

~~M/624.847~~

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université 8 Mai 1945- Guelma
Faculté des Sciences et de L'ingénierie
Département de Génie procédé



**Mémoire de fin d études
Pour l obtention du diplôme de Master Académique**

Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Matereaux et Traitement de Surface

**ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES
DES EAUX USEES (STEP DE GUELMA)**

Présentée par :

- Bouati Nassima

Sous la direction de: Mme Rouaiguia Samia

JUIN 2013

Remerciements



*Je tiens en premier lieu à remercier mon encadreur
Mme ROUAIGUIA SAMIA pour les efforts et les
conseils durant la préparation de mon Travail.*

*Ma gratitude va aussi à tous les enseignants du
département de GENIE DES PROCÉDES de
l'université de Guelma et enfin tous qui m'ont aidé
pour réaliser ce modeste travail.*



Sommaire

Chapitre I : Généralités sur l'eau

I.1.Introduction.....	01
I.1.1'eau dans le monde	01
I.1.2. L'eau en Algérie.....	02
I.1.3 la ressource	02
I.3. Caractéristiques de l'eau	03
I.3.1 Mesure de la couleur	03
I.3.2 Evaluation de l'odeur	03
I.3.3 Evaluation de goût.....	03
I.4.Cycle de l'eau.....	04
I.4.1 Les évapotranspirations	04
I.4.2. Les précipitations	04
I.4.3. Le ruissellement.....	05
I.4.4. La recharge des nappes souterraines	05
I.4.5. Diminution de l'évapotranspiration.....	05
I.4.6. Épuisement des nappes	05
I.5.Les eaux usées	05
I.5.1 Définition.....	05
I.5.2 Origine des eaux usées.....	06
I.5.3. Types des eaux usées	07

I.5.3.1 Les eaux usées domestiques	07
I.5.3.2 Les eaux usées industrielles	07
I.5.3.3 Les eaux usées agricoles	07
I.5.4 Les utilisations municipales	08
I.5.5 Caractérisation des eaux usées	08
I.5.6 paramètres physicochimiques	08
a. La température	09
b. Le pH.....	09
c. Matières en suspension (MES)	09
d. Demande biochimique en oxygène (DBO)	09
e. La demande chimique en oxygène (DCO)	10
f. Le Matières phosphatées.....	10
g. matières azotées	10
I.5.7 Formes d'azote dans l'eau usée	10
I.5.8 Impact de l'azote sur le milieu	12
I.5.9 Enlèvement de l'azote dans les eaux usées.....	13

Chapitre II Fonctionnement de la STP

II.1. Contexte général -origine et nature des eaux à traiter	15
II.2 Récapitulatif des principales caractéristiques	16
II.2.1 Des prétraitements : dégrillage, dessablage, dégraissage.....	18

II.2.2 Les ouvrages de décantation primaire	19
II.2.3 Des ouvrages de répartition	20
II.2.4 Un bassin d'aération	20
II.2.5 Deux ouvrages clarification	21
a. La désinfection	21
b. L'épaississement des boues	22
c. Les lits de séchage	22

Chapitre III Matériel et mode opératoire

III.1 Points et périodes de prélèvements	26
III.2 Méthode d'analyse physico-chimique	27
III.2.1.1 La température	27
a. Principe	27
b. Appareillage	27
III.2.1.2 Potentiel hydrogène pH	28
a. principe	28
b. Intérêt de la mesure du pH	28
c. Appareillage	28
d. Mode opératoire	28
III.2.2 Les paramètres Chimique	29
III.2.2.1 La demande biochimique en oxygène DBO ₅	29
a. Principe d'analyse	29

b. Matériel	29
c. Protocole opératoire	30
c.1.Préparation de l'eau dilution	30
c.2. Préparation des flacons de mesure	30
c.3 Mesure de temps.....	30
c.4. Incubation	30
c.5 .Mesure au temps5jours.....	30
c.6 .résultat	31
III.2.2.2 les matières en suspension MES	31
a. Définition	31
b.Principe d'analyse.....	31
c. Matériels	31
d. Protocole opératoire	32
d.1Préparation des filtres	32
d.2.La méthode	32
d.3Résultat.....	32
III.2.2.3. La demande chimique en oxygène DCO	33
a. Principe.....	33
b. Domaine d'application.....	34
c. Matériel	34
d. Mode opératoire	34

e. Préparation de l'essai	35
f. Expression des résultats	35
III.2.2.4. L'Azote des Nitrates NO ₃	36
a. principe.....	36
b. réactifs.....	36
c. appareillage	37
d. mode opératoire.....	37
III.2.2.5. L'azote des nitrites NO ₂	37
a. principe.....	37
b. réactifs.....	38
c. appareillage.....	38
d. Mode opératoire	38
III.2.2.6. L'azote ammoniacal NH ₄ ⁺	38
a. Principe.....	38
b. réactifs.....	39
c. appareillage	39
d. Mode opératoire	39
e. expression des résultats	39
III.2.2.7 L'Ortho phosphate (OPO ₄	40
a. Principe.....	40
b. Appareils	40
c. réactifs	40

d .Mode opératoire	40
--------------------------	----

Chapitre IV Résultats des analyses physico chimiques

IV.1. résultats de l'analyse physico chimiques	41
IV.1.1 les matières en suspension (MES).....	41
IV.1.2 la biochimique en oxygène(DBO ₅).....	43
IV.1.3 la demande chimique en oxygène(DCO)	43
IV.1.4 l'azote ammoniacal(NH ₄)	44
IV.1.5 l'azote des nitrites(NO ₂)	44
IV.1.6 l'azote des nitrates(NO ₃).....	45
IV.1.7 l'orthophosphate (O-PO ₄)	46
IV.1.8 la température (T°C)	47
IV.1.9 Le potentiel hydrogène(PH).....	48

Introduction

Aujourd'hui notre environnement se trouve menacé par une pollution induite principalement par le développement économique et industriel qu'a connu l'Homme jusqu'à présent et qui ne cesse de croître de mieux en mieux afin de répondre à ses exigences.

La plupart des rejets issus des différentes activités humaines sont évacués généralement dans les proches cours d'eaux. Evacuation non contrôlée de ces rejets par manque de station d'épuration ou par des stations non opérationnelles aboutit à la pollution des eaux de surface et même des eaux souterraines, véritable danger pour la Flore.

Les rejets des eaux usées constituent donc un élément fondamental en matière de pollution car elles sont le lieu de nombreuses réactions chimiques et de reproduction de nombreux facteurs de maladies. C'est pour cette raison qu'il faut traiter les eaux usées, dans le but de diminuer la quantité de substances polluantes contenues dans ces eaux. Le nettoyage des eaux usées obéit donc à une logique de préservation des ressources en eau de protection de l'environnement.

L'objectif de ce travail est de suivre la qualité physico-chimique des eaux et d'évaluer le rendement de traitement de la STEP.

Ce travail est divisé en quatre principaux chapitres :

Le premier chapitre, est un ensemble d'informations d'ordre général sur l'eau de façon générale et l'eau usée de façon particulière, dans le deuxième chapitre nous donnons les différentes étapes de fonctionnement de la station de traitement des eaux usées de la ville de Guelma, les différentes analyses à effectuer, leur mode de préparation et le matériel nécessaire font l'objet du chapitre trois alors que les résultats obtenus et leur interprétation seront le contenu du chapitre 4.

I.1. Introduction

72 % de la surface de la Terre est recouverte d'eau (97 % d'eau salée et 3 % d'eau douce dans différents réservoirs), essentiellement sous forme d'océans mais l'eau est aussi présente sous forme gazeuse (vapeur d'eau), liquide et solide. Ailleurs que dans les zones humides plus ou moins tourbeuses ou marécageuses, dans les mers et océans, l'eau est présente dans les lagunes, lacs, étangs, mares, fleuves, rivières, ruisseaux, canaux, réseaux de fossés ou de wastringues ou comme eau interstitielle du sol. L'humidité de l'air provient de l'évaporation des mers et eaux douces et de l'évapotranspiration des plantes

La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par le cycle de l'eau. En tant que composé essentiel à la vie, l'eau a une grande importance pour l'Homme. Source de vie et objet de culte depuis les origines de l'être humain, l'eau est conjointement, dans les sociétés d'abondance comme la France, un produit de l'économie et un élément majeur de l'environnement. Le corps humain est composé de 65 % d'eau pour un adulte, de 75 % chez les nourrissons et de 94 % chez les embryons de trois jours. Les animaux sont composés en moyenne de 60 % d'eau et les végétaux de 75 %.

La formule chimique de l'eau pure est H_2O . L'eau dite « courante » est une solution d'eau et de différents sels minéraux ou d'autres adjuvants. Pour cette raison, l'eau que l'on trouve sur Terre n'est pas un composé chimique pur. Les chimistes utilisent de l'eau distillée pour leurs solutions, cette eau étant pure à 99 %, il s'agit d'une solution aqueuse.

I.1.1. L'eau dans le monde

L'eau se rencontre dans les trois grandes régions de la biosphère: L'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère et sous ses trois états. Près de trois quarts de la surface terrestre sont recouverts par l'hydrosphère, dont les océans représentent 97.4%.

I.1.2. L'eau en Algérie

Les eaux de pluie totalisent en Algérie un volume moyen annuel de 13.5 de milliards de m³. Cette pluviométrie est essentiellement mise en réserve en Algérie du nord et rencontrée à 90% dans les zones telliennes. Les eaux de surface sont en outre inégalement distribuées au niveau de l'Algérie du nord, car elles diminuent de l'ouest à l'est, les eaux souterraines connaissent une autre distribution par rapport à celle qui caractérise les eaux surface.

Les réserves en eaux souterraines du sud permettent d'exploiter un volume annuel de quelques 5 milliards de m³, alors que les nappes de l'Algérie du nord dont l'essentiel revient évidemment à la zone tellienne n'autorisent qu'un volume annuel exploitable de 1.5 milliards de m³.

I.1.3. la ressource

Si notre planète est recouverte à 70% d'eau, celle-ci est en majorité de l'eau salée en ne prenant pas en compte l'eau dans les glaciers ou celle trop profondément enfouies sous terre, seul 1% de l'eau de la planète est en fait disponible pour l'homme, elle est de plus, inégalement répartie. Un adulte devant boire au moins un litre d'eau par jour, une des conséquences principales de cet état de fait est la déshydratation. En outre, plus d'un être humain sur cinq n'a pas accès à une eau potable saine, ce qui entraîne des problèmes de santé majeurs, groupés sous le vocable maladies hydriques.

La consommation d'eau dans le monde est extrêmement variable, même pour des pays ou des villes comparables. Elle dépend, en particulier, des conditions de ressources en eau. Dans les pays industrialisés, les eaux usées, donc " consommées, représentent en moyenne 145 litres par habitant et par jour, mais cette quantité varie en fonction des habitudes individuelles et du niveau de vie.

Selon les disponibilités locales, l'eau est prélevée dans un réservoir souterrain ou superficiel. Les sources peuvent suffire pour des petites agglomérations au besoin peu important. En revanche, pour une demande plus grande, on puise dans les nappes phréatiques grâce à des forages. Si les ressources sont insuffisantes, on se tourne vers

les eaux la surface, fleuves, ou lacs naturels. Enfin il est possible de prélever les eaux marines, suite à un dessalement, ce qui exige la mise en place de procédés très coûteux. Le choix du lieu de prélèvement de l'eau est une étape importante qui fait l'objet d'une sélection réfléchie. Il est en effet préférable de choisir une eau protégée de toute contamination.

L'évaporation à la surface d'un sol joue un rôle important dans le régime hydrique local, mais les végétaux accélèrent beaucoup ce processus en transpirant des masses considérables d'eau. Le ruissellement est le dernier agent de cycle de l'eau en milieu continental. Il assure l'alimentation des cours d'eau qui restituent en dernier l'eau à l'hydrosphère

I.3. Caractéristiques de l'eau

I.3.1. Mesure de la couleur

La couleur peut être due à certaines impuretés mais également à certaines matières organiques. 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. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité.

I.3.2. Evaluation de l'odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore en effet toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition.

I.3.3. Evaluation de goût

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives des produits provoquant cette sensation.

