l'efficacité des procédés de traitement des eaux usées de la STEP, tout comme il s'agit aussi de faire le bilan journalier et mensuel de la pollution, par la mesure de la température, le pH, la conductivité, par les matières en suspension (MES, turbidité), par la pollution organique carbonée (DCO, DBO5), par les différentes formes d'azote (N-NT ,N-NH₄⁺, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻) et enfin par les ortho-phosphates.

3.2 Evaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées

3.2.1 La température

La figure 3-1 représente les variations des valeurs de la température de l'eau brute et traitée de la STEP sidi Ali Lebhar.

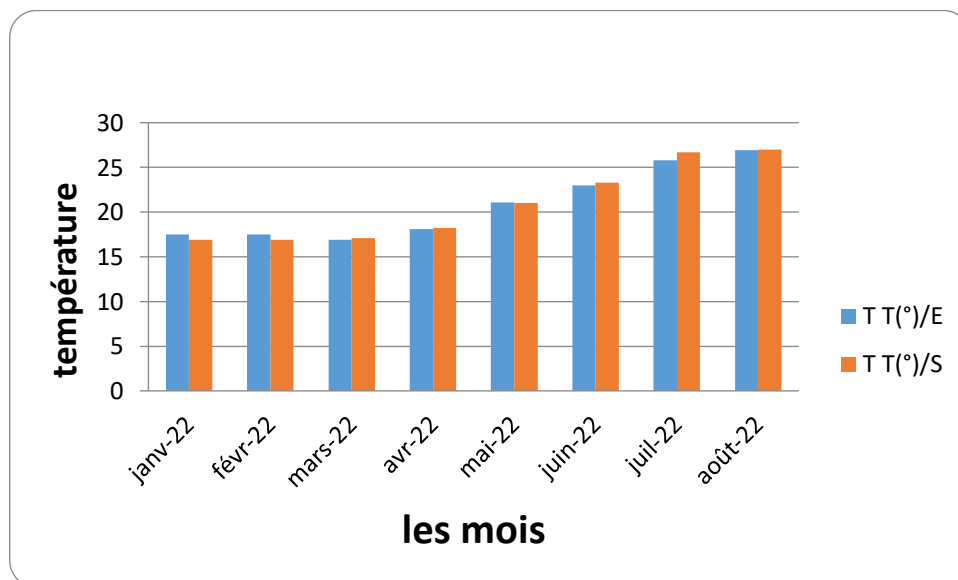


Figure 3.1 : Variations des valeurs de la température des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Les valeurs de la température des différents échantillons sont très proches. Elles oscillent entre un minimum de 16.9 °C et un maximum de 26.9°C avec une moyenne de 20.85 °C à l'entrée, et entre 16.9°C et 27 °C pour les eaux à la sortie, avec une moyenne de 20.89°C. Nous avons remarqué une légère différence entre l'entrée et la sortie, avec une augmentation qui suit les températures saisonnières. En Algérie, les normes de rejets des eaux usées admises dans la nature sont de l'ordre de 30 °C. D'où, ces valeurs restent optimales pour l'activité biologique.

3.2.2 pH

Le pH est un paramètre très sensible à divers facteurs environnementaux, car sa valeur dépend aussi des variations de la température, de la salinité, du taux de CO₂ dissous et de la nature géologique du terrain qui abrite cette eau (Kelome et al, 2012).

Les variations du pH de l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP sont représentées sur la figure 3-2.

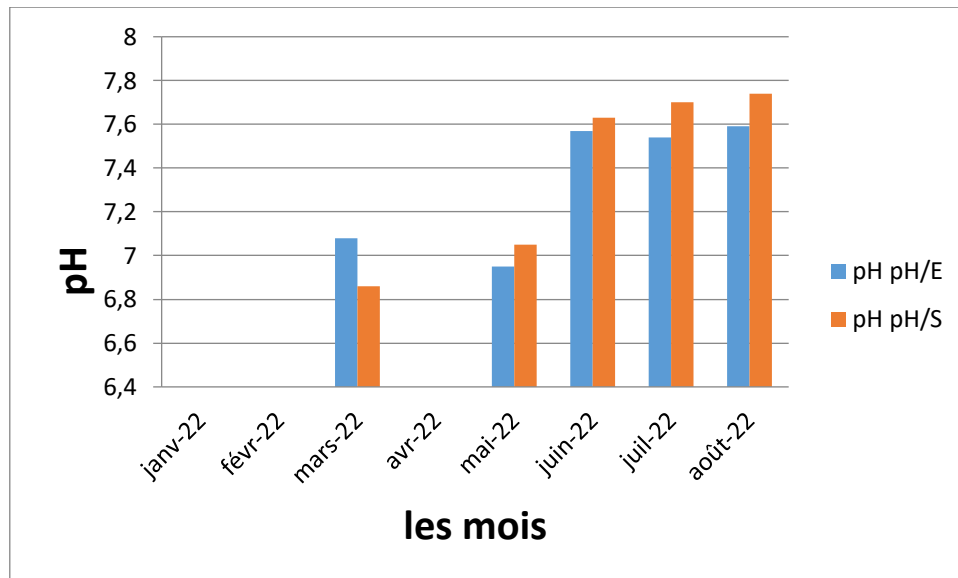


Figure 3.2 : Variations du ph de l'eau à l'entrée et la sortie de la STEP

La représentation graphique ci-dessus nous montre que les valeurs de pH de l'eau brute pour et l'eau épurée sont très voisines avec une légère diminution pour les eaux de sortie due à la minéralisation de la matière organique. Ces moyennes se situent dans les normes de rejet comprises entre 6.5 et 8.5 (OMS, 2004). Ceci implique que le pH des échantillons analysés est propice pour l'activité des microorganismes (Boubki, 2016).

3.2.3 Matière en suspension

La présence de MES cause la turbidité de l'eau et peut affecter la croissance des différents organismes qui y vivent (Rodier, 2005). Toutefois, les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution. Une telle hausse peut aussi entraîner un réchauffement de l'eau, lequel aura pour effet de réduire la qualité de l'habitat pour les organismes d'eau froide (Hébert et Légare, 2000 ; Makhoukh et al, 2011).

