



Mémoire de Master

Présenté par :

- SEYNI SANDA Zaraou
- ZAKARI ISSOUFOU Oumou kalsoum

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

Spécialité : Analyses Chimiques

Thème :

Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux
brutes et traitées des différents ateliers de CO.G.B
Labelle-Bejaia

Soutenu le : 27/06/2016

Devant le jury composé de :

Nom&Prénom	Département d'affiliation	Qualité
BENKHODJA Zahra	Chimie	Présidente
AOUDIA Kahina	Génie des Procédés	Examinatrice
OUKIL Naima	Microbiologie	Examinatrice
HAMACHI Mourad	Génie des Procédés	Encadreur

2015-2016

Remerciements

Nous remercierons le tout puissant de nous avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et de la connaissance.

Nous adressons notre vif remerciement à notre encadreur Mr HAMACHI Mourad, nos Co-encadreur Mr.CHAFFI Karim et Mme.OUKIL Naima pour leurs conseils et aides ; Leurs gentillesse et dans l'orientation de ce travail.

Nous voudrions exprimer nos remerciements les plus sincères au Directeur de la CO.G.B Labelle pour nous avoir donné l'occasion de réaliser un stage au sein de sa société et à toute l'équipe du laboratoire.

Nous tiendrons également à remercier Mme BENKHODJA Zahra d'avoir accepté de présider le jury.

Nous remercierons aussi Mme. OUKIL Naima et Mme AOUDIA Kahina. Qui ont bien voulu examiner notre travail. Leur présence va valoriser, de manière certaine, le travail que nous avons effectué.

Nous adressons également notre profonde gratitude à tous les professeurs de l'université A.MIRA de Bejaia en particulier ceux du département de CHIMIE. Votre enseignement a porté ses fruits.

Enfin, nous remercierons toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à:

Mes parents

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien ; tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie ; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes sœurs et frères qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérances, de courage et de générosité ; sans oublié mes neveux et nièces.

A mon mari, qui a su me reconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des moments difficiles ; je te le dédie en guide de reconnaissance et de remerciement.

A ma raison de vivre, ma fille qui ma laissé venir finir mon année, longue vie à toi que le tout Puissant te bénisse.

A ma binôme ; tous mes amis et collègues.

SEYNI SANDA Zaraou

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes parents, grâce à leurs encouragements, ils ont pu créer le climat propice et affectueux pour la poursuite de mes études.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon Dieu de les bénir et veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A mes frères mais également à Ismael, qui ont su me reconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des moments difficiles, à ma collègue de travail et tous mes amis et collègues.

ZAKARI ISSOUFOU Oumou Kalsoum

Liste des tableaux

Tableau 1: classes d'eaux usées industrielles.....	3
Tableau2: Principaux groupes et genres d'agents pathogènes responsables de maladies d'origine hydrique (modifié d'après Straub et Chandler (2003)).....	11
Tableau 3: Ensemble des exigences épuratoires réglementaires pour les stations d'épuration d'une capacité supérieur à 2 000 équivalents.....	34
Tableau 4: Normes de rejet des eaux de la STEP.....	38
Tableau 5 : Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses.....	39
Tableau 6: Mesures de pH à l'entrée de station, sortie flottation et sortie station.....	41
Tableau 7: Quantité de la matière grasse à différents niveaux de la STEP.....	43
Tableau 8: Valeurs de MES durant les étapes de traitement.....	49
Tableau 9 : Valeurs de la DCO durant chaque étape de traitement.....	58
Tableau 10 : Valeurs de la DBO ₅ pour différentes volume d'échantillon.....	50
Tableau 11 : Valeurs de la DBO ₅ à la sortie de la station.....	50
Tableau 12 : Méthode de dénombrement en milieu liquide.....	53
Tableau 13 : Table de Mac GRADY pour 2, 3 et 5 tubes (ISO 7218 de 1996 (F)).....	54
Tableau 14: Quantité de germes dans 1ml effluents dans le bassin et à la sortie de STEP.....	55

Liste des abréviations

CO.G.B Labelle : Corps gras de Bejaia Labelle

UP n°7 : Unité de production numéros 7

STEP : Station d'épuration

DBO₅ : Demande biologique en oxygène en 5 jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension

MG : Matière grasse

pH : Potentiel hydrogène

KOH : Hydroxyde de potassium

ATH : Inhibiteur de nitrification

Ca(OH)₂ : Lait de chaux

H₂(SO₄)₃ : Acidesulfurique

Al₂(SO₄)₃: Sulfate d'aluminium

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Généralité sur la pollution des eaux usées