I.4. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologique) est un modèle représentant le parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau sur Terre: les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes d'eaux souterraines et les glaciers. Le « moteur » de ce cycle est l'énergie solaire qui, en favorisant l'évaporation de l'eau, entraîne tous les autres échanges (Figure 1). La science qui étudie le cycle de l'eau est l'hydrologie. Elle peut se décomposer en hydrogéologie, hydrologie de surface, hydraulique urbaine, etc.

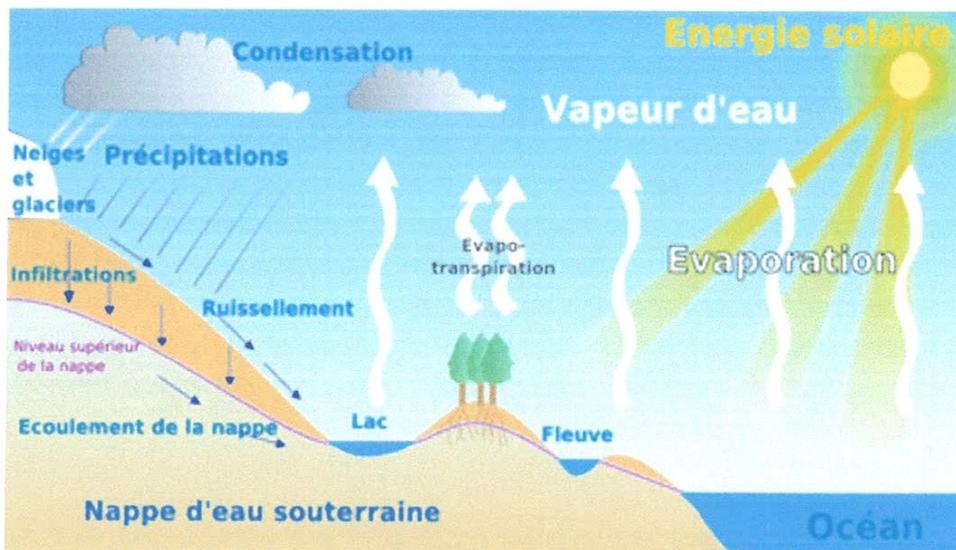


Figure 1 : Cycle de l'eau

I.4.1 Les évapotranspirations

Le cycle décrit ci-dessus est essentiellement géochimique. En réalité, les êtres vivants, et plus particulièrement les végétaux ont une influence sur le cycle. Les racines des végétaux pompent l'eau du sol, et en relâchent une partie dans l'atmosphère. De même, une partie de l'eau est retenue dans les plantes.

I.4.2. Les précipitations

Les nuages sont formés de minuscules gouttes d'eau. Lors des pluies, la totalité de la lame d'eau tombe sur les océans (pour 7/9) et les continents (pour 2/9).

I.4.3. Le ruissellement

Le ruissellement désigne en hydrologie le phénomène d'écoulement des eaux à la surface des sols.

I.4.4. La recharge des nappes souterraines

La recharge des nappes souterraines se fait par l'infiltration, à travers les fissures naturelles des sols et des roches ou bien la percolation, en migrant lentement à travers les sols. Plus le processus est lent plus les eaux ont le temps d'interagir chimiquement avec le milieu. Plus le processus est rapide plus les phénomènes d'érosion seront marqués. À travers l'infiltration et la percolation dans le sol, l'eau alimente les nappes phréatiques (souterraines).

I.4.5. Diminution de l'évapotranspiration

La déforestation a pour effet de diminuer l'évapotranspiration.

I.4.6. Épuisement des nappes

Il est à noter que les nappes profondes sont rechargées par la météo de plusieurs décennies voire de plusieurs siècles et que les nappes superficielles se rechargent généralement très rapidement en quelques jours, en quelques mois ou en quelques années.

I.5. Les eaux usées

I.5.1 Définition

Les eaux usées, aussi appelées eaux polluées sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées.

Elles peuvent être parfois qualifiées d'**eaux grises** lorsqu'il s'agit d'eaux peu chargées en matières polluantes par exemple des eaux d'origine domestique, résultant du lavage de la vaisselle, des mains, des bains ou des douches. On parle d'**eaux noires**

lorsqu'elles contiennent diverses substances plus polluantes ou plus difficiles à éliminer tels que des matières fécales, des produits cosmétiques, ou tout type de sous-produit industriel mélangé à l'eau. Il peut également s'agir d'eau d'écoulement de surfaces imperméables, ainsi les eaux de ruissellement des parcs de stationnement sont considérées comme des eaux usées par la présence de divers polluants comme les hydrocarbures ou les poussières d'usure des pneumatiques.

I.5.2 Origine des eaux usées

Voici quelques provenances possibles des eaux usées. Pour certaines d'entre elles, les contaminants probables figurent entre parenthèses:

- Déchets d'origine humaine (hygiène, ménage, toilettes... dans ce dernier cas, on parle d'eau noire)
 - Fuite de fosse septique
 - Déversement de fosse septique
 - Évacuation d'installation de traitement d'eaux d'égout
 - Eau de lavage (personnes, vêtements, sols, vaisselle, etc.) également connu comme eau grise
 - Précipitations collectées par les toits
 - Eaux souterraines infiltrées dans le réseau d'égouts
 - Liquides manufacturés en surplus provenant de sources domestiques (boissons, huiles de cuisine, pesticides, huiles de graissage, liquides de peinture, de nettoyage, etc.)
- Écoulement urbain des précipitations sur les routes, les parkings, les trottoirs (contient des huiles, fèces animales, ordures, traces de carburant, résidus de caoutchouc, métaux provenant des gaz d'échappement des véhicules, etc.)
 - Entrées d'eau de mer (sel, micro-organismes, volumes élevés)
 - Entrée directe d'eau de rivières (micro-organismes, volumes élevés)
 - Entrée directe de liquides synthétiques (décharge illégale de pesticides, d'huiles usagées, etc.)

- Drainage des routes (huile, agents de dégivrage, résidus de caoutchouc)
- Drainage de tempête (presque n'importe quoi, y compris voitures, chariots, arbres, bétail, etc.)
- Pertes industrielles

I.5.3. Types des eaux usées

Généralement, on distingue plusieurs grandes catégories d'eaux usées :

I.5.3.1 Les eaux usées domestiques

Sont issues de nos habitations. Elles sont principalement polluées par des matières organiques. Les eaux « ménagères » d'évacuation des cuisines et salle de bains sont polluées par des détergents, les lessives et les graisses, les eaux de vaisselle. Les eaux « vannes » d'évacuation des toilettes.

Les déchets présents dans ces eaux souillées sont constitués de matières organiques dégradables et de matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute et en suspension.

I.5.3.2 Les eaux usées industrielles

Leurs caractéristiques sont extrêmement variables et sont directement liées au type d'industrie agroalimentaire, chimique, minière ou autre. Après des premiers traitements spécifiques, les eaux usées industrielles sont assimilables à des eaux usées domestiques, ce qui permet leur rejet dans un réseau de collecte public.

I.5.3.3. Les eaux usées agricoles

Issues des élevages. Elles sont polluées notamment par les déjections des animaux.

Les eaux pluviales peuvent être fortement polluées en particulier en début de pluie du fait du lessivage des fumées dans l'atmosphère, du lavage des chaussées grasses et des toitures chargées de poussière, du lessivage des zones agricoles traitées

(écoulement de purin, épandage d'engrais et de désherbants) et des zones de terrassements (écoulement de boues). Les polluants présents dans ces eaux peuvent être des matières organiques biodégradables ou non, des matières en suspension ou dissoutes.

I.5.4 Les utilisations municipales

Elles peuvent couvrir une assez large gamme d'utilisations, qui ne requiert pas d'eau de qualité potable (VALIRON, 1983), comme par exemple

- L'arrosage des parcs et jardins publics
- Le lavage des rues
- La lutte contre les incendies
- Le nettoyage des engins de collecte des ordures ménagères.

I.5.5 Caractérisation des eaux usées

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes :

- les micro-organismes.
- les matières en suspension.
- les éléments traces minéraux ou organiques.
- les substances nutritives.

I.5.6 Paramètres physicochimiques

a. La température

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et la détermination du pH. Donc cette grandeur physique permet de déceler les conditions extrêmes préjudiciables au bon fonctionnement du processus biologique.

b. Le pH

Le pH est la mesure du caractère acide ($1 < \text{pH} < 7$) ou basique ($7 < \text{pH} < 14$) des eaux usées. En général, l'activité biologique se situe entre 6.5 et 8 unités de pH. En dehors de cet intervalle, le pH affecte la vie aquatique et par conséquent influence l'autoépuration du milieu naturel.

c. Matières en suspension (MES)

C'est la quantité de pollution organique et minérale non dissoute dans l'eau (Gémella et Guerre, 1978). Les MES sont responsables d'ensablement et de baisse de pénétration de la lumière dans l'eau, ce qui entraîne une diminution de l'activité photosynthétique et une chute de la productivité du phytoplancton.

d. Demande biochimique en oxygène (DBO)

Les phénomènes d'autoépuration dans les eaux superficielles résultent de la dégradation des charges organiques polluantes par les micro-organismes. La demande biologique en oxygène est, par définition, la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes vivants pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée. C'est un paramètre qui permet d'évaluer la fraction de la pollution organique biodégradable. Par convention, la DBO_5 est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation (Eckenfelder, 1982). La gamme de la DBO_5 des eaux usées urbaines au Maroc est 200-400mg/L (Foutlane, 2005).

e. La demande chimique en oxygène (DCO)

DCO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques y compris les matières biodégradables et non biodégradables par voie chimique. Vu la simplicité de mesure de DCO et sa précision, il s'est avéré nécessaire de développer des corrélations entre la DBO₅ et la DCO ainsi le rapport DCO/ DBO₅ des eaux usées urbaines est proche de 2 (Gémella et Guerre, 1978). Le rapport DCO/ DBO₅ des effluents domestiques est de 1,9 à 2,5 (Hamdani et al, 2002).

f. 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 (Deronzier et al. 2001).

g. Matières phosphatées

C'est la quantité de phosphore total contenu dans l'eau sous diverses formes : polyphosphates, organophosphorés et ortho phosphates. Le phosphore est aussi responsable de l'eutrophisation du milieu aquatique, d'où l'obligation de sa détermination (Martin, 1987).

I.5.7 Formes d'azote dans l'eau usée

Dans l'eau usée domestique, l'azote est essentiellement à l'état soluble et il se trouve sous les deux formes suivantes (Agences de l'Eau et Ministère de l'Environnement, 1994) :

- l'azote organique, qui provient surtout des déjections animales et humaines et des rejets d'industries agro-alimentaires.

- l'azote ammoniacal, qui peut provenir des rejets industriels ou de la transformation de l'azote organique par ammonification (Tableau 1).

Tableau 1. Contenu en azote dans les effluents domestiques non traités (adapté de Met calf et Eddy, 2003)

Formes d'azote	Eau usée faiblement concentrée	Eau usée moyennement concentrée	Eau usée fortement concentrée
Azotes ammoniacal (mg N-NH ₄ ⁺ /L)	12	25	45
Azote organique (mg N/L)	8	15	25
Azote total (mg NT/L)	20	40	70

Le rejet par personne par jour est d'environ 14 g d'azote, dont 1/3 se trouve sous forme ammoniacale et 2/3 sous forme organique (Agences de l'Eau et Ministère de l'Environnement, 1994). Après avoir cheminé dans les réseaux d'égout, l'azote qui arrive à la station d'épuration contient généralement une plus grande proportion d'ammoniac, tel que présenté au Tableau 1. Habituellement, les effluents domestiques ne contiennent que de très faibles, voire négligeables, quantités de nitrite (NO₂⁻) et de nitrate (NO₃⁻).

L'ammoniac existe simultanément sous deux formes: NH₃ (ammoniac non ionisé) et NH₄⁺ (ammoniac ionisé ou ammonium). La proportion de chacune de ces formes dépend en grande partie du pH et de la température, tel qu'illustré dans la Figure 2.