Les valeurs de la matière en suspension enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 3-3.

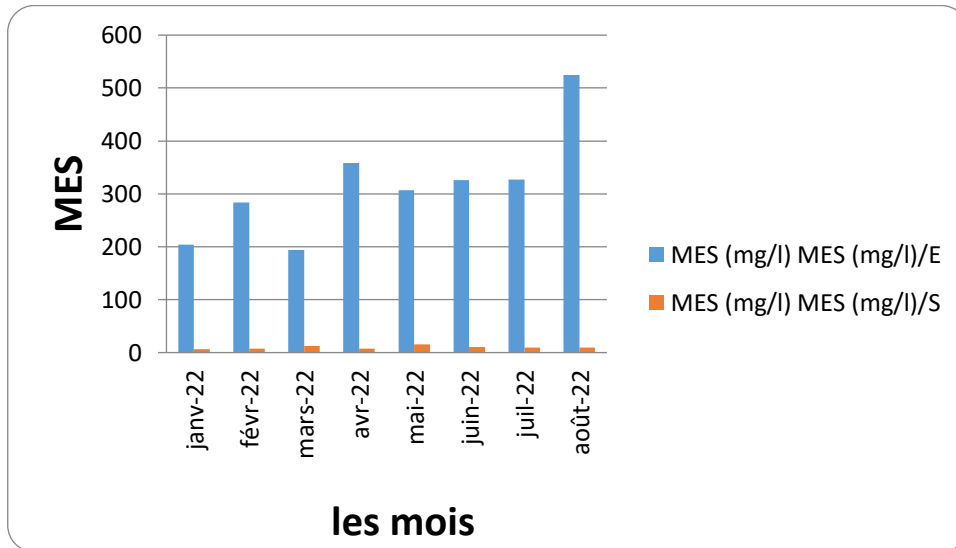


Figure 3.3 : Variations du MES de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les valeurs enregistrées révèlent un abattement important de MES entre les eaux brutes et traitées. Elles se situent entre 194 mg/l et 525mg/l avec une moyenne de 315.6 mg/l pour les eaux brutes. Pour les eaux épurées, les valeurs de MES varient entre 6 mg/l et 16 mg/l avec une moyenne de 9.94 mg/l.

Ces résultats indiquent des concentrations élevées en MES à l'entrée, cela peut s'expliquer par la charge importante de l'effluent. Par ailleurs, suite aux étapes d'épuration subies par les eaux usées, elles deviennent normales à la sortie. Cette diminution est due à la décantation des matières au niveau des clarificateurs primaires et secondaires. Elles restent cependant, inférieures à la norme de rejet fixée par l'OMS (30 mg/l) et à celles recommandées dans le journal officiel algérien limitée à 35 mg/l.

Le rendement moyen de l'abattement des MES est de 96,89 %.

3.2.4 Demande biochimique en oxygène DBO₅

Les valeurs de DBO₅ enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la figure 3-4.

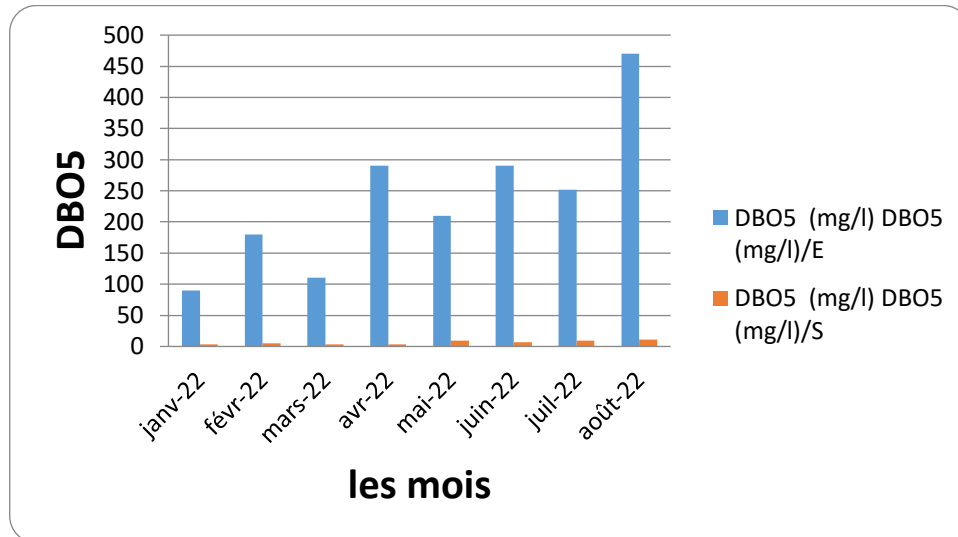


Figure 3.4 : Variations du DBO5 de l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP

Selon la Figure 3-3, les valeurs de DBO₅ obtenues sur l'eau brute ont une moyenne de 236.5 mg d'O₂ /l et des valeurs maximums de 4.25 mg d'O₂ /l après traitement. Ce qui signifie que le traitement biologique effectué sur l'eau est très acceptable surtout par rapport à la norme de rejet fixée à 30 mg d'O₂/l. On constate que l'eau à l'entrée de la STEP s'avère chargée en matières organiques biodégradables.

Ces résultats obtenus concordent avec ceux trouvés par (Meneceur (2013)) avec une valeur de 13.7 mg d'O₂/l.

3.2.5 Demande chimique en oxygène DCO

Si la quantité de matière organique et de sels minéraux oxydables (sulfures, chlorures...) est importante, la dégradation chimique de celles-ci provoquera une augmentation de la consommation en oxygène. De plus, si la concentration en O₂ descend en deçà d'un seuil critique, elle peut devenir dangereuse pour les espèces aquatiques sensibles (truite, saumon,).

Dans notre travail, les valeurs de DCO enregistrées pour les eaux brutes et traitées de la STEP sont représentées sur la Figure 3-5.