I.1. Définition.....	2
I.2. Aspect des eaux usées	2
I.3. Origines des eaux usées.....	2
I.3.1. Rejets domestiques.....	2
I.3.2. Rejets industriels.....	3
I.3.3. Les produits phytosanitaires et les engrais chimiques.....	4
I.4. Paramètres globaux de définition de la pollution	5
I.4.1. Les paramètres organoleptiques	5
I.4.2. Les paramètres physico-chimiques.....	5
I.4.3. Paramètres Bactériologiques.....	8
I.5. Impact environnementale.....	13
I.6. Conclusion.....	14

Chapitre II : LE TRAITEMENT DES EAUX USEES

II.1. INTRODUCTION.....	14
II. 2. Les étapes de traitements des eaux usées.....	14
II.2.1. Les prétraitements.....	14
II.2.1.1. Le dégrillage ou le tamisage	14
II.2.1.2. Le dessablage.....	14
II.2.1.3. Le dégraissage-déshuilage	15

II.3. Le traitement primaire.....	16
II.3.1.Les procédés de décantation physique	16
II.3.2.Les procédés de décantation chimique	17
II.4.Les traitements secondaires (traitement biologique).....	18
II.4.1.Le traitement des boues activités	22
II.4.1.1.Le Lagunage.....	22
II.4.2. Les Réacteurs Biologiques à membrane.....	23
II.5.Clarification.....	25
II.6. Les traitements complémentaires (traitements tertiaires).....	25
II.6.1.L'élimination de l'azote.....	25
II.6.2.L'élimination du phosphore.....	26
II.7.Lesboues.....	27
II.7.1.Origine et Caractéristique des boues.....	27
II.7.2.Les différents types de boues.....	28
II.7.3.Les étapes de traitement des boues.....	29
II.7.3.1. Le traitement par stabilisation ou gestion des boues.....	29
II.7.3.2.L'épaississement des boues.....	29
II.7.3.3. La déshydratation.....	30
II.7.3.4.Le séchage.....	30
II.7.3.5.Les facteurs influençant sur la production de boue activée	30
II.7.3.6. Valorisation	30
II.8. Les nuisances liées aux stations d'épuration : le traitement des odeurs.....	31
II.8.1 Exigences épuratoires fixées par réglementation.....	31
II.9.Les différentes étapes de traitement de la STEP.....	34
II.9.1. Le prétraitement.....	34
II.9.2. Le traitement physico-chimique.....	34
II.9.2.1 Elimination de la matière grasse.....	34
II.9.2.2 Elimination de la salinité	35

II.9.3 Traitement secondaire.....	35
II.9.4 Traitement tertiaire (Clarification – filtration).....	36
II.9.5. Traitement des boues.....	36
II.9.6. Les normes de rejet physico-chimiques des effluents traités.....	37
II.10. Conclusion.....	38

Chapitre III : Techniques expérimentales et analyses physico-chimiques

III.1. Introduction.....	39
III.2. Précautions de manipulation.....	39
III.3. Prélèvement des échantillons.....	40
III.4. Analyses physico-chimiques.....	40
III.4.1. Principe de la détermination du pH.....	40
III.4.1.1. Matériel utilisé.....	40
III.4.1.2. Mode opératoire.....	40
III.4.1.3. Résultats.....	42
III.4.2. Principe de détermination de la matière grasse (MG).....	42
III.4.2.1. Matériel utilisé.....	42
III.4.2.2. Mode opératoire.....	42
III.4.2.3. Résultats.....	43
III.4.3. Le principe de détermination de la matière en suspension (MES).....	45
III.4.3.1. Matériel utilisé.....	45
III.4.3.2. Mode opératoire.....	45
III.4.3.3. Résultats.....	45
III.4.4. Principe de la demande chimique en oxygène (DCO).....	46
III.4.4.1. Matériel et réactifs utilisés.....	47
III.4.4.2. Mode opératoire.....	47
III.4.4.3. Résultats.....	47
III.4.5. Principe de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	49
III.4.5.1. Matériel et réactifs utilisés.....	49
III.4.5.2. Mode opératoire.....	49

III.4.5.3. Résultats.....	50
III.5. Les paramètres bactériologiques.....	51
III.5.1. Introduction.....	51
III.5.2. Méthodes et Principe.....	52
III.5.3. Technique.....	52
III.5.4. La lecture.....	52
III.5.5. Résultats	55
III.5.6. Conclusion.....	55
Conclusion générale.....	56

Introduction générale

La pollution est la modification de l'équilibre naturel par l'introduction dans le milieu de substances toxiques susceptibles de mettre en danger la santé de l'homme, de nuire aux ressources biologiques, à la faune et à la flore et d'altérer la qualité du milieu naturel.