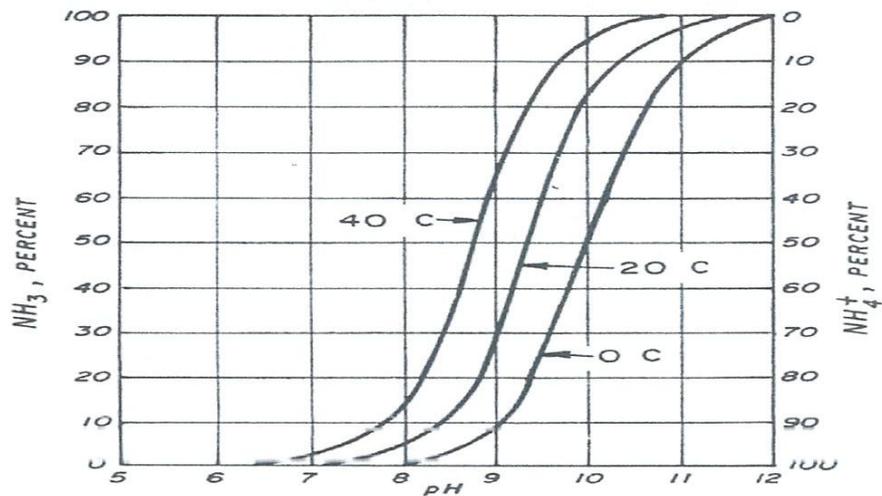


Figure 2 : Proportion de NH_3 et NH_4^+ selon le pH et la température (Parker.1975)

I.5.8 Impact de l'azote sur le milieu

L'azote est un nutriment essentiel à l'activité biologique dans l'eau. Cependant, au-dessus d'une certaine concentration, sa présence peut entraîner des problèmes sérieux de pollution.

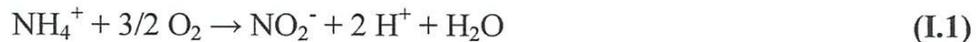
D'abord, l'oxydation biologique du NH_4^+ (nitrification) entraîne une consommation d'oxygène dans le cours d'eau, au détriment des espèces animales qui seront affectées et risquent de disparaître (Met calf et Eddy, 2003). De plus, la vie aquatique peut être gravement atteinte pour des concentrations en azote ammoniacal de l'ordre de 2 mg/L à un pH de 7,4 à 8,5 (Agences de l'Eau et Ministère de l'Environnement, 1994). En fait, une concentration supérieure à 1,5 mg N- NH_4^+ /L peut altérer les propriétés organoleptiques ou esthétiques de l'eau de consommation, alors qu'une concentration de 0,5 mg N- NH_4^+ /L suffit pour entraîner des difficultés à traiter adéquatement l'eau potable (MENV, 2003). L'ammoniac non ionisé est particulièrement toxique pour les poissons, davantage que la forme ionisée. Le NH_3 commence à former l'essentiel du contenu en composés ammonium lorsque le pH de l'eau s'élève au-dessus de 8,5.

Par ailleurs, l'azote peut constituer une gêne pour la potabilisation des eaux de surface. En effet, la présence de NH_4^+ entraîne une surconsommation de chlore dans le traitement de l'eau potable, alors qu'une eau chargée en nitrate est susceptible de provoquer la méthémoglobinémie chez le nourrisson.

I.5.9 Enlèvement de l'azote dans les eaux usées

L'enlèvement de l'azote dans les eaux usées est principalement effectué par nitrification et dénitrification biologique. Met calf et Eddy (2003) mentionnent que les procédés biologiques s'avèrent habituellement plus économiques que les traitements physico-chimiques (barbotage de l'ammoniac à l'air ou à la vapeur, chloration et échange d'ions).

Le processus *de* nitrification consiste d'abord en l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrite (NO_2^-), un état intermédiaire, puis ce dernier est rapidement oxydé en nitrate. Cette transformation, qui est effectuée en présence d'oxygène par des bactéries autotrophes nitrifiantes, se divise en deux étapes, la première étant assurée par des bactéries *Nitrosomonas* et la deuxième par des bactéries *Nitrobacter* :



Plusieurs facteurs influencent la nitrification, notamment les concentrations en azote, en matière organique, en oxygène dissous et en matières en suspension, de même que la température ainsi que les temps de rétention hydraulique et de la biomasse (Bohler *et al.* 1994). Les substances toxiques et les métaux peuvent aussi avoir un impact sur ce processus, tout comme le pH et l'alcalinité. Toujours selon Bohler *et al.* (1994), le pH optimum serait de 7,5 à 8,0, mais des pH de 7,0 à 7,2 sont normalement utilisés en pratique. Au besoin, de l'alcalinité peut être ajoutée, par exemple sous forme de Na_2CO_3 ou NaOH , pour contrer la consommation de 7,14 g CaCO_3 / g N-NH_4^+ enlevé.

Le principe de fonctionnement est le suivant :

II.2.1 Des prétraitements : dégrillage, dessablage, dégraissage

L'ouvrage de dessablage-dégraissage est basé sur le dimensionnement suivant :

-vitesse ascensionnelle inférieure à 25 m/h

-temps de séjour à 6 mn

Ce dimensionnement implique la réalisation de 2 ouvrages de surface globale 168 m^2

-Un traitement primaire composé de 2 décanteurs primaires permettant d'atteindre un rendement de 50 % sur les MES et de 30 % sur la DBO5



Figure 5 : Dégrilleurs



Figure 6 : Flottation des graisses par injection de fines bulles.

La nitrification ne permet donc pas un enlèvement complet de l'azote, mais plutôt sa transformation sous forme de nitrate. La présence de celui-ci dans l'eau soulève habituellement moins d'objection que celle de l'azote ammoniacal (Ramalho, 1983). Cependant, comme ce composé peut nuire à la réutilisation de l'eau, il s'avère parfois nécessaire de l'éliminer en ayant recours à la dénitrification.

La réduction biologique du nitrate au cours de la dénitrification mènera à la production finale de N₂ (produit gazeux inerte), tel qu'illustré ci-dessous :



Comme ces bactéries dénitrifiantes (*Bacillose*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *etc.*) ont une préférence pour l'oxygène libre, il est nécessaire que cette dernière soit absente pour que la dénitrification ait lieu. Par ailleurs, les bactéries hétérotrophes requièrent une source de carbone, qui peut leur être fournie par l'ajout de produit comme le méthanol, ou directement par la matière organique présente dans les eaux usées, tel que décrit par la réaction de l'équation 4. La formule C₁₀H₁₉O₃N est généralement utilisée pour décrire la matière organique, mais cette dernière pourrait aussi être exprimée différemment.



La dénitrification est complémentaire à la nitrification de par sa production d'alcalinité. En effet, 3,57 g CaCO₃/g N-NO₃⁻ réduit sont produits ; on retrouve donc près de la moitié de l'alcalinité détruite par la nitrification. Par contre, la dénitrification est aussi contradictoire avec la nitrification, car elle doit avoir lieu dans un environnement anoxie. De plus, elle requiert une source de carbone, alors que la nitrification peut être inhibée si la charge organique est trop grande.

Chapitre II

Fonctionnement de la STP

II.1. Contexte général -origine et nature des eaux à traiter

Le présent projet s'inscrit dans la démarche de gestion de l'assainissement de la ville de Guelma. Ainsi, le présent projet comprend:

- ❖ L'équipement des 2 stations de relevage alimentant la station d'épuration de Guelma. Le génie civil de ces postes est déjà réalisé.
- ❖ La réalisation des études d'exécution et la construction de la station d'épuration de la ville de Guelma.

Les données de base générales sont les suivantes :

- Caractéristique et nature des effluents :

La station d'épuration est prévue alimentée par des effluents d'origine domestique (à hauteur de 199 086 équivalent- habitants) pour la première phase, objet du présent projet.

- Nature du réseau

Les eaux usées domestiques de la ville de Guelma sont collectées gravitairement sur 2 bassins versants par un ensemble de réseaux d'assainissement existant. Les 2 tronçons gravitaires rejoignent chacun un point BA (emplacement des postes de refoulement).

- Nature du traitement actuel

Actuellement les effluents sont collectés par le réseau d'assainissement existant mais ne subissent pas de traitement particulier.

- Emplacement et accès

La station d'épuration est implantée sur le terrain fourni par l'administration (cf. plan n° AS 02) situé sur un terrain agricole proche de la ville de Guelma, sans habitation à proximité. La station d'épuration est alimentée par 2 conduites de refoulement, l'une en provenance du premier poste de refoulement sp1 (débit 1575 m³/h), l'autre en provenance du second poste de refoulement sp2 (1125 m³/h). Ces

canalisation sont amenées par l'administration jusqu'au regard au droit de l'entrée de la station d'épuration (regards n° R1 et R2 sur plan d'implantation n° GUELMA- 01-01 VRD) Point de rejet. Le rejet sera réalisé dans l'oued Seybouse situé en contrebas de la station d'épuration à 331 m de distance. Les effluents seront acheminés jusqu'à l'oued par une canalisation de rejet.