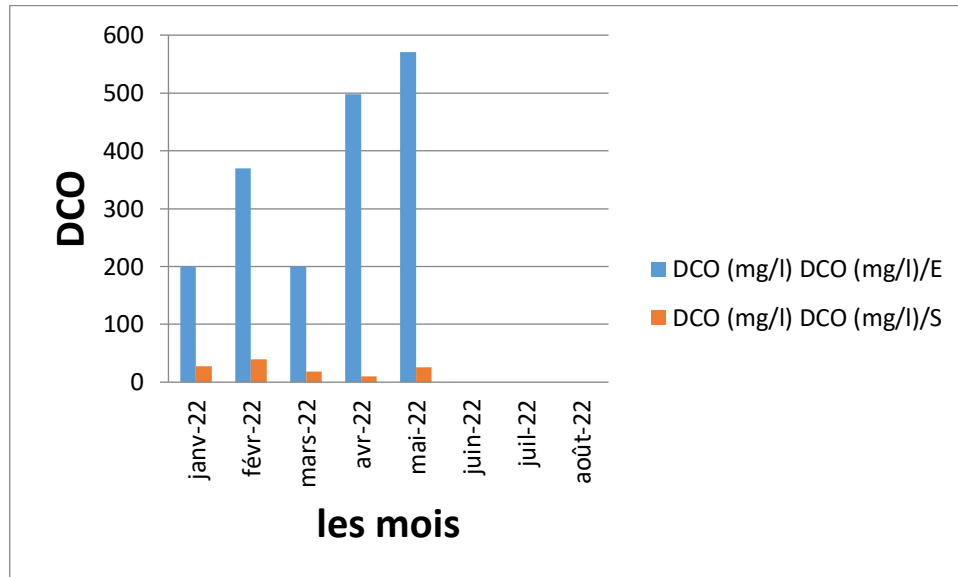


Figure 3.5 : Variations de la DCO de l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les valeurs de la DCO d'eau brute varient entre un maximum de 571 mg/l et un minimum de 200 mg/l, avec une moyenne de 229.88 mg/l. En revanche, les valeurs de DCO pour les eaux épurées varient de 10 mg/l à 39.2 mg/l, avec une moyenne de 15 .08 mg/l.

Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de rejet qui doivent être inférieures à 90 mg/l. Par conséquent, on peut dire qu'une grande concentration en DCO a été éliminée par ce procédé, car il y'a une dégradation importante de la charge polluante avec un rendement d'élimination de 97 %.

3.2.6 Analyse de l'azote ammoniacal (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal est un gaz soluble dans l'eau. L'azote ammoniacal peut avoir pour origine : la matière organique végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine et les rejets industriels (engrais, textiles...) (Rodier et al, 2009).

La figure 3-6 illustre les variations de l'ammonium obtenues à l'entrée et à la sortie de la STEP.

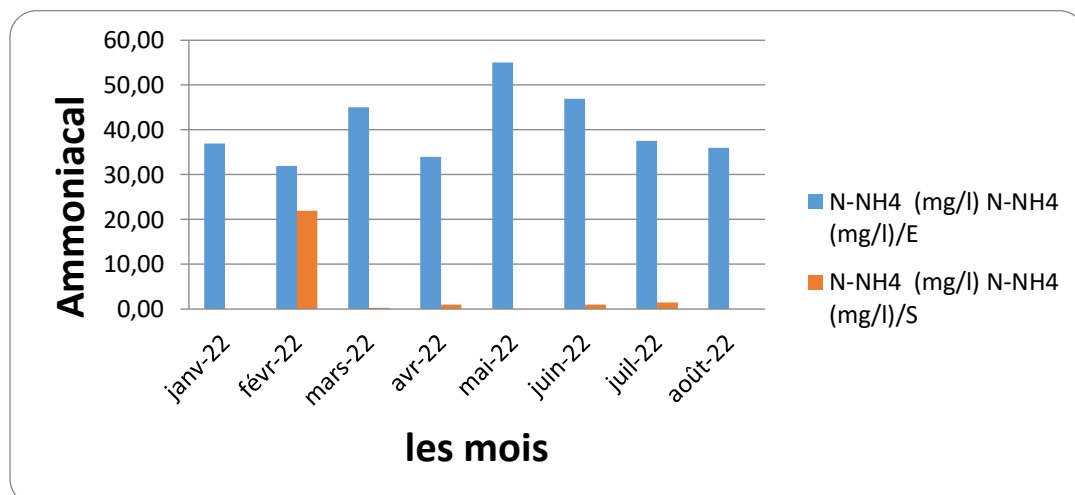


Figure 3.6 : Variations du (NH₄) de l'eau usée à l'entrée et la sortie de la STEP.

Les variations de la concentration des N-NH₄⁺ au niveau des eaux brutes et traitées sont illustrées sur la figure 3-6. Cette concentration est d'une moyenne de 40.44mg/l pour les eaux brutes et sont de 3.22 mg/l pour les eaux épurées.

On remarque une diminution considérable de l'ammonium avec des résultats atteignant des valeurs inférieures à la norme fixée par l'OMS qui est de 20mg/l.

Les résultats obtenus s'avèrent dans l'ensemble satisfaisants, puisqu'ils varient dans l'intervalle régi par la réglementation, donc de leur conformité aux normes. Par ailleurs, les résultats confirment ceux obtenus dans une étude précédente menée par **Hamek et Mekrane (2018)** qui a obtenu une valeur de 2.21 mg/l.

3.2.7 Mesure des NO₂

Les nitrites (NO₂⁻) proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates (Boualem, 2009).et jouent un rôle important dans le développement des végétaux. Lorsque les nitrites viennent à manquer, le développement et la croissance des végétaux sont stoppés.

La figure 3-7 illustre les variations de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP.