Le traitement des eaux usées occupe une place de plus en plus importante au regard des problèmes liés à l'environnement. Si le premier objectif était de réduire la matière organique et les germes pathogènes, aujourd'hui les procédés doivent permettre une épuration poussée et rigoureuse.

L'épuration des eaux usées a pour résultats de produire une eau traitée apte à être rejetée dans le milieu naturel, les phénomènes physico-chimiques et biologiques mis en jeu permettent de concentrer les éléments polluants de l'eau et leurs produits de transformation dans des suspensions plus ou moins concentrées dénommée « boues ».

Parmi les différentes méthodes de traitements qui existent nous avons choisi la plus couramment utilisée, suite à son bon fonctionnement permettant de séparer les boues produites et l'eau traitée: c'est le traitement des eaux usées par Boues Activées.

A travers notre étude, nous tenterons d'étudier l'efficacité de traitement des eaux usées par la station d'épuration pour chaque étape de traitement. Pour quantifier le degré d'efficacité de la STEP, nous avons procédé à différentes analyses physicochimiques et bactériologiques. Notre document est structuré comme suit :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les eaux usées
- Le deuxième chapitre porte sur le traitement des eaux usées
- Le troisième chapitre porte sur la partie expérimentale qui retrace particulièrement toutes les manipulations menées sur les analyses physicochimiques réalisées à la CO.G.B Labelle complétées par des examens bactériologiques.

Généralités sur les eaux usées

I.1. Définition

Les eaux usées appelées aussi effluents liquides sont des eaux altérées par les activités humaines qui rendent leurs utilisations dangereuses et (ou) perturbent l'écosystème aquatique. Elles représentent une fraction du volume des ressources en eau utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel [1].

I.2. Aspect des eaux usées

L'aspect des eaux usées fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique. 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 (H_2S), et corrosif pour le béton et les aciers des égouts. Environ un tiers des matières contenues dans ces eaux est en suspension et le reste est en solution [2].

I.3. Origines des eaux usées

La pollution de l'eau est définie comme étant une dégradation de sa qualité naturelle due aux rejets continus de produits nuisibles en concentration excessive. Autrement dit, n'importe quelles matières ajoutées à l'eau qui est au-delà de sa capacité à les réduire sont considérées comme pollution. On distingue généralement différents types d'eaux usées en fonction de leur origine ou de leur mode de collecte qui influence beaucoup leur composition et leurs caractéristiques [1].

I.3.1. Rejets domestiques

Elles sont aussi appelées eaux grises dans le cas où elles sont peu chargées en matières polluantes. Elles sont constituées :

- ✓ D'eaux ménagères, provenant des eaux de cuisine et de bain qui sont généralement chargées de détergent et de graisses.
- ✓ D'eaux de vannes, il s'agit des rejets de toilettes chargés de fèces et d'urines.

A cela on ajoute les eaux usées rejetées par les hôpitaux, les écoles, les commerces et les restaurants. Ces eaux contiennent des matières minérales et organiques dans les trois phases solide, liquide et gazeuse et dans différents états de dispersion : débris grossiers, suspension

(émulsion), colloïdes, molécules dissoutes dissociées ou non. Ces eaux véhiculent aussi des micro-organismes pathogènes et des virus.

I.3.2. Rejets industriels

Ce sont généralement, les eaux noires qui contiennent diverses substances plus polluantes et plus difficiles à éliminer que les polluants des rejets domestiques. L'extrême diversité des rejets industriels ne permet pas une classification complète de ces eaux. Néanmoins, on peut les classer en fonction de leurs contenus :

- ✓ Matières en suspensions décantables ou non décantables ;
- ✓ Matières inertes ou fermentescibles ;
- ✓ Matières biodégradables ou non biodégradables ;
- ✓ Matières toxiques ou inhibitrices.

Nous donnons dans le tableau 1, les classes d'eaux usées industrielles.

Tableau 1: Classes d'eaux usées industrielles [1].

Type	Caractéristiques	Exemple	Traitements
Organique	DCO élevée DBO5 élevée	Industrie agroalimentaire	Biologique
Inorganique	MES élevées DBO5 faible Toxiques	Industrie sidérurgique Traitement de surface	Physico-chimique
Mixte	MES élevées DBO5 moyenne à élevée	Papeterie Industries chimiques et pétrochimiques	Biologiques adaptés

Parmi les rejets industriels on distingue les eaux de procédés, les eaux à forte salinité et les eaux chimiques et les eaux de lavage.