II.2 Récapitulatif des principales caractéristique

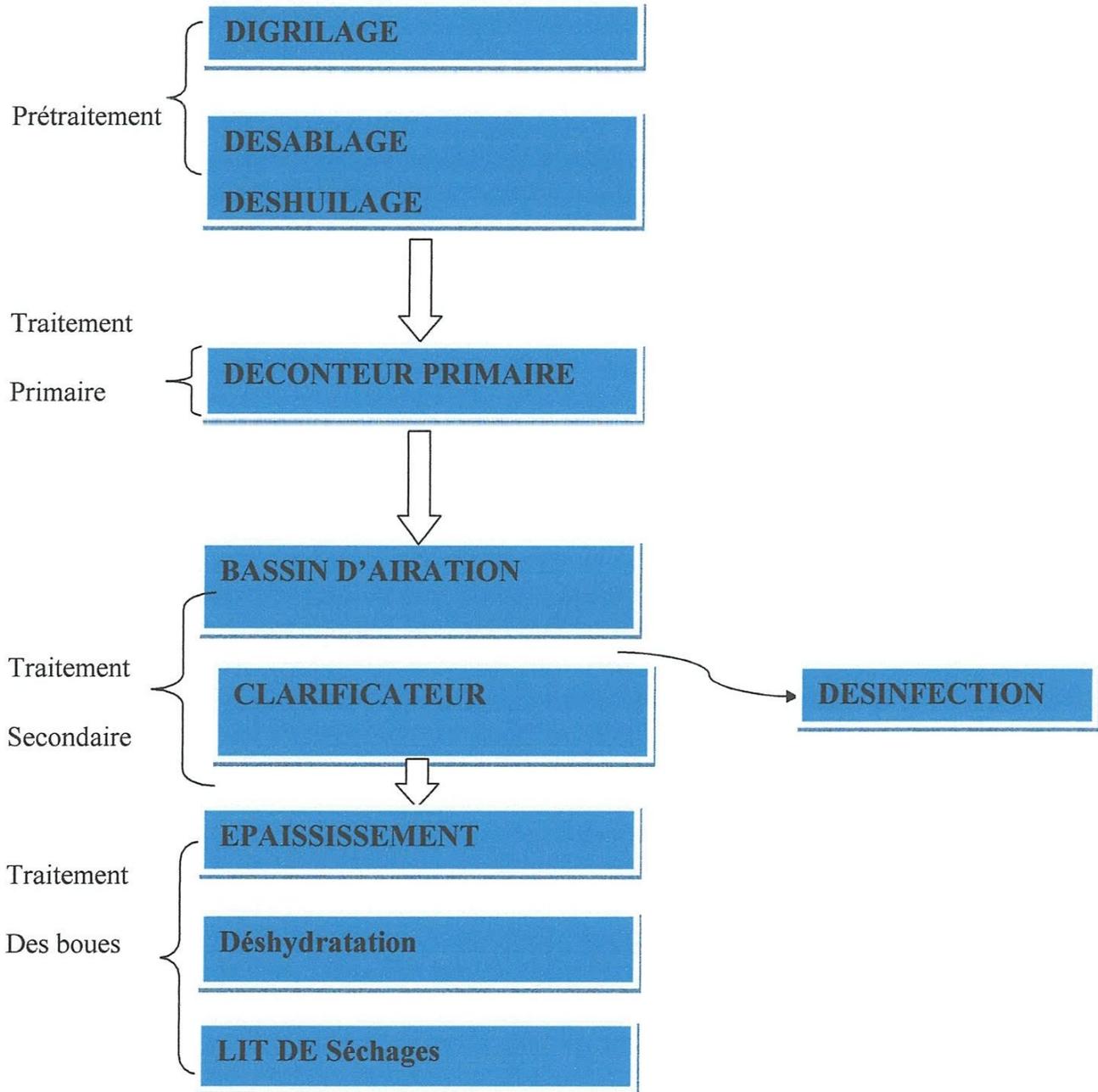


Figure 3 : les différentes étapes de traitement au niveau de la STEP

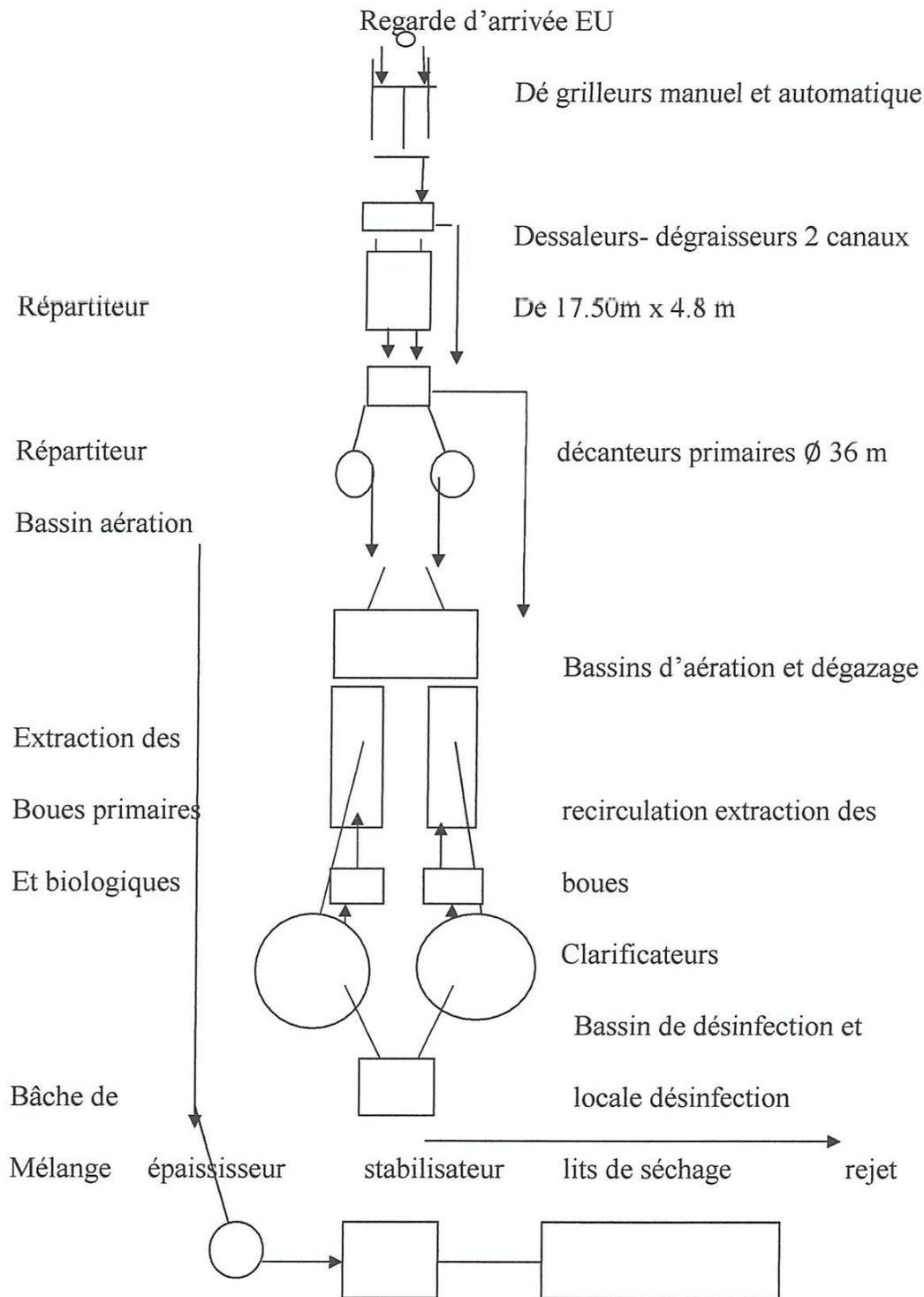


Figure 4 : Schéma de principe



Figure 7 : Extraction du sable d'un des sableur-dégraisseur-déshuileur



Figure 8 : Racleur des graisses d'un des sableur- dégraisseur-déshuileur

II.2.2 Les ouvrages de décantation primaire

Sont dimensionnés sur des paramètres de dimensionnement qui à notre sens nous permettent d'atteindre ces rendements en particulier par temps de pluie sur le débit maximum de point. Ce dimensionnement implique la réalisation de 2 décanteurs de diamètre 36 m.

II.2.3 Des ouvrages de répartition

Permettant d'assurer une fiabilité d'exploitation par un débit strictement similaire sur les 2 files de traitement et sur la possibilité d'intervenir sur 1 file tout en conservant une continuité de service sur la moitié du débit.

II.2.4 Un bassin d'aération

Fonctionnant sur le principe de la moyenne charge et aérée par des turbines. En effet, cette filière nous semble la mieux adaptée à la condition de rejets demandés dans le cahier des charges.

-Pas de norme de rejet sur l'azote et le phosphore, donc pas de nécessité de réaliser un traitement de type aération prolongée générant un volume d'aération beaucoup plus important et un coût de fonctionnement supérieur.

-Dans le cas où l'on reste en traitement de type moyenne charge, la stabilisation des boues est nécessaire. Dans ce cas, il est intéressant de réaliser une décantation primaire préalable, procédé limitant les coûts de fonctionnement par comparaison avec une filière entièrement biologique.



Figure 9 : Turbine de surface à vitesse lente (immersion insuffisante).

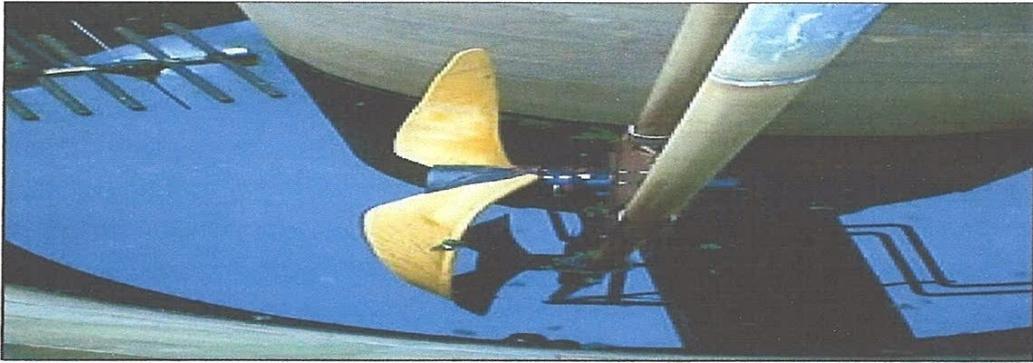


Figure 10 : Aération et brassage séparées dans un bassin d'aération.



Figure 11 : Lagunage naturel à deux bassins.

II.2.5 Deux ouvrages clarification

-Des postes d'extraction, de recirculation des boues ont été aménagés

a. La désinfection

Est réalisé à partir d'hypochlorite de calcium en poudre et non d'hypochlorite de sodium sous forme liquide de manière à fiabiliser la livraison de réactif et donc à éviter les ruptures de stock et également à conserver le degré horométrique de la solution et ainsi fiabiliser la désinfection.

b. L'épaississement des boues

Est réalisé dans épaisseur hersé. Toutefois en amont de l'épaisseur nous avons ajouté une bêche de mélange des boues primaires et secondaires de manière à homogénéiser les boues et à fiabiliser l'étape d'épaississement. Notons qu'un mauvais épaisseur des boues a des conséquences sur l'ensemble de la filière de traitement (retour de boues dans le bassin d'aération, mauvaise stabilisation des boues car temps de séjour insuffisant, odeur et mauvaise déshydratation sur les lits de séchage).

-L'ouvrage de séchage à stabilisation aérée par des turbines.

c. Les lits de séchage

Ont une surface globale de 15 030.0 m² toutefois l'implantation des lits de séchage est optimisée de manière à profiter mieux de la pente naturelle du terrain, et également de manière à améliorer la circulation autour des lits de séchage. Enfin, la limitation des longueurs des drains évite le risque de bouchage.

-L'implantation générale des ouvrages a été adaptée dans cette solution pour limiter les terrassements et améliore le profil hydraulique de l'installation (même courbes de niveaux sur les ouvrages fonctionnant avec le même fil d'eau tel que les décanteurs primaires et les clarificateurs).

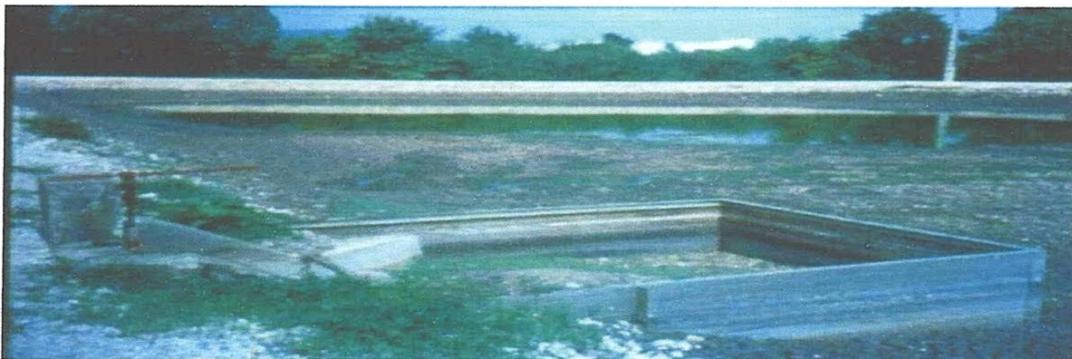


Figure 12 : Vidange complète de la lagune avant curage.

Figure 13 : Schéma récapitulatif du traitement

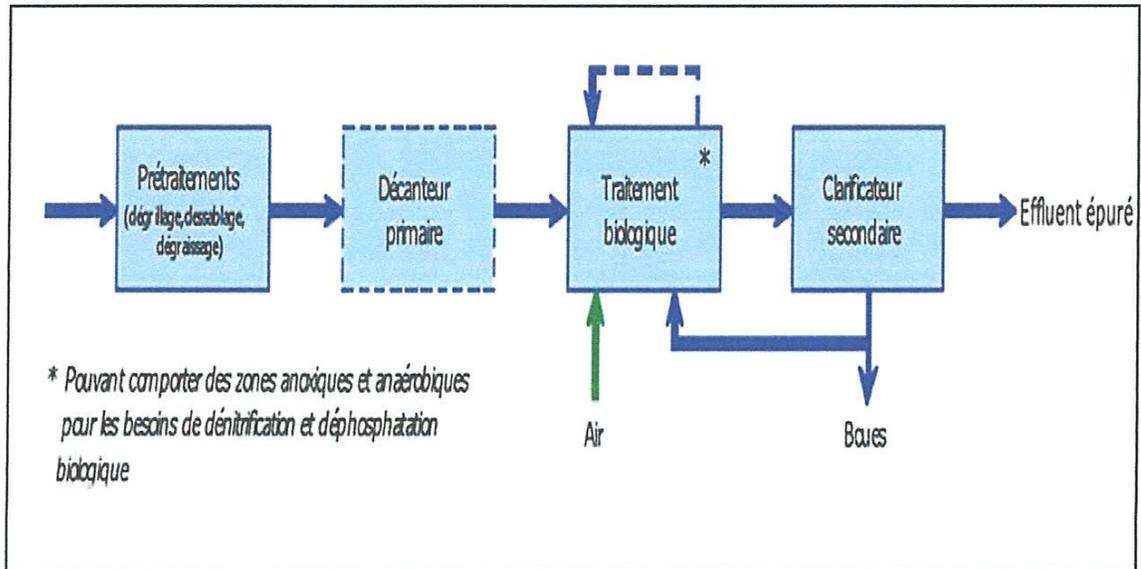


Tableau 2 : principales caractéristiques

poste	solution	justificatif
implantation	Selon plan GUEL M01-01	-Implantation optimisée pour tenir compte de la topographie du site et du calage hydraulique des ouvrages.
Postes de refoulement	Pompes immergées	-Hauteur d'aspiration trop importante pour des pompes en fosse sèche. -Pas de canalisation d'aspiration, ce qui peut créer des phénomènes de cavitation.
Dé grilleur	1 cheminée pour arrivée effluents bruts 2 canaux accolés avec by pas de l'un vers l'autre.	-Optimisation du fonctionnement et de l'exploitation.
Dessabler-dégraisseur	2 canaux d'une surface globale de 168m² avec forme de pente en fond d'ouvrage.	-Optimisation du fonctionnement.

répartiteur	Prévu.	-Optimisation du fonctionnement et création de by pas.
Décanteurs primaires	2 ouvrages de diamètre 36m unitaire.	Pour tenir les garanties de traitement sur le débit de temps de pluie.
répartiteur	Prévu.	-Optimisation du fonctionnement et création de by pas.
Bassin d'aération	Volume total 9333m ³	Moyenne charge aération par turbines de surface
clarificateur	2 ouvrages raclés de diamètre 53.00m	
désinfection	Bassin de désinfection Création d'un local chlore.	
épaississeur	Ajout d'une bache de mélange boues primaires/boues biologiques Epaississeur hersé.	-Indispensable pour tenir les garanties de traitement.
stabilisation	Volume total 7327m ³ .	-Aération par turbines de surface.
Postes toutes eaux	Prévu.	-Indispensables au fonctionnement.
Eau industrielle	Prévu.	-Optimisation du fonctionnement et de l'exploitation.
Lits de séchage	16 lits de séchage d'une surface globale de	-Optimisation du fonctionnement.