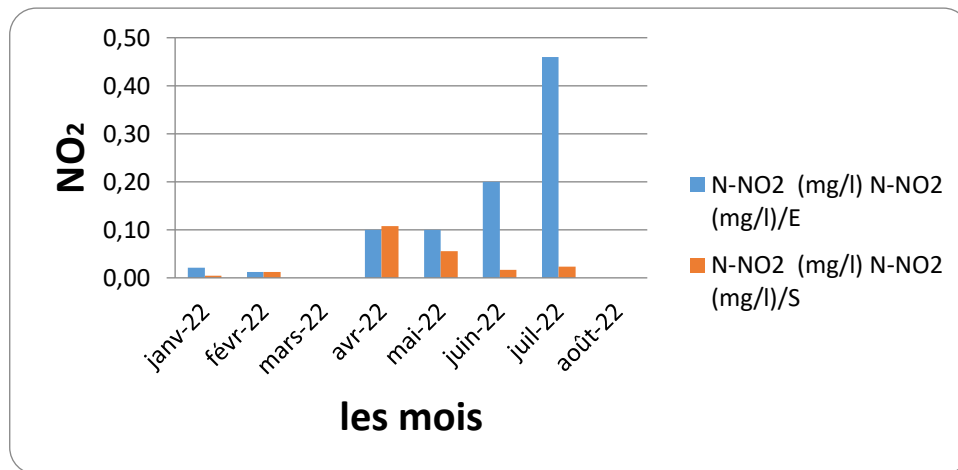


Figure 3.7 : Variations du NO₂ de l'eau usée à la l'entrée et la sortie de la STEP

Les valeurs des nitrites varient de 0,01 mg/l à 0.46 mg/l à l'entrée de la STEP, et de 0,005 mg/l à 0,108 mg/l à la sortie de la STEP.

Ces valeurs répondent aux normes de l'OMS.

3.2.8 Analyse des Nitrates NO₃

La littérature confirme que l'excès en nitrate perturbe l'équilibre biologique du milieu en favorisant l'eutrophisation. Les nitrates limitent également les usages de l'eau, notamment l'altération qui est jugé indésirable (**BACCHI, Michel, 2015**).

La figure 3-8 illustre les variations de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP.

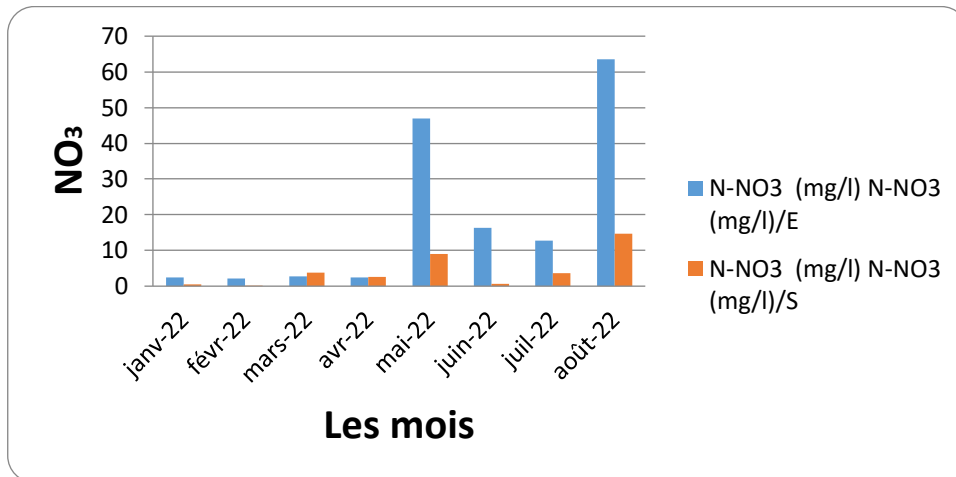


Figure 3.8 : Variations du NO₃ de l'eau usée à la l'entrée et la sortie de la STEP.

La figure III-8 nous montre que la moyenne des nitrates de l'eau brute est de 18.71 mg/l, quant à celle des eaux épurées, elle est de 4.39 mg/l . Cette diminution est expliquée par le phénomène de nitrification, c'est-à-dire la transformation des nitrites en nitrates par les nitrobacters parallèlement, la présence de dénitrification qui réduit les nitrates en azote gazeux et ceci est dû aux fortes concentrations en oxygène (O₂) fournis par le réacteur de surface (dans le bassin biologique), (Boubki, 2016).

Toutefois, la moyenne de rejet est inférieure à la norme fixée par l'OMS (2004) qui est de 50 mg/l, par conséquent, le traitement de notre eau reste efficace.

3.2.9 Mesure de l'Azote total (NT)

La présence d'une quantité d'azote total importante influe sur le développement des êtres vivants. Il est bien connu que la présence en grandes quantités provoque des phénomènes d'eutrophisation (SPGE, 2011).

La figure 3-9 illustre les variations de l'azote total à l'entrée et à la sortie de la STEP.

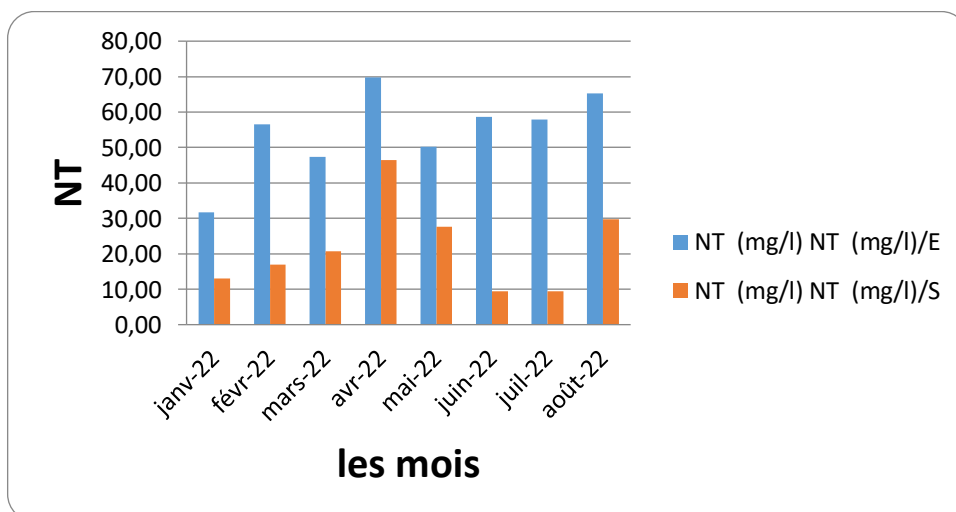


Figure 3.9 : Variations du NT de l'eau usée à la l'entrée et la sortie de la STEP.