✓ **Eaux de procédés**

Ce sont les eaux condensées qui ont une faible minéralisation mais une haute teneur en pollution organique [3].

✓ **Eaux à forte salinité et eaux chimiques**

Ce sont les eaux provenant des purges de déconcentration des circuits de refroidissement, des chaudières, des effluents de régénération des unités de déminéralisation, des eaux de nettoyage des dessaleurs de chaudières. Elles sont non polluées et peuvent être recyclées [3].

✓ **Eaux de lavage des sols et machines**

Contrairement aux rejets précédents, le degré de pollution et le débit des eaux de lavage sont très variables et particulièrement importants en fin de journée, au cours des nettoyages de week-end et pendant les congés [3].

1.3.3. Les produits phytosanitaires et les engrais chimiques

L'agriculture constitue la première cause des pollutions diffuses des eaux. Ces eaux polluées sont souvent liées au développement des élevages, à une fertilisation excessive des zones agricoles par les engrais, les fumiers voire les boues des stations d'épuration.

Les nitrates par exemple, quand ils sont épandus sur le sol nu ou gelé, s'infiltrant avec les pluies ou sont lessivés en surface.

Les produits phytosanitaires sont apportés par les grandes cultures, le maraîchage agricole, le traitement des forêts et les traitements en zone urbaine (espaces verts, jardins, trottoirs, rues).

Parmi ces produits on trouve :

- des substances minérales (soufre, sulfate de cuivre, arséniates de plomb et de calcium) ;
- des composés organochlorés agissant comme insecticides (DDT, lindane, aldrine, dieldrine, heptachlore...) ou herbicides (dérivés chlorés de phénoxyacides)
- des composés organophosphorés utilisés comme insecticides (parathion, malathion...)

D'autres composés organiques ou organométalliques à groupements fonctionnels variés (dérivés de l'urée, thiazines, carbamates...) employées comme herbicides, insecticides ou fongicides.

I.4. Paramètres de caractérisation de la pollution

L'estimation de la pollution industrielle est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents [4]. Parmi ces paramètres on cite les suivants :

I.4.1. Les paramètres organoleptiques

✓ **La couleur :**

La couleur des eaux est due à des acides humiques, grosses molécules contenant des cycles aromatiques ou poly aromatiques avec des fonctions hydroxyles ou acides. Ces molécules correspondent à des fins de dégradation de la matière organique et sont dans la plupart des cas très peu biodégradables [5].

✓ **L'odeur-saveur :**

Ces deux paramètres sont regroupés et font appel aux mêmes types de traitement. L'odeur et la saveur sont dues à des molécules organiques contenues en très faibles quantités dans les eaux. Ces molécules peuvent être soit des molécules d'origines naturelles : métabolites d'algues d'actinomycètes, soit d'origines de pollution domestique ou industrielle [5].

I.4.2. Les paramètres physico-chimiques

✓ **La température :**

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O_2) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivants dans l'eau [5].

✓ **Le potentiel d'hydrogène (pH) :**

Il détermine l'acidité (0 à 6,5), la neutralité (7) ou l'alcalinité (8 à 14) d'une solution aqueuse exprimée en concentration de H^+ ($PH = -\text{Log } [H^+]$). Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimiques qui altèrent la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5,5 et 8,5) [5].

✓ **Les matières en suspension (MES) :**

Ce sont des matières biodégradables pour la plupart. Les micro-organismes sont le plus souvent adsorbés à leur surface et sont ainsi « transportés » par celles-ci. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, une mauvaise odeur. Ces MES peuvent être éliminées par décantation. C'est une étape simple et efficace pour réduire la charge organique et la teneur en germes pathogènes des eaux usées [1].

✓ **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 due aux particules colloïdales en suspension dans l'eau [6].

✓ **La conductivité :**

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

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² [6].

✓ **Demande biochimiques en oxygène (DBO₅) :**

La DBO caractérise la pollution organique biodégradable. La détermination de celle-ci consiste à mesurer la consommation d'oxygène (en mg/L) par voie biologique à température constante et pendant un temps limité par convention à 5 jours [3].