	15052m ² .	
Profil hydraulique	Etudes pour assurer un écoulement gravitaire.	
Canalisation de rejet	Prévue jusqu'a l'oued Seyhouse	

Chapitre III

Matériel et Mode opérateur

Rappelons que cette étude a pour objectif l'analyse des eaux usées avant et après au procédé conventionnel de coagulation chimique pour le traitement des eaux usées au niveau de STEP de la ville de Guelma. Cette dernière utilise le procédé de traitement par boues activées visant l'élimination simultanée de la pollution organique exprimée par l'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO), la charge microbologique de l'eau usée exprimée par l'abattement de la demande biologique en oxygène (DBO), les matières en suspensions (MES) et enfin la turbidité.

III.1. Points et périodes de prélèvements

Pour le suivi des paramètres physico-chimiques et les différentes analyses des eaux de la station d'épuration en vue de les comparer avec les analyses des eaux usées traitées par l'électrocoagulation, les prélèvements ont été effectués pendant les 3 mois janvier, février, mars et d'avril 2013. Chaque prélèvement comporte deux échantillons: le premier est prélevé à l'entrée de la station constituant ainsi l'eau brute l'autre du bassin de désinfection constituant l'eau traitée comme le montre la figure 14.



Figure 14 : Points de prélèvement

III.2.1 Méthode d'analyse physico-chimique

La détermination des paramètres physico-chimiques peut être effectuée sur les eaux usées résiduaires urbaines (ERU) brute ou sur les effluents après traitement. Bien qu'ils ne figurent pas dans les normes de rejet des stations d'épurations, hormis le pH, ils sont susceptibles de fournir des renseignements utiles pour apprécier la qualité de ces eaux ainsi que la qualité du traitement effectué. Leur mesure peut être réalisée également à différents endroits de la filière de traitement de l'eau et apporter ainsi de précieux renseignements sur le déroulement de l'épuration, permettant de conduire et d'améliorer le traitement. Ils sont donc indispensables au responsable de la station d'épuration (Rejsek, 2002).

III.2.1.1 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 du 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. (Rodier, 1989.)

La température influence aussi directement sur la réaction de dissolution de l'oxygène dans l'eau c'est à dire plus l'eau est froide plus la dissolution est importante.

a. Principe

Les mesures de la température de l'eau sur le lieu de prélèvement de l'échantillon sont une partie intégrante du traitement des eaux.

b. Appareillage

La température est mesurée au même temps avec le pH par le pH mètre.

III.2.1.2 Potentiel hydrogène pH**a. principe**

La différence de potentiel existe entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution. Le Potentiel Hydrogène a une échelle de valeur allant de 0 à 14 et est utilisé pour mesurer le degré d'acidité.

L'eau pure est dite neutre à un pH égal à 7. Le pH suit un cycle circadien : maxima le jour, minima la nuit. Il est en général plus élevé l'hiver et diminue l'été. Le pH est un facteur physique qui participe au même titre que la conductivité, l'alcalinité, la température à la répartition des organismes dans les écosystèmes aquatiques. Ainsi pour une reproduction piscicole acceptable, le pH doit être compris entre 6,5 et 8,5.

b. Intérêt de la mesure du pH

Le pH de l'eau traitée rejetée dans le milieu naturel va influencer la vie de la faune et de la flore de ce milieu. C'est pour cette raison que l'arrêté du 22 décembre 1994 impose, pour les rejets de station d'épuration, un pH compris entre 6 et 8,5 (Rejsek, 2002).

c. Appareillage

pH mètre à électrode.

Récipient contient l'eau à analyser.

d. Mode opératoire:

Rincer l'électrode d'abord avec de l'eau distillée

- Immerger l'électrode dans l'échantillon.
- faire la lecture après la stabilisation de pH au pH mètre.

III.2.2. Les paramètres Chimiques

III 2.2.1. La demande biochimique en oxygène DBO_5

La demande biochimique en oxygène exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau par les micro-organismes du milieu. Il s'agit d'un paramètre mesurant une oxydation biologique des matières organiques qui fait intervenir des réactions enzymatiques complexes intra ou extracellulaires (Rodier, 2005). Il s'agit donc d'une consommation partielle de dioxygène par voie biologique.

a. Principe d'analyse

La DBO est mesurée au bout de 5 jours à 20°C (T° favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'oxygène) et à l'obscurité 2 échantillons sont nécessaires; le 1^{er} sert à la mesure de la concentration initiale en O₂, et le second à la mesure de la concentration résiduaire en O₂ au bout de 5jours.

- La DBO_5 est la différence entre les deux concentrations.

Les mesures seront effectuées sur un même volume et le second échantillon sera conservé 5jours à l'obscurité et à 20°C.

En effet une eau abandonnée à elle-même dans un flacon fermé consommera rapidement le dioxygène dissous. L'eau pure ne consomme effectivement pas d'oxygène (Hakmi, 2002).

b. Matériel

L'oxymétrie, agitateur magnétique, aérateur, flacon ; eau ultra pure pour la dilution (Figure 16).



Figure 15 : Dispositif de mesure de la DBO₅

c. Protocole opératoire

c.1. Préparation de l'eau de dilution

Mettre la veille de prélèvement, dans un récipient de 10l de l'eau du robinet dans laquelle on plonge pendant 24h un aérateur pour la saturation en O₂, laisser reposer 12h. Le facteur de dilution pour une eau usée et de 50 à 100 (DBO moyen = 300mg/l) pour un effluent domestique (Rejsek, 2002).

c.2. Préparation des flacons de mesure

- Verser dans le flacon un peu d'eau de dilution puis la quantité prévue d'échantillon puis remplir le reste du flacon avec de l'eau de dilution.
- Fermer le flacon sans y laisser d'air pénétrer.
- Faire ainsi 2 flacons identiques.

c.3. Mesure de temps

Doser l'O₂ dissous dans 1 flacon d'échantillon dilué.

c.3. Mesure de temps

Placer les deux flacons restant à l'étuve 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours

c.5 .Mesure au temps 5 jours

Doser l'O₂ dans le flacon d'échantillon dilué (T₅ en mg/l) (Rejsek, 2002).

c.6 .résultat

La lecture se fait comme suit: $DBO = F (T_0 - T_5)$ (III.1)

III.2.2.2. Les matières en suspension MES**a. définition**

Ce sont des particules solides très fines et généralement visibles à l'œil nu, théoriquement, elles ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdale. Elles déterminent la turbidité de l'eau. Elles limitent la pénétration de la lumière dans l'eau, la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique.

Ces matières sont en relation avec la turbidité, leur mesure donne une première indication sur la teneur en matière colloïdale d'origine minérale ou organique (Hakmi ,1994). La mesure de MES permet d'apprécier la charge solide en suspension d'une eau naturelle ou résiduaire (Rejsek, 2002).

b. Principe d'analyse

On évalue le poids sec du résidu, obtenu par filtration de l'échantillon d'eau après passage à l'étuve à 105°C (Figure 17).

c. Matériels

Dispositif de filtration (trompe à eau, fiole et entonnoir de filtration)(Figure 18); disque filtrant en fibre ; étuve à 105°C ; balance de précision ; Dessiccateur (Figure 19)



Figure16: Etuve à 105°C



Figure17 : Filtre à pompe

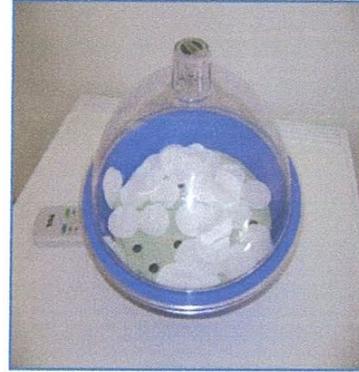


Figure18 : Dessiccateur

d. Protocole opératoire

d.1. Préparation des filtres

On lave les filtres à l'eau distillée, on les sèche à l'étuve (pendant une 1heure à 105°C), ensuite on les place en attente dans le dessiccateur (*Hakmi, 2002*).

d.2. La méthode

- On prend le filtre et on le pèse et on marque le poids comme M_0 mg.
- Ensuite on place le disque dans l'appareil de filtration et on met en marche le système d'aspiration.
- On verse progressivement le volume d'eau (1000ml) à analyser sur le disque filtrant.
- on met le disque dans l'étuve pendant 1h à 105°C.
- on laisse le filtre refroidir au dessiccateur.
- après on pèse le filtre et on marque le poids comme M_1 (*Rejsek, 2002*).

d.3. Résultat

La lecture se fait comme suit (*Rodier, 2005*):

$$\text{MES} = \frac{M_1 - M_0}{1000} \text{ (mg/l)}$$

(III.2)

III.2.2.3. La demande chimique en oxygène DCO

La demande chimique en oxygène qui correspond à la quantité d'oxygène (en milligramme) qui a été consommée par voie chimique pour oxyder l'ensemble des matières oxydables présentes dans l'eau. La DCO est particulièrement indiquée pour mesurer la pollution d'un effluent industriel (Rodier, 2005).

a. Principe

Cette détermination comprend deux étapes :

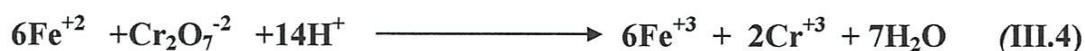
- **1^{ère} étape:** oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau, par excès de dichromate de potassium.

Cette oxydation se réalise en milieu sulfurique (H₂SO₄), en présence de sulfate d'argent (Ag₂SO₄) à ébullition à reflux pendant 2 heures dans un ballon ou dans un tube muni d'un réfrigérant. Les conditions d'oxydation à chaud et en milieu sulfurique permettent également d'oxyder de nombreux constituants organiques et elle permet aussi l'oxydation de constituants minéraux réduits comme les sulfures, les sulfites, chlorures et... etc. Dans le cas de chlorures :



- **2^{ème} étape:** dosage de l'excès de dichromate de potassium par le sel de More après refroidissement.

La fin du dosage est détectée par la féronie indicateur redox, sa forme oxydée est de couleur bleu-vert en présence de l'oxydant et la première goutte de sel de more en excès entraîne un changement de coloration de la féronie qui devient rouge brique (forme réduite) (Rodier, 2005) selon la réaction suivante:



b. Domaine d'application

Cette norme est applicable pour toutes les eaux dont la DCO est supérieure à 30mg/l et la valeur maximale de la DCO pouvant être déterminée dans les conditions de la norme et sans dilution est de 700mg/l (*Rej sek, 2002*).

c. Matériel

Réacteur DCO ; flacon DCO + réfrigérant ; pipettes : 5ml, 10ml (Figure 19).