D'après les résultats obtenus (figure III-9), la valeur de l'azote total, se situent dans un intervalle de 31.70 mg/l à 69.80 mg/l à l'entrée avec une moyenne de 54.69 mg/l et 9.40 mg/l à 46.40 mg/l, enregistrées à la sortie, avec une moyenne de 21.65 mg/l.

Donc la teneur en azote total enregistrées à la sortie, sont nettement inférieure à celles de l'entrée ce qui reflète l'efficacité de traitement.

3.2.10 Mesure des Phosphates (PO_4^{3-})

Les phosphates sont des éléments nutritifs essentiels pour les végétaux. Si les conditions sont favorables, une augmentation de la teneur en phosphate dans les cours d'eau se traduira par une croissance plus importante des plantes aquatiques. Cette croissance grâce à la lumière du jour et par photosynthèse se traduira à son tour par une production plus importante d'oxygène. Aussi, on observera une consommation plus importante d'oxygène (respiration), particulièrement critique, pendant la nuit. Cette consommation importante d'oxygène peut se traduire par la mort d'animaux, notamment les espèces les plus sensibles de poissons tels que la truite. C'est ce phénomène que l'on appelle l'eutrophisation. Au cours de ce processus, l'azote est essentiel, cependant il est généralement admis que c'est le phosphore qui est l'élément le plus limitant (SPGE, 1999).

La figure 3-10 illustre les variations des phosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP.

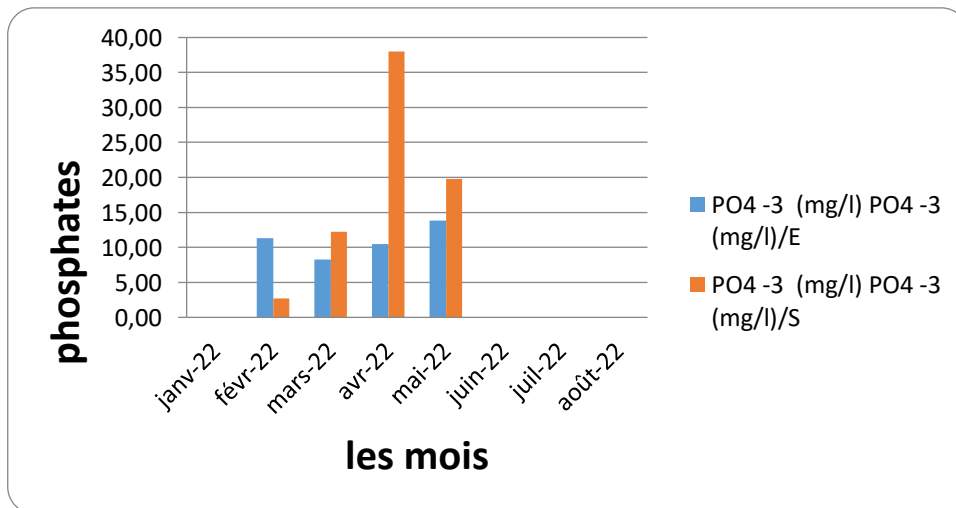


Figure 3.10 : Variations du phosphate de l'eau usée à la l'entrée et la sortie de la STEP.

Les valeurs des phosphates varient entre 8.30 mg/l et 13,8 mg/l à l'entrée de la STEP et entre 2,73 mg/l et 38 mg/l à la sortie de la STEP. Ces valeurs montrent que le traitement au niveau de la STEP n'est pas très efficace, car il a augmenté les quantités de phosphate dans les eaux de rejets. Ces quantités présentes dans les eaux de rejets ne sont pas conformes aux normes OMS.

3.2.11 Mesure de l'Indice de boues

L'indice de boue (IB) est un test permettant d'apprécier l'aptitude de la boue à la décantation. Il représente le volume occupé par un gramme de boue après 30 minutes de décantation dans une éprouvette d'un litre. La variation de l'indice des boues à la sortie du bassin biologique de la STEP est représentée graphiquement sur la figure 3-11.

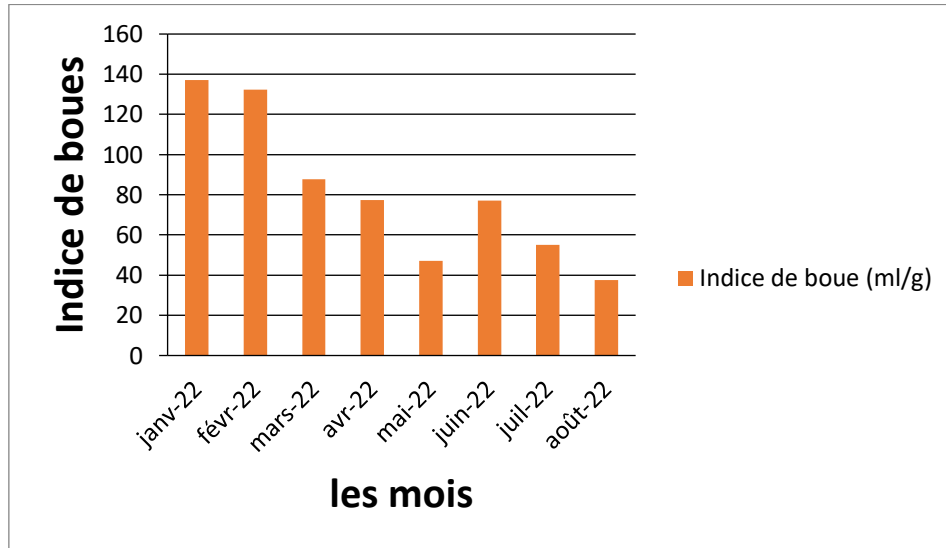


Figure 3.11: Variations du l'indice de boue de l'eau usée dans le bassin biologique

L'indice de boue (IB) varie selon les variations saisonnières. En effet, durant les périodes de forte pluviométrie (janvier et février) l'IB est élevé comparativement aux périodes sèches (Juillet, Aout) ou il enregistre des valeurs minimales.