Remarque : l'oxydation biologique complète nécessite un temps de 20 à 28 jours, on mesure dans ce cas la DBO₂₀ ou la DBO₂₈. Cette période étant longue, on a choisi par convention une mesure après 5 jours d'incubation appelée DBO₅

✓ **Demande chimique en oxygène (DCO) :**

La DCO caractérise la pollution organique et minérale. Sa détermination consiste à mesurer la quantité d'oxygène (mg/L) nécessaire pour dégrader l'ensemble des matières oxydables (quelle que soit leur origine), biodégradables ou non [6].

✓ **Demande théorique totale en oxygène DTO :**

C'est la quantité d'oxygène requise pour oxyder complètement le carbone en CO_2 , l'hydrogène en H_2O et l'azote en nitrates NO_3^- [7].

✓ **La teneur en azote total (NT) :**

Ce paramètre caractérise les différentes formes d'azote présentes dans les eaux usées. C'est à dire l'azote réduit ou kjeldhal (NTK) et l'azote oxydé sous forme de nitrites NO_2^- ou et de nitrates NO_3^- . Le NTK comprend l'azote ammoniacal et l'azote organique. L'azote organique étant lui-même composé d'azote organique particulaire et d'azote organique soluble total [7].

✓ **Carbone organique total (COT) :**

C'est la quantité de matière exprimée en carbone (mg/L) contenue dans une solution, indiquant la charge organique d'une eau. Il complète les mesures de (DBO5, et DCO), le rapport DCO/COT varie entre 0,6 et 4 dans le cas d'une eau usée urbaine [7].

✓ **L'oxygène dissout (OD) :**

Sa présence dans l'eau est dispensable notamment pour son goût ; il est essentiel pour la survie de nombreux organismes. Il provient de la dissolution d' O_2 de l'air, de l'apport d'un effluent plus oxygéné, par la photosynthèse des plantes vertes aquatiques sous l'effet de la lumière. Il dépend de trois paramètres : la pression, la température et la salinité [6].

✓ **Phosphore total PT :**

Le phosphore se trouve dans les eaux usées sous formes: d'ortho phosphate, de poly phosphate qui a tendance à s'hydrolyser en ortho phosphate et de phosphore non dissous. La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrophotométrie [7].

I.4.3. Paramètres Bactériologiques :

➤ **L'eau- vecteur de bactéries**

Les eaux polluées par des matières fécales humaines et animales transportent divers micro-organismes pathogènes pour l'homme, notamment les bactéries, les virus et les protozoaires.

La transmission se fait par la voie fécaux-orale, et la contamination de l'homme se réalise suite à une consommation d'eaux de boissons ou d'aliments contaminés par l'eau, ou encore lors d'un contact des eaux à usage récréatif.

Avec le développement de l'urbanisation, les problèmes d'hygiène et de santé publique liés à la contamination bactérienne de l'eau sont devenus de plus en plus critiques.

À l'opposé de la situation dans les pays industrialisés, les chiffres publiés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2004 révèlent que, dans les pays en voie de développement, chaque année 1.8 million de personnes dont 90 % d'enfants de moins de cinq ans meurent de maladies diarrhéiques. Or, à l'échelle mondiale, près de 90 % des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau de boisson et à un assainissement insuffisant des eaux usées. Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur la terre (archéobactéries). Seules quelques dizaines d'espèces sont adaptées à l'homme : la plupart sont inoffensives ou même utiles, étant commensales et faisant partie des flores cutanées, digestive, buccale, génitale ; certaines sont pathogènes, opportunistes ; une minorité est régulièrement pathogène [8].

➤ **Les micro-organismes pathogènes dans l'eau**

Dans les milieux aquatiques, la détection de tous les pathogènes potentiels est très difficile et incertaine en raison de : la très grande variété et diversité des micro-organismes pathogènes qui peuvent être présents dans l'eau (virus, bactéries, protozoaires,...).

Vu leur rôle dans le processus, il nous a paru utile l'étude de quelques bactéries les plus rencontrées :

✓ **Les coliformes :**

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae*. La définition suivante a été adoptée par l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO 4831 de 1991) :

« Bacille à Gram négatif, non sporogone, oxydase négative, facultativement anaérobie, capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaire, et capable de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 h, à des températures de 35 à 37° C » [6].

Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*.

Il existe deux catégories de coliformes qui sont :

- Les coliformes totaux concernent le décompte total des bactéries de types coliformes. Bien que la plupart décrivent de substances végétales qui peuvent être d'origines fécales (10 à 15%) ; ces bactéries servent d'indicateurs de pollution ou de contamination microbiologique.
- Les coliformes fécaux proviennent des intestins des excréments humains et animaux à sang chaud à une température de 37°C. La présence de ces bactéries dites pathogènes est très risquée pour la santé des êtres vivants et conduit à la mort (nausées, vomissement et diarrhée). La bactérie E-coli (*Escherichia coli*) appartient à cette catégorie de coliformes.