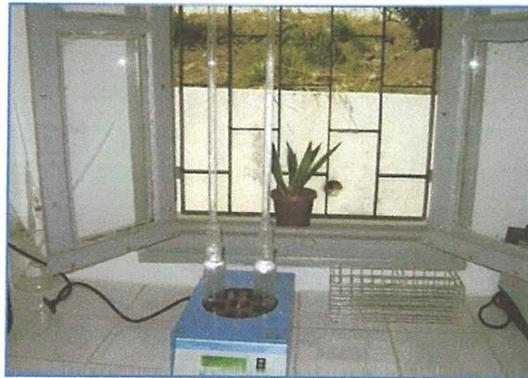


Figure19 : L'installation pour mesurer la DCO

d. Mode opératoire

*Etalonnage de la solution de sel de More à environ 0.12mol/l.

La solution de sel de More s'oxyde facilement d'où la nécessité de la titrer quotidiennement.

- prélever 5ml de solution de $K_2Cr_2O_7$ à 0.040mol/l et diluer à 100ml avec H_2SO_4 à 4mol/l.
- titrer avec la solution de sel de More en présence de 2 à 3 gouttes de **féroïen**.
- déterminer la concentration molaire du sel de More à partir des équations des réactions.

e. Préparation de l'essai

Avant le prélèvement de la prise d'essai, l'échantillon doit être soigneusement homogénéisé par agitation du flacon.

Dans un tube à fond plat de DCO introduire:

- 10ml d'eau à analyser.
- 5ml de $K_2Cr_2O_7$.

*si la valeur de la DCO est supposée excéder 700mg/l, procéder à une dilution de manière à obtenir une valeur comprise entre 350 et 700mg/l.

- ajouter quelques granules régulateurs d'ébullition et homogénéiser.
- ajouter lentement et avec précaution 15ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement le tube et en le refroidissant sous un courant d'eau froide ou dans un bain de glace de façon à éviter toute perte de substance organique volatiles (Rejsek, 2002).

f. Expression des résultats

La demande chimique en oxygène DCO exprimée en mg d' O_2/l , est donnée par la formule:

$$DCO = \frac{8000.C_{fe}.(V_T - V_e)}{E} \quad (III.5)$$

C_{fe} : c'est la concentration exprimée en mole par litre de la solution de sel de More déterminée par étalonnage.

E : volume prise d'essai en ml (Rejsek, 2002).

III.2.2.4. L'Azote des Nitrates NO_3

a. principe

Les nitrates sont d'un point de vue chimique, des sels de l'acide nitrique. Ces sels sont caractérisés par la présence de l'ion nitrate NO_3^- , composé d'un atome d'azote de trois atomes d'oxygène. Ils existent naturellement dans les sols et les eaux. Les ions nitrates se forment naturellement au cours du cycle de l'azote, notamment lorsque des matières organiques se décomposent, par l'action des bactéries du sol. L'azote organique se transforme par oxydation en composés ammoniacaux puis en nitrates. Les nitrates sont également fabriqués de manière industrielle, à partir de l'azote de l'air et de gaz naturel, car ce sont des engrais. Très solubles dans l'eau, ils ne sont pas retenus par le sol.

Il est nécessaire de traiter les eaux usées de façon à préserver les nappes et cours d'eau, car les rejets non maîtrisés participent à la pollution diffuse par les nitrates. Mises bout à bout, les innombrables petites sources de pollution que constituent les habitations s'avèrent tout aussi importantes que les sources industrielles, quoique moins spectaculaires.

b. réactifs

Sodium Salicylate 0.5% (relever tout 24h) ; 0.5g de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée ; Solution hydroxyde de sodium 30% ; 30gr de NaOH dans 100ml d'eau distillée ; H_2SO_4 concentré ; Titrâtes double de sodium et de potassium.

NaOH 400g ; Tartrate de sodium et de potassium 60g ; L'eau distillée.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000cc ; Solution mère d'azote d'origine

Nitrique à 1000 mg/l ; Nitrate de potassium anhydre 0.722 g ; Eau distillée 1000 ml ; Chloroforme 1ml ; Solution fille d'origine nitrique à 5 mg/l.

c. appareillage

Etuve ; Spectrophotomètre UV visible.



Figure 20 : Spectrophotomètre

d. mode opératoire

- Prendre 1ml de sodium salicylate et l'ajouter à 10 ml de l'échantillon en ajoutant quelques gouttes de NaOH 30%.
- Mettre à l'étuve à une température de 75 à 88° C.
- Laisser réagir jusqu'à l'évaporation et avoir le résidu.
- Reprendre ce résidu et ajouter 2ml d' H_2SO_4 .
- laisser réagir 10 minutes de temps.
- Ajouter après 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15ml de solution tartrate.
- Attendre 30 minutes.
- Après les 30minutes on mesure l'absorption de la préparation par le spectrophotomètre avec une longueur d'onde 415 Nanomètres.
- Exprimer les résultats d'absorption en les extrapolant sur la courbe d'étalonnage (*Hakmi, 2002*).

III.2.2.5. L'azote des nitrites NO_2 **a. principe**

Les nitrites sont considérés comme polluants très nuisibles à la santé de l'être humain et au animaux (le taux de NO_2 devient nocif quand il dépasse 0,5 mg/l). Le

taux doit être contrôlé régulièrement, un taux important survient en général lorsque l'eau est surchargée en matières organiques, et que les bactéries ne sont pas suffisantes pour les transformer en nitrates. Cela arrive aussi parfois de l'ajout de nouvelles pierres vivantes.

En milieu chlorhydrique, et en présence d'ion ammonium il se forme un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites (*Hakmi, 2002*).

b. réactifs

L'eau distillée 1000ml ; Sulfanilamide 40g ; N-1naphtyl éthylène diamine 2g ; Acide phosphorique.

c .appareillage

Spectrophotomètre UV-visible.

d. Mode opératoire

- Prendre 50 ml de l'eau à analyser.
- Ajouter 1ml du réactif mixte.
- laisser reposer 10 minutes de temps.
- longueur d'onde 543 Nanomètre.
- exprimer les résultats d'absorption en les extrapolant sur la courbe d'étalonnage (*Hakmi, 2002*).

III.2.2.6. L'azote ammoniacal NH_4^+ **a. Principe**

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

b. réactifs

*Réactif 1

Acide dichloroisocyanurique 2g ; Hydroxyde de sodium (Naoh) 32g ; H₂O distillée q.s. 100ml.

*Réactif 2 (coloré)

- Trictrate de sodium 130g.
- Salicylate de sodium 130g.
- Nitropruciate de sodium 0.79g.
- H₂O distillée q.s. 1000ml

c .appareillage

Spectrophotometer UV-Visible

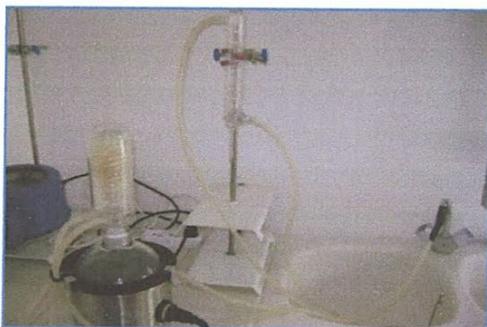


Figure 21 : L'installation pour la mesurer de NH₄

d. Mode opératoire

- Pendre 40 ml d'eau à Analyser
- Ajouter 4ml du réactif I
- Ajouter 4ml du réactif 2 et ajuster à 50ml avec H₂O distillée et attendre 1h.30.
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH₄⁺, effectuer la lecture à 655 nm.

e.Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

III.2.2.7. L'Ortho phosphate(OPO_4)**a. Principe**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700nm, l'autre plus important à 880 nm

b .Appareils

- Spectrophotometer UV. Visible

c .réactifs

- Heptamolybdate d'ammonium. 13g. (A)
- Eau distillée 100ml.
- Tartrate d'antimoine 35g. (B)
- Eau distillée100ml.
- Acide sulfurique pur150ml (C)

(A+B)+C → 500 ml d'eau distillée.

•Acide ascorbique à 10%

Acide ascorbique 10g

Eau distillée 100ml

Solution mère à 50mg/1 PO_4^3

Solution fille à 2 mg/1 PO_4^3

d. Mode opératoire

- 40 ml d'eau à Analyser
- 1 ml acide ascorbique
- 2 ml du réactif mixte
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880mn

Chapitre IV

**Résultats des analyses
physico chimiques**

IV.1. Résultats des analyses

Les résultats obtenus des différentes analyses effectuées sont donnés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Résultats des analyses de trois mois (année 2013)

LES MOIS	MES Mg/l	DBO ₅ Mg/l	DCO Mg/l	NH ₄ Mg/l	NO ₂ Mg/l	NO ₃ Mg/l	O-PO ₄ Mg/l	T(C°)	PH
Janvier	395/17	256/6	437/30	49/2	3.6/0.8	3.9/10.5	0.7/.04	13.1/12.3	7.6/7.4
Février	380/7	184.5/11	368.6/24.6	29.4/1.2	3.1/1.32	3.75/14.2	0.3/0.1	12.9/12.5	7.4/7.2
Mars	418/20	208/24	386/21	28/3	5.8/0.7	3.0/11	0.6/0.2	14.9/15.3	7.6/7.4

IV.1.1. les matières en suspension(MES)

La teneur des matières en suspension varie de manière régulière de la rentrée à la sortie de la STEP elles sont importantes durant l'hiver.

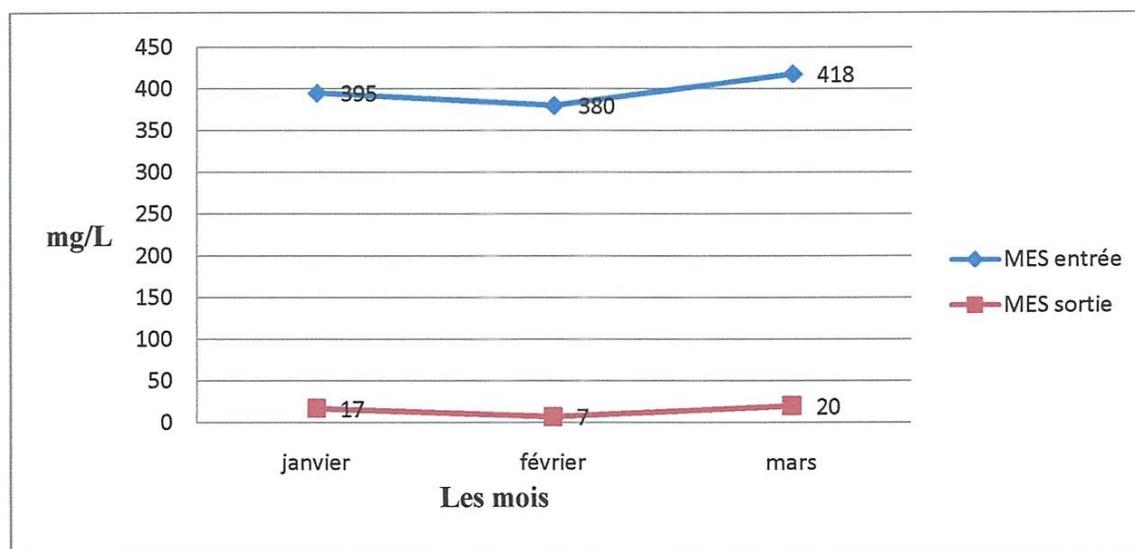


Figure 22 : Evolution des MES avant et après épuration

Discussion

Selon la courbe 22 on observe que les MES diminuent toujours de la rentrée à la sortie de la station. Avant l'épuration ces concentrations présentent une certaine irrégularité, on a un maximum de 418 mg/l pendant le prélèvement du mois de mars et un minimum de 380 mg/l du prélèvement de mois de Février.

Ces variations sont dues à la variation de la charge de l'effluent d'une part et de l'intensité de la précipitation d'autre part.