3.3 Evaluation des paramètres microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques sont résumés dans le tableau suivant :

3.3.1 Résultats des analyses microbiologiques

Chapitre 03 : Résultats et discussion

Prélèvement		Dilution	Col T/100ml	Col F/100ml	S T/100 ml	S F/100ml	ASR	Sa1	V C
EAU A L' ENTREE DE LA STATION		10 ⁻³	+	-	+	+	5	Abs	Abs
			+	-	+	+		Abs	Abs
			+	-	+	+		Abs	Abs

		10^{-4}	+	-	+	+	1	Abs	Abs
			+	-	+	+		Abs	Abs
		10^{-5}	+	-	+	+	1	Abs	Abs
Résultats		/	222×10^5 UFT	Absence	1100×10^5 UFT	1100×10^5 UFT	38333 spore/ ml	Absence	Absence
EAU A LA SORTIE DE LA STATION			+	-	+	+		Abs	Abs
		10^{-3}	+	-	+	+	00	Abs	Abs
			+	-	+	+		Abs	Abs
		10^{-4}	+	-	+	+	00	Abs	Abs
			+	-	-	/		Abs	Abs
		10^{-5}	-	/	-	/	00	Abs	Abs
Résultats		/	221×10^4	Absence	220×10^4	250×10^4	00	Absence	Absence

Table 3-1 : Résultats des analyses microbiologiques

3.3.2 Notations des abréviations dans le tableau 3-1

Col.T: Coliformes Totaux ; Col. F. : Coliformes Fécaux ; S.T. : Streptocoques Totaux ; S.F. : Streptocoques Fécaux ; ASR : Clostridium Sulfito-Reducteur ; Sal : Salmonelles ; VC : Vibrions cholériques :

D'après le tableau 3.1 on note :

➤ **Pour la rentrée de la station :**

On constate la présence des coliformes totaux, la présence des streptocoques fécaux, de Clostridium, on note aussi l'absence des coliformes fécaux, des salmonelles et de vibrion.

➤ **Pour la sortie de la station**

On constate la présence des coliformes totaux et des streptocoques fécaux, on note aussi l'absence des coliformes fécaux, les ASR, des salmonelles et de vibrion.

3.3.3 Les coliformes totaux et fécaux

- Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains.
- Les coliformes fécaux sont des bactéries utilisées comme indicateur de la pollution fécale d'une eau. Ces bactéries proviennent des matières fécales produites par les humains et les animaux à sang chaud.
- D'après les analyses effectuées. On a constaté la présence des coliformes totaux, et l'absence des coliformes fécaux, notamment *Escherichia coli*. La présence des coliformes totaux dans les eaux usées n'entraîne en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau est contaminée par des micro-organismes plus nuisibles

3.3.4 Streptocoque fécaux :(entérocoques)

- Les Streptocoques fécaux, sont toujours présents dans la matière fécale, une grande partie est d'origine humaine. Leur nombre est variable ; généralement beaucoup plus faible par rapport aux autres germes. Parmi les streptocoques fécaux, les entérocoques sont les meilleurs indicateurs de contamination fécale.
- Les résultats des analyses de l'eau traitée montrent la présence des streptocoques fécaux. Leur présence dans l'eau indique une contamination fécale directement lié à la quantité de matière fécale qui y-s'y trouve

3.3.5 Clostridium sulfite-réducteurs (ASR)

- Les bactéries anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) est un groupe de bactéries se développant uniquement en absence d'oxygène et qui possèdent des caractéristiques biochimiques particulières, notamment la production de sulfure d'hydrogène.
- D'après les analyses effectuées on a constaté la présence des colonies noires dans l'eau à l'entrée de la station. Donc on conclut qu'il y a la présence des *Clostridium* dans l'eau usée traitée. On note aussi l'absence des ASR dans l'eau de la sortie de la station.
- La présence des ASR dans les eaux usées indique une contamination ancienne et qui est pathogènes et très nocif pour la santé

3.3.6 Recherche de la salmonelle et vibrions cholériques

D'après les résultats d'eau analysée montre que l'eau usée traitée au niveau de la STEP ne contient pas de salmonelles. Ces résultats sont conformes aux normes de l'OMS qui exige l'absence de la salmonelle.

Les bactéries pathogènes Vibrions cholériques n'ont pas été détectées dans les eaux usées épurées au niveau de la STEP. Ceci pourrait être expliqué par l'effet de la température, qui n'est pas élevé (T°) moyenne des eaux usées = 21,2.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ces dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant consacré à la lutte contre la pollution, principalement dans le domaine de la protection et de la valorisation des ressources en eau. Cet effort s'est matérialisé par un développement accru d'installation et de mise en service de stations d'épuration (STEP) des eaux usées. En outre, un suivi plus efficace de leurs performances reste en vigueur. Par ailleurs, la réglementation Algérienne en termes de contrôle des rejets des STEP est devenue de plus en plus sévère, suite à une complexité de problèmes engendrés par de relatifs dysfonctionnement.

La station d'épuration de Sidi Ali Lebhar, reçoit les eaux des activités domestiques et pluviales. Cette STEP en fonctionnement biologique, a été conçue pour abattre et réduire les charges polluantes des eaux usées par le procédé à boues activées. Une fois traitées ces eaux sont déversées dans la plage de Sidi Ali Lebhar.