✓ **Les entérocoques (streptocoques fécaux) :**

Ce sont des bactéries pathogènes, presque toujours reliées à la contamination fécale. Les entérocoques résistent beaucoup aux substances aseptiques qui devraient empêcher leur croissance. Certains entérocoques peuvent se transformer en germes initiateurs de plusieurs maladies telles que les angines, les otites, les méningites.

Toutefois, d'une façon générale les concentrations en streptocoques fécaux sont, dans les milieux naturels autres que ceux spécifiquement pollués par le bétail, inférieures à celles des coliformes fécaux. Il faudra tenir compte de cette différence de concentration (que l'on peut évaluer à un rapport de 1 à 2 ou 4) dans le choix des prises d'essai [8].

La norme ISO 7899-2 donne la définition suivante :

« Microorganismes se développant à 37°C sur un milieu de Saleté et Bartley, donnant une réaction positive à 44°C sur une gélose biliée à l'esculine et qui, de plus, donnent une réaction négative dans l'essai à la catalase ». Dans la norme française NF EN 7899-2 les entérocoques sont définis comme « Bactéries Gram positif, sphériques à ovoïdes, formant des chaînettes, non sporulées, catalase négative, possédant l'antigène de groupe D cultivant en anaérobiose à 44°C, et à pH 9,6 et capables d'hydrolyser l'esculine en présence de 40% de bile » [6].

Le genre *Streptococcus* est vaste et divers, de sorte qu'il est difficile de classer ces bactéries de façon satisfaisante. Les 29 espèces du genre *Streptococcus* sont subdivisées en 5 groupes principaux :

- Les streptocoques pyogènes hémolytiques ;

- Les streptocoques oraux ;
- Les entérocoques ;
- Les streptocoques lactiques.

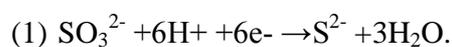
L'application à ces bactéries des techniques de biologie moléculaire a donné un nouveau système de classification. Le genre unique original est maintenant séparé en 3 genres différents :

- Streptococcus : comprend la plupart des espèces pathogènes pour l'homme ;
- Enterococcus : correspond au précédent groupe des entérocoques ;
- Lactococcus : correspond aux streptocoques lactiques.

✓ **Les bactéries sulfito-réductrices :**

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente. Sans débattre de l'intérêt réel d'une telle indication concernant la date de pollution, il faut cependant considérer que si les Clostridium sulfito-réducteurs peuvent certes être des germes fécaux, ce sont également des germes telluriques et que, de ce fait, aucune spécificité d'origine fécale ne peut être attribuée à leur mise en évidence. Dans une telle optique d'interprétation, il y a intérêt à ne rechercher que les espèces les plus susceptibles d'être d'origine fécale : c'est le cas en particulier de Clostridium perfringens [8].

Selon [6], les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices et celles de Clostridium perfringens peuvent être intéressantes en tant qu'indicateurs de traitement. Donc la nomenclature sulfite réducteurs est attribuée à ces germes car ils ont comme point commun de réduire le sulfite de sodium en sulfure selon la réaction suivante :



Le tableau 2 regroupe les genres d'agents pathogènes responsables de maladies hydriques.

Tableau2: Principaux groupes et genres d'agents pathogènes responsables de maladies d'origine hydrique (modifié d'après Straub et Chandler (2003)) [8].