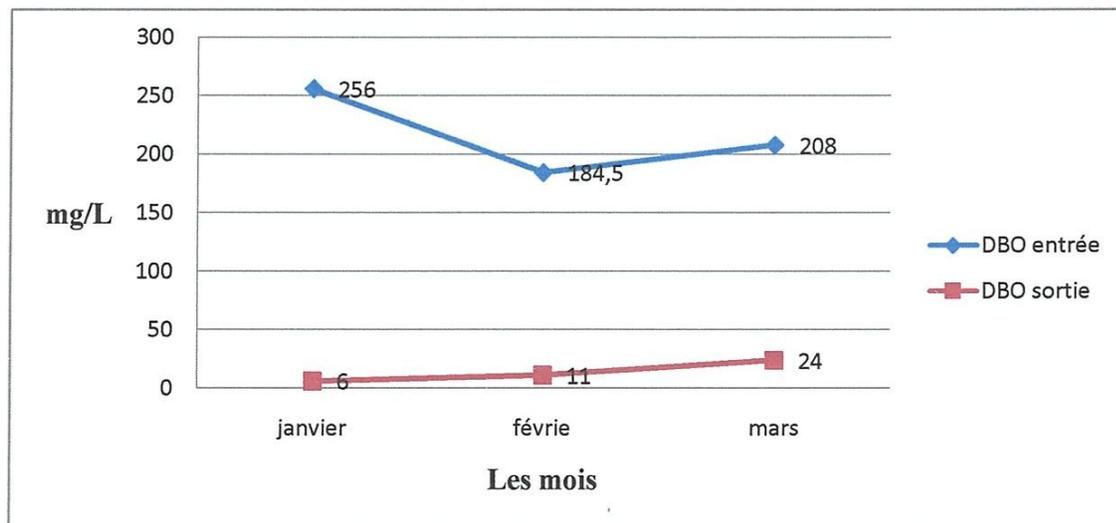


Figure 23: Evolution de la (DBO₅) avant et après épuration

Discussion

A l'entree de la station, la concentration de DBO₅ varie d'une manière croissante montrant un pic pendant le prélèvement du mois de Janvier de l'ordre de 256 mg/l, cette croissance est due à la charge de la matière organique dans les effluents.

Après épuration les teneurs diminuent d'une façon remarquable pour atteindre un maximum de 24 mg/l pendant le prélèvement du mois de Mars. Cette baisse de concentration est due à la consommation d'oxygène par les microorganismes pour la dégradation de la matière organique dans l'eau.

IV.1.3. La demande chimique en oxygène(DCO)

La DCO est un test permettant d'estimer la teneur en matière organique d'une eau, et est une mesure du carbone total à l'exception de certains composés. De ce fait on peut dire que la charge polluante est très élevée en présence de la matière biodégradable car la DCO est supérieure à la DBO₅.

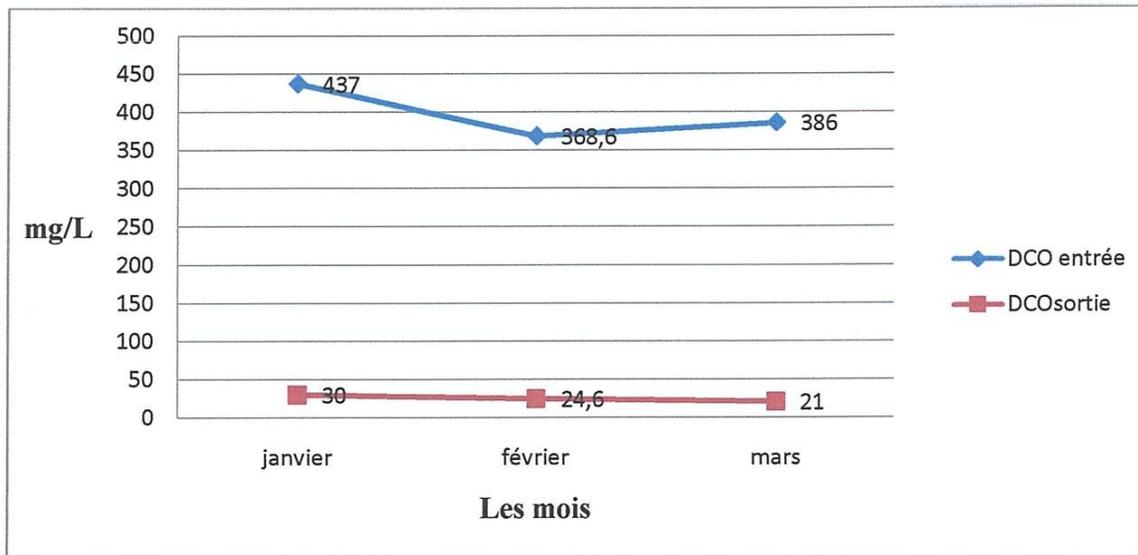


Figure 24: Evolution de la(DCO) avant et après épuration

Discussion

La teneur en DCO montre une nette baisse de l'entrée à la sortie de la station. Selon le graphe24 cette teneur varie de 368.6 mg/l à 437 mg/l, et cela est probablement du à la surcharge des effluents par la matière organique et minérale.

L'évolution de ce paramètre après l'épuration marque une chute des valeurs notamment pénétrées lors du prélèvement du mois de mars du mois de Mars à 21 mg/l, cette diminution des teneurs est causée d'une part par l'élimination de la matière minérale lors des procédés de prétraitement et d'autre part de la dégradation de la matière organique par les microorganismes.

IV1.4. l'azote ammoniacal(NH₄)

Pourriot et Meybek(1995) considèrent que les eaux ont une teneur de l'ordre de 0.015mg/l en NH₄. En général une eau bien oxygénée ne contient que des traces d'ammonium. Les sites pollués par la matière organique sont aussi par l'ammonium dont les teneurs augmentent avec l'augmentation de la température et avec la diminution de l'oxygène dissous. (Martin,1985).

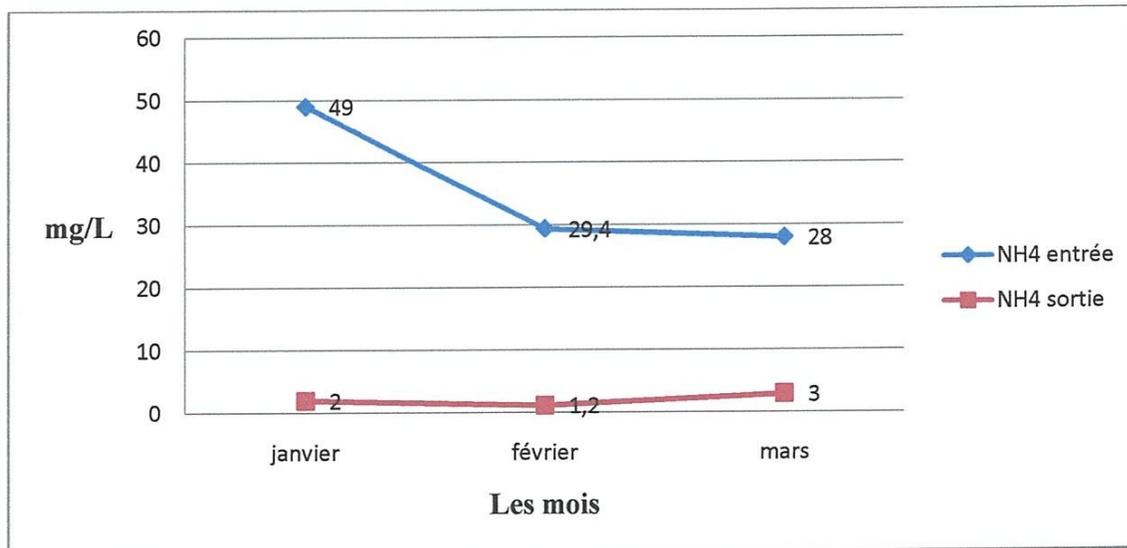


Figure 25: Evolution de la(NH₄) avant et après épuration

Discussion

Les valeurs en azote ammoniacal oscillent entre 28 et 49 mg/l à l'entrée de la station, on enregistre des teneurs trop élevées durant le mois de Janvier et Mars, la valeur à la sortie est de 1.2 mg/l. En comparant ces teneurs entre l'entrée et la sortie de la STEP, on constate une variation très remarquable.

IV.1. 5. L'azote des nitrites(NO₂)

L ion nitrite est la principale forme d'azote inorganique, trouvée dans les eaux. Il s'oxyde facilement en ion nitrate et se retrouve ainsi rarement en concentration importante dans les eaux.

Les nitrites instables ne se maintiennent que lorsque le milieu, n'est pas suffisamment oxydé, leur présence indique un état critique de pollution organique.

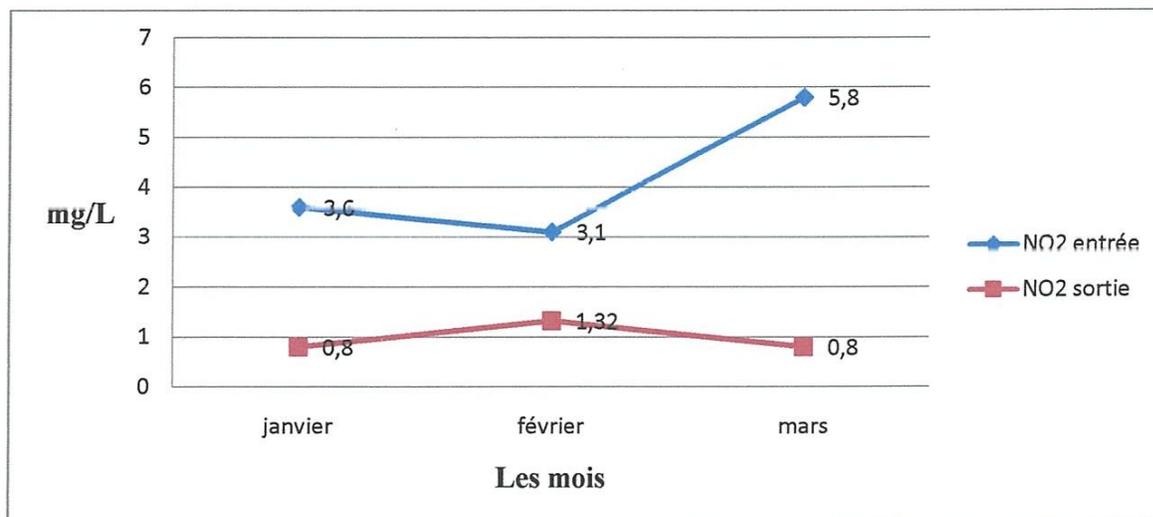


Figure 26 : l'azote des nitrites (NO_2)

Discussion

L'analyse de l'ion nitrite dans les eaux usées de la station montre une évolution plus ou moins régulière avant et après épuration. A l'entrée de la station, la concentration en nitrite varie entre 3.1 et 5.8 mg/l. Ces dernières diminuent après épuration tout en variant de 0.7 à 1.32 mg/l et cela est dû probablement aux deux processus :

- Oxydation incomplète de l'azote ammoniacal, (nitrification incomplète)
- Réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante.

IV 1.6. L'azote des nitrates (NO_3)

Les nitrates, en effet élément chimique majeur qui conditionne la vie des microorganismes dans Léau. Les bactéries ont toujours besoin d'une source azotée pour la synthétiser et structurer leurs protéines

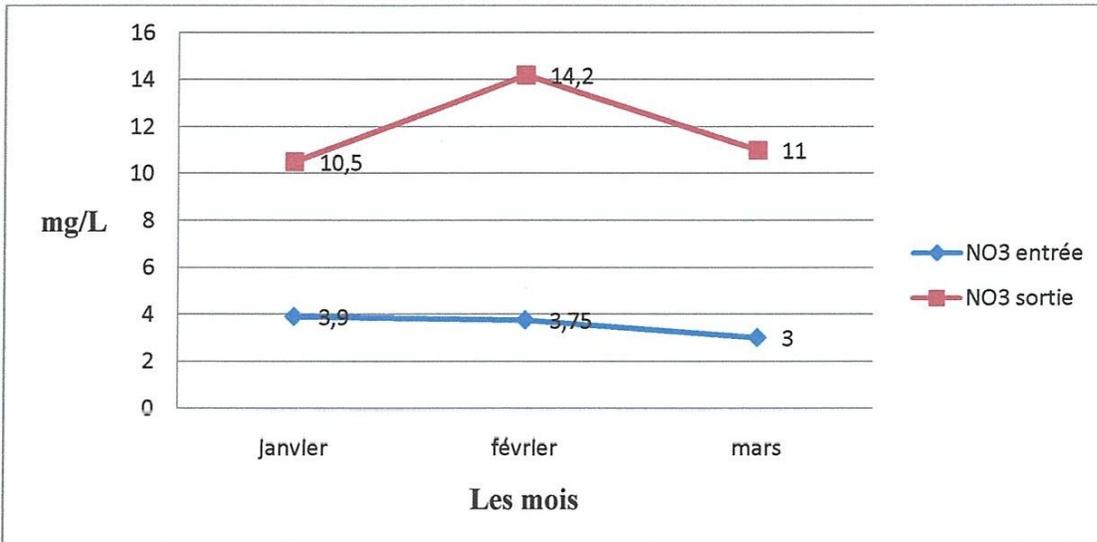


Figure 27: Evolution de la(NO₃) avant et après épuration

Discussion

L'attitude de ce paramètre montre une certaine irrégularité due probablement à l'action des micro-organismes. D'après le graphe27 montrant l'évolution de ce paramètre à l'entrée les concentrations atteignent leur maximum durant la période pluvieuse 14.2 mg/l, ce qui est du au phénomène de Nitrification sous l'action des micro-organismes.