L'objectif de notre travail consiste à suivre la qualité physico-chimique tel que: les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total (NT), l'azote ammoniacal (NH_4^+), le phosphate total (PT) et les certains paramètres microbiologique tels que : les coliformes totaux, les coliformes fécaux (E-coli), les streptocoques fécaux, le Clostridium (anaérobie sulfite-réducteur), les salmonelles, le vibrion-chloriques, pour les effluents brutes et traités. Ceci afin d'évaluer les performances de fonctionnement de la station de Sidi Ali Lebhar.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence une faible charge organique au niveau de la STEP de Sidi Ali Lebhar en témoignage des valeurs des principaux paramètres : DBO_5 , DCO, Ammonium, Ortho phosphates et phosphores totaux. Par conséquent, nous remarquons une grande différence entre les valeurs des paramètres cités précédemment pour les eaux traitées et celles des eaux brutes. Cela reflète le degré d'efficacité du traitement biologique des eaux usées ainsi traitées par ladite STEP.

La comparaison de la qualité physicochimique et organique de ces eaux avec les normes de l'OMS et le JORA a montré l'aptitude de ces eaux pour une utilisation éventuelle dans le domaine de l'irrigation. Et, pour avoir un impact négatif majeur sur l'environnement, nous suggérons un accompagnement du système d'épuration des eaux par un traitement tertiaire.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

- **ABIBSI. N, 2011** Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phyto-épuration) pour l'irrigation des espaces verts application á un quartier de la ville de Biskra. (Mémoire de magister en hydraulique), Université MOHAMED Khider-Biskra.
- **AMARA. A, ZEMOUCHE.N, 2016** Traitement des eaux de rejets de la station d'épuration de Tizi-Ouzou Est. Suivi des paramètres de pollution. Mémoire de fin d'études master U.M.M.T.O.
- **Bacchi , Michel 2015** Conception d'une station de traitement des eaux usées dans une commune rurale.
- **Bessedik, M. (2015).** Traitement et 'épuration de l'eau. Cours en ligne université de Tlemcen. <https://ft.univ-tlemcen.dz/asset>
- **Boualem. R. (2009),** Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages 2009. p 20-33.
- **Boubki T et Boudjema H, (2016).** Contrôle du rendement épuratoire de la station d'épuration de Baraki Alger, Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri. TiziOuzou.
- **Bouziid M. et Yahiaoui F., 2015.** Le suivi temporel des performances épuratoires de la station Est de la ville de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master, UMMTO, 65 p
- **Cheryl A. Bopp, M.S., Allen A. Ries, M.D., M.P.H., Joy G. Wells, M.S. (2002).** Méthodes de laboratoire pour le diagnostic de la dysenterie épidémique et du choléra : Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta, Georgia, p.89
- **Chocat, (1997).** Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Ed. Tec & Doc
- **Djermakoye H, 2005.** Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries ; Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de BAMAKO (Mali). 123p.

Références bibliographiques

- **Degrémont, (2005).** Mémento technique de l'eau : vol 2. 10^{ème} édition Edition Technique et Documentation Lavoisier Paris, France.
- **DEGREMONT, (1978)** : Mémento technique de l'eau : 8^{ème} édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier Paris France.
- **Devillers J ; Squilbin M ; Yourassowsky C, (2005).** Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement
- **Frank, (2002).** Table de MAC-GRADY (NPP)
- **Gaujous, (1995),** la pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire Edition technique et documentation Lavoisier, 220p
- **Grosclaude, (1999).** Un point sur l'eau. Tome II usage et polluants .Ed. INRA. Paris.210p.
- **Hebert, S., Legare, S. (2000).** Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec, 5 p.
- **Joly B ; Reynaud A. 2003.** Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edition Technique et documentation, Paris, 356 p.
- **Kelome, N. C. Tchibozo, M. AgassounonDjikpo, AyiFanou, L. Vihotogbe, J. Mama, D. 2012.** Étude des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux de quelques puits à grand diamètre : communes de Parakou et Tchaourou au Bénin. Revue de Microbiologie Industrielle Sanitaire et Environnementale. Vol. 6, no. 2, pp. 210-226.
- **Loumi et Yefsah, (2010).** Valorisation des eaux usées traitées en irrigation ; cas de la station d'épuration Est de T.O. Mémoire d'ingénieur UMMTO p 134
- **MEHATRI M. (2012).** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de Tizi-Ouzou
- **Merlet P. (2004).** Dictionnaire le Petit Larousse illustré. 1^{ère} édition. Larousse. Paris. p.1818
- **Nalco, 1983.** Manuel de l'eau, Tec- Doc– Lavoisier, Paris

Références bibliographiques

- **Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (1979)** : rapport final de la commission mondiale pour la certification de l'éradication de la variole, Genève .135pp.
- **OMS, (2004)**. Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol 2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève, p : 1050
- **Quilici M.L. (2011)**. Le diagnostic bactériologique du choléra. Revue Francophone des Laboratoires, les maladies tropicales (2). n°431, p.51-65.
- **Rejsek F. (2002)**. Analyse de l'eau : Aspects et règlementaire et technique, Ed : CRDP d'Aquitaine, France, 358 p.
- **Reynaud E. (2003)** Développement durable et entreprise : vers une relation symbiotique, Journée AIMS, Atelier développement durable, ESSCA Angers, pp. 1-15
- **RENOU, S, (2006)**, Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées, Ingénieur Génie des procédés et des produits, Institut National Polytechnique de Lorraine, France 258 p.
- **Rodier J ; Bazin C ; Chambon P ; Broutin J.-P ; Champsaud H ; Rodi L ; 1996**. Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7ème édition. Edition DUNOD, Paris. 1983p.
- **Rodier J; Bazin. C ; Broutin J. P; Chambon .P; Champsaur.H, Rodi .L ; (2005):** L'analyse de l'eau. Eau naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer 8ème édition. Ed. Dunod, Paris.
- **SPGE 7 JUILLET 2011**. Arrêté du Gouvernement wallon adoptant la modification du plan d'assainissement par sous-bassin hydrographique de la Dyle-Gette (planches 3/24, 9/24, 13/24, 16/24, 17/24, 18/24).
- **SPGE 1999** Décret relatif au cycle de l'eau et instituant une Société publique de gestion de l'eau Documents du Conseil. 445 (1998-1999) N° 1 à 49. Compte rendu intégral. - Séance publique du 31 mars 1999.