Groupes de micro-organismes	pathogènes	Pathologies
Virus	Entérovirus (polio, écho, coxsackie)	Méningite, paralysie, fièvre, myocardie, problème respiratoire, diarrhée
	Hépatite A et E	Infection hépatique
	Calicivirus humain	
	Norwalk virus	diarrhée/ gastro-entérite
	Sapporo	diarrhée/ gastro-entérite
	Rotavirus	diarrhée/ gastro-entérite
	Astrovirus	Diarrhée
	Adenovirus	Diarrhée infection oculaire et problème respiratoire
Bactéries	Reovirus	Problème respiratoire et entérique
	Salmonella	Fièvre typhoïde et diarrhée
	Shigelia	Diarrhée
	Campylobacter	Diarrhée (cause première des intoxications alimentaires)
	Yersinia enterocolitica	Diarrhée
	Escherichia coli 0175:H7 et certaine autres souches	Diarrhée risque de complication (urémie hémolytique) chez les enfants en bas âges
Protozoaires	Legionellapneumophile	Pneumonie et autres infections respiratoires
	Naegleria	Méningo-encéphalite
	Entomebahistolytica	Dysenterie amibienne
	Giardia lamblia	Diarrhée chroniques
	Cryptosporidiumparvum	Diarrhée sévère, mortelle chez les individus immunodéprimés
	Cyclospora	Diarrhée
	Microsporidies incluant enterocytozoanspp, encephalitozoanspp	Diarrhées chroniques, affaiblissement, problèmes pulmonaires, oculaires, musculaires et rénaux
	Microcystis	Diarrhée par ingestion des toxines produites par ces organismes, la toxine microcystine est impliquée dans des lésions hépatiques
Helminthes	Anabaena	
	Aphantiomenon	
Helminthes	Ascaris lumbricoides	Ascariasis

➤ **Les méthodes de détection des micro-organismes indicateurs et pathogènes**

L'évaluation de la qualité microbiologique des eaux est, par conséquent, basée sur le concept de germes dits "indicateurs de contamination". Ces indicateurs (ou bactéries indicatrices de contamination) n'ont pas nécessairement par eux-mêmes un caractère pathogène, mais leur présence indique l'existence d'une contamination par des matières fécales et leur abondance est une indication du niveau de risque de présence de micro-organismes pathogènes [9].

L'énumération des bactéries fécales est basée sur la méthode de la mise en cultures de celles-ci. Bien que, ces dernières années, nombreuses publications aient proposé des méthodes alternatives aux méthodes classiques d'énumération des bactéries fécales dans les eaux de surface, ces dernières sont néanmoins encore utilisées de manière systématique pour le contrôle en routine de la qualité microbiologique des eaux et sont toujours les seules reprises dans les normes.

Deux grands types de méthodes basées sur la mise en culture sont régulièrement utilisés :

- La détermination du nombre le plus probable (NPP) : des dilutions décimales de l'échantillon sont inoculées dans une série de tubes ou de puits contenant un milieu de culture liquide spécifique. Une loi statistique permet de calculer le NPP sur base de la proportion de tubes positifs dans chaque dilution.
- La méthode de filtration sur membrane (MF) : un volume défini de l'échantillon est filtré et la membrane est incubée sur un milieu gélosé spécifique. Différents milieux et conditions d'incubation (temps et température) peuvent être utilisés selon le type de bactéries fécales recherché [9]. Le résultat s'exprime en UFC (unité formant colonie) par unité de volume.

I.5. Impact environnemental :

Les eaux usées qu'elles soient urbaines ou industrielles peuvent engendrer suivant la nature et la concentration de ses constituants, un certain nombre d'effets sur le milieu récepteur, même après épuration. Les matières en suspensions, même en concentration faibles sont susceptibles de réduire la transparence du milieu dans le cas d'un rejet en lac ou en mer ; on peut craindre ainsi un apport élevé en micro-organismes (bactéries ou virus) non retenus par la station d'épurations [1].

La présence de matières organiques dans l'effluent a pour conséquences un accroissement de la biomasse et une consommation corrélative de l'oxygène dissout ; ce phénomène de biodégradation est largement exploité dans les dispositifs de traitement biologique.

La présence de nitrates et de phosphates, et l'effet précité des matières organiques peuvent accélérer ainsi le processus naturel d'eutrophisation des milieux récepteurs fermes, entraînant ainsi des phénomènes irréversibles comme la mort des espèces animales et végétales.

Enfin un rôle moins perceptible de la matière organique est la modification des équilibres physico-chimiques du milieu notamment son interaction avec les formes métalliques par des mécanismes de réduction, de précipitation, de complexation susceptibles d'accroître les effets propres de ces métaux sur l'environnement [5].

I.6. Conclusion

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitements au préalable. Afin de montrer l'intérêt de leur épuration, nous avons présenté dans ce chapitre d'une part, les origines et caractéristiques des eaux usées, et d'autre part, les différentes méthodes de détection des bactéries utilisées et leur impact sur l'environnement.

Traitements des eaux usées

II.1.Introduction

Le traitement des eaux usées est l'ensemble des procédés visant à dépolluer l'eau usée avant, qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour réduire leurs impacts sur l'environnement. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration (STEP) où elles subissent plusieurs phases de traitement. Dans la STEP, les matières minérales et organiques sont éliminées par des procédés mécaniques, physiques et biologiques ce sont les traitements primaires et secondaires. On dit aussi qu'il s'agit de l'épuration carbonée des eaux.