A la sortie de la station on remarque que les concentrations oscillent entre 3 mg/l et 3.9 mg/l durant la période pluvieuse. Ces valeurs ont connu une augmentation remarquable durant les mois de Janvier et Mars 3 mg/l.

IV.1.7. L'orthrophosphate (O-PO₄)

L'accroissement des flux de phosphore dans les eaux de surface résulte de l'intensification de la pression démographique et des activités agricoles dans les bassins versants. La pression démographique est à l'origine des sources ponctuelles alors que l'activité agricole crée les sources diffuses.

La présence des phosphates dans les eaux usées entraîne un développement massif d'algues qui caractérise le phénomène d'eutrophisation.

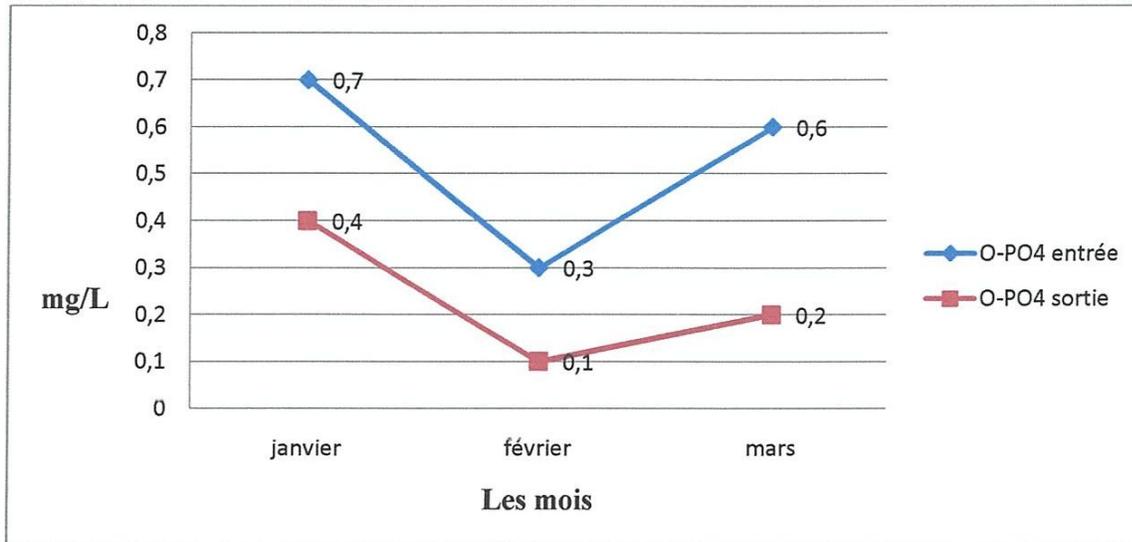


Figure 28: Evolution de la (O-PO₄) avant et après épuration

Discussion

La teneur de l'eau brute à l'entrée de la station en O-PO₄ varie de 0.3mg/l à 0.7mg/l, cette concentration diminue suite à son cheminement dans le processus épuratoire.

Les mesures O-PO₄ effectuées comme exemple, ont donné les résultats suivants : passage de 0.7mg/l à l'entrée de la station à 0.1mg/l à la sortie et à 0.4mg/l après épuration. Les valeurs de PO₄ qui dépassent les 02 mg/l indiquent une eau polluée selon les normes Algériennes.

IV.1.8. la température (T°C)

En effet la température est un facteur écologique très important qui a une grande influence sur les propriétés physicochimiques de l'eau.

Pour l'eau usée la température a tendance à augmenter avec l'évolution des saisons, de l'hiver au printemps. Il faut signaler aussi que la situation de la station dépuratoire influence ce paramètre avec un certain pourcentage.

Un réchauffement ou bien un refroidissement peut perturber fortement le phénomène de dépuratoire de ces eaux usées, mais ce changement peut aussi être un facteur de croissance de la productivité microbienne (Gaujous, 1995)

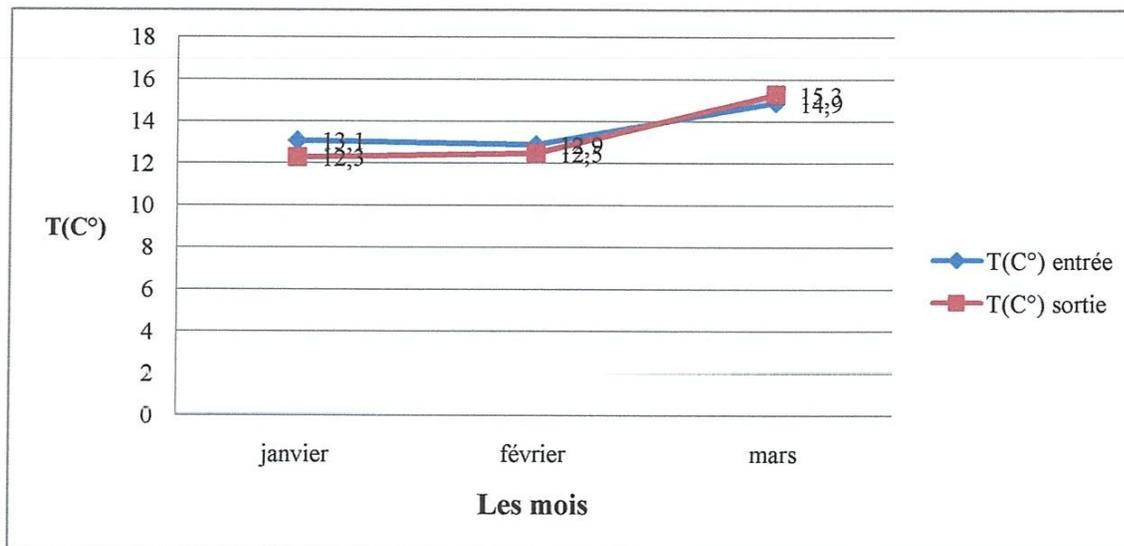


Figure 29: Evolution de la température (T°C) avant et après épuration

Discussion

Durant les mois de prélèvement, la température de l'eau évolue de la température avant et après épuration l'entrée de la station augmente progressivement, elle varie de (12°C-15°C).

De même à la sortie finale de la station (après traitement), la température ne cesse de croître, on observe que les résultats sont approximativement égaux, avec un pic remarquable lors du prélèvement.

IV.1.9. Le potentiel hydrogène(PH)

C'est un facteur important qui influence directement sur la prolifération des micro-organismes dans l'eau. Ces dernières vivent normalement à un PH voisin de la neutralité. Il peut être aussi influencé par d'autres facteurs tels que la température.

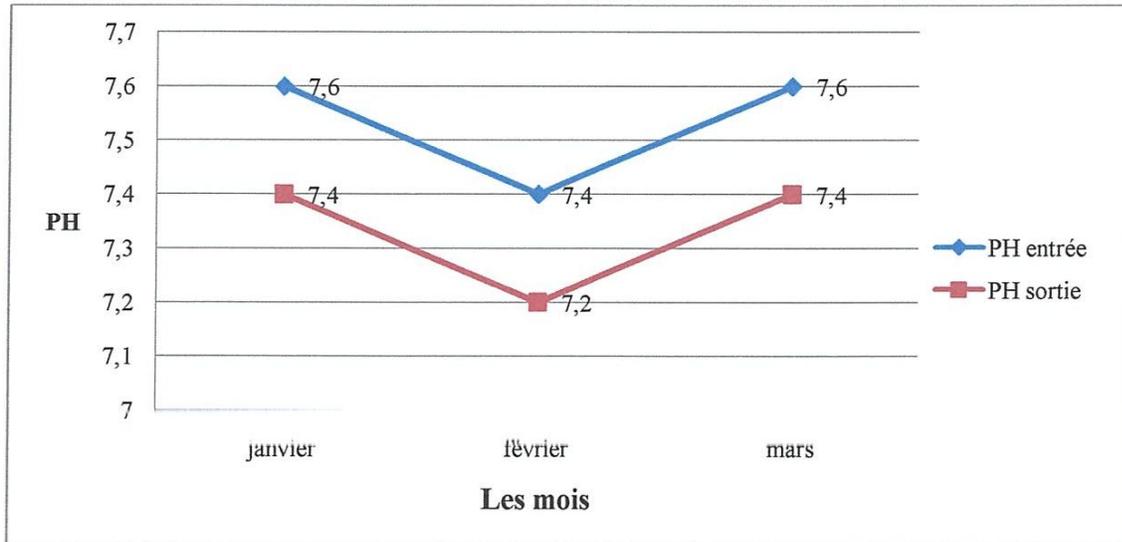


Figure 30: Evolution de la (PH) avant et après épuration

Discussion

L'eau de la station d'épuration a présenté pendant la durée d'analyse des valeurs de PH presque stables qui varient entre (7.2-7.6) ce qui montre que ce dernier répond aux normes Algériennes.(6.5-9).

Conclusion

Conclusion

Les eaux usées de la ville de Guelma sont traitées puis sont rejetées dans l'oued Seybouse en attendant leur utilisation dans le périmètre d'irrigation très prochainement.

Dans ce travail, il a été montré que la STEP de Guelma, dispose des diverses techniques de haute performance de traitement telle que : le prétraitement, traitement primaire, un traitement biologique là où l'aération dans le bassin biologique joue un rôle important dans l'épuration et le traitement idéal de cette eau, et finalement un bassin de désinfection bien équipé où se fait l'injection de chlore comme dernière étape d'épuration.

Il a été constaté que les eaux usées de la ville sont traitées et qu'un taux de (95%) est pompé pour être épuré, puis rejeté pour rejoindre les eaux de oued Seybouse, alors, pour remédier et cerner le problème de la pollution et de son impact, la station dépuratoire et de traitement devraient récupérer toutes les eaux usées et les épurer pour les rendre utilisables dans le domaine de l'agriculture et de l'industrie sinon renforcer les ressources naturelles (par injection) sans présenter un danger pour l'environnement ni pour la santé humaine.

Dans ce sens il faut soutenir l'utilisation des eaux usées traitées qui peuvent compenser la rareté des ressources en eau, et leur mobilisation à l'usage agricole, et permet de consacrer les eaux de meilleure qualité aux consommations domestiques. Donc beaucoup d'efforts sont encore à faire dans ce sens pour obtenir l'adhésion des usagers de la ville de Guelma à l'utilisation des eaux usées traitées.

Références Bibliographiques

Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux du bassin de

Hammam dbagh(2007) Mmoire Ingenieur.

Biwater pièce contuelle N° 2 volume 4 A-cahier des clauses technique particulieres

Deronzier ,(2001). Chimie de environnement : Air ,Eau, Sol,Déchets.Edition de poeck,477p[12]Foutlane,2005,perfectionnement et nouveautés pour lépuration des eaux résiduaires :eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles.Ed.Eyrolles.paris,413p

Gajous D, (1995). La pollution des milieux aquatiques. Edit. Lavoisier techniques et documentation. Paris 217

[3]Gomella C; Guerres H ,(1978). le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles paris,262p.

Hamdani,(2002) lutilisation des eaux usées épurées en irrigation.Office international de leau.

Martin G ,(1985). odeurs et désodorisation dans lenvironnement. Edition technique et Documentation Lavoisier ,452p.

Martin G ,(1987). odeurs et désodorisation dans lenvironnement. Edition technique et Documentation Lavoisier ,452p.

Met calfeddy,(2003). Volorisatur agronomique des eaux des industries agro-alimentaires.Tribune de leau n °563.

O.M.S., (1989). L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquiculture recommandation visées sanitaires. Rapport technique n° 778, Genève, 79p. Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture. Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie, Genève. 31p..

O.M.S., (1994) Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture» Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie, Genève. 31