Annexes

Annexes

Tableau n°1 : Valeurs des paramètres physicochimiques à l'entrée de la STEP :

Paramètres	pH/ E	T(°)/ E	MES (mg/l) /E	DBO5 (mg/l) /E	DCO (mg/l) /E	N- NH4 (mg/l) /E	N- NO2 (mg/l) /E	N- NO3 (mg/l) /E	NT (mg/l) /E	PO4 - 3 (mg/l) /E
Janvier	-	17.5	204	90	200	37,00	0,02	2,5	31,70	-
Février	-	17.5	284	180	370	32,00	0,01	2,2	56,50	11,30
Mars	7,08	16.9	194	110	200	45,00		2,8	47,30	8,30
Avril	-	18.1	358	290	498	34,00	0,10	2,5	69,80	10,50
Mai	6,95	21.1	307	210	571	55,00	0,10	46,9	50,20	13,80
juin	7,57	23	326	290	-	47,00	0,20	16,4	58,70	-
Juillet	7,54	25.8	327	252	-	37,50	0,46	12,8	57,95	-
Août	7,59	26.9	525	470	-	36,00	-	63,6	65,20	-

Tableau n°2 : Valeurs des paramètres physicochimiques à la sortie de la STEP :

Paramètres	PH	T	MES	DBO5	DCO	N-NH4	N-NO2	N-NO3	NT	PO4 -3	Indice de boue
	pH/S	T(°)/S	MES (mg/l)/S	DBO5 (mg/l)/S	DCO (mg/l)/S	N-NH4 (mg/l)/S	N-NO2 (mg/l)/S	N-NO3 (mg/l)/S	NT (mg/l)/S	PO4 -3 (mg/l)/S	
Janvier		16.9	6	3	27,2	0	0,005	0,5	12,95	-	137,1
Février	-	27,4	7	5	39,2	22	0,012	0,1	16,90	2,73	132,3
Mars	6,86	17.1	12.5	3	18	0,25		3,8	20,70	12,2	87 ,62
Avril	-	18.2	7	3	10	1	0,108	2,6	46,40	38	77,41
Mai	7,05	21	16	9	26	0	0,056	9	27,70	19,8	47,1
Juin	7,63	23.3	11	7	-	1	0,017	0,7	9,48	-	77,1
Juillet	7,70	26.7	10	9	-	1,5	0,023	3,7	9,40	-	55,2
Aout	7,74	27	10	11	-	0	-	14,7	29,70	-	37,55

Tableau n°3 : Tableau de Mac Grady -nombre le plus probable- pour les eaux de consommation.

Nombre de tubes donnant une réaction positive			NPP dans 100 ml
2 tubes de 10 ml	2 tubes de 1ml	2 tubes de 0.1 ml	
0	0	0	00
0	0	1	05
0	1	0	05
0	1	1	09
0	2	0	09
1	0	0	06
1	0	1	12
1	1	0	13
1	1	1	20
1	2	0	20
1	2	1	30
2	0	0	25
2	0	1	50
2	1	0	60
2	1	1	130
2	1	2	200
2	2	0	250
2	2	1	700
2	2	2	1100

Résumé :

L'objectif de ce travail est une étude des performances de la station d'épuration (STEP) de Sidi Ali Lebhar (Béjaïa) qui traite les eaux résiduaires domestique. Cette STEP a été conçu pour abattre et réduire les charges polluantes des eaux usées par le procédé à boues activées. Une fois traitées, les eaux épurées sont déversées dans la mer.

Au cours de notre travail, on a évalué les qualités physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et traitées afin de détecter les anomalies qui peuvent exister au niveau de la STEP. Les résultats physico chimiques obtenus indiquent une réduction remarquable des paramètres de pollution organique (DCO, DBO₅) ; chimique (azote et phosphore) des effluents traités de la STEP. Ces résultats sont souvent conformes aux normes recommandées par la réglementation qu'elle soit algérienne ou de l'OMS. Toutefois, la concentration des orthophosphates quant-à-elle dépasse la valeur limite autorisé pour de tel rejet. Aussi, les analyses bactériologiques révèlent des concentrations très élevées en germes sulfite-réducteurs et en germes pathogènes. En effet, les résultats d'analyses effectuées sur les eaux traitées à la sortie de la STEP montrent des teneurs élevées en germes totaux, coliformes et streptocoque fécaux et une absence des coliformes fécaux, de salmonelles et de vibrions cholérique.

En résumé, on peut dire que la station a des capacités intrinsèques de traiter l'eau avec la possibilité d'une éventuelle utilisation de l'eau épurées dans de multiples domaines.

Abstract

The objective of this work is a study of the performance of the sewage treatment plant (STEP) of Sidi Ali Lebhar (Béjaïa) which treats domestic waste water. This WWTP was designed to reduce and reduce the polluting loads of wastewater by the activated sludge process. Once treated, the purified water is discharged into the sea.

During our work, we evaluated the physicochemical and bacteriological qualities of raw and treated wastewater in order to detect anomalies that may exist at the STEP level. The physicochemical results obtained indicate a remarkable reduction in organic pollution parameters (COD, BOD₅); chemical (nitrogen and phosphorus) of treated WWTP effluents. These results are often in accordance with the standards recommended by the regulations, whether Algerian or WHO. However, the concentration of orthophosphates exceeds the limit value authorized for such discharge. Also, bacteriological analyzes reveal very high concentrations of sulphite-reducing germs and pathogenic germs. Indeed, the results of analyzes carried out on treated water leaving the WWTP show high levels of total germs, faecal coliforms and streptococcus and an absence of faecal coliforms, salmonella and cholera vibrios.

In summary, it can be said that the station has intrinsic capabilities to treat water with the possibility of eventual use of purified water in multiple areas.