Un traitement complémentaire peut être réalisé si le milieu récepteur l'exige: on parle alors de traitement tertiaire. De plus la réduction des odeurs peut être l'objet d'attentions particulières, si l'emplacement de la STEP est assez proche de quartiers résidentiels.

II. 2.Les étapes de traitements des eaux usées

II.2.1.Les prétraitements

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage). Ce sont de simples étapes de séparation physique, ils génèrent beaucoup de déchets.

II.2.1.1.Le dégrillage ou le tamisage

C'est une opération qui se fait toujours avant l'entrée de station, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses.

II.2.1.2.Le dessablage

Il débarrasse les eaux usées des sables et des graviers par sédimentation. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé "dessableur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe, d'où l'élimination de ces sables. Cela permet :

- D'éviter le bouchage par des dépôts de la canalisation et la perturbation des autres traitements.
- De protéger les pompes et autres organes mécaniques contre l'abrasion.
- De réduire la production des boues.

II.2.1.3. Le dégraissage-déshuilage

Ce type de prétraitement permet d'éliminer les matières grasses qui se trouvent dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite. Il se fait par injection d'air dans le bassin cela permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface (flottation) et ensuite elles seront raclées (récupérées) à la surface et puis éliminées (mise en décharge ou incinération). Elles peuvent aussi faire l'objet d'un traitement biologique spécifique au sein de la station d'épuration. De nombreuses stations utilisent des dessableurs-dégraisseurs combinés. Les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients pour le traitement tel que :

- Envahissement des décanteurs ;
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs ;
- Mauvaise sédimentation dans les décanteurs ;
- Risque de bouchage des canalisations et des pompes ;
- Diminution du rendement du traitement qui arrive après.

Nous donnons sur la **Figure 1**, le schéma d'un dessableur / déshuileur-dégraisseur

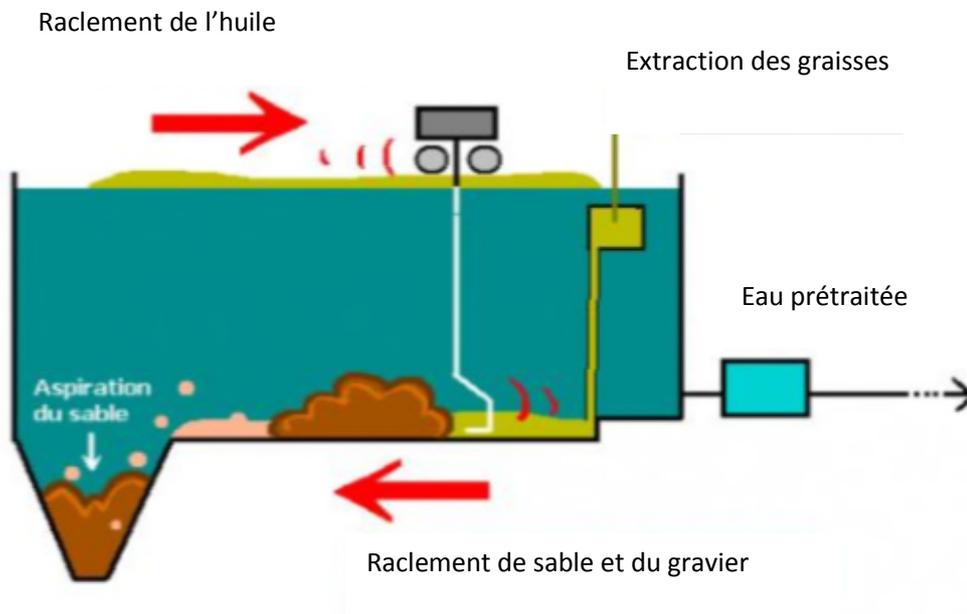


Figure 1, le schéma d'un dessableur / déshuileur-dégraisseur

II.3. Le traitement primaire

Le traitement « primaire » consiste en une circulation lente de l'eau usée dans de grands bassins circulaires afin de laisser le temps aux matières en suspension de précipiter dans le fond du réceptacle [11]. On fait appel à des procédés physiques (décantation) et des procédés physico-chimiques (la coagulation-floculation).

II.3.1. Les procédés de décantation physique

- **La décantation** : Elle a pour principe de précipiter les particules en suspension par gravité, c'est une séparation solide – liquide. La décantation primaire élimine 50 à 55% des matières en suspension et réduit de 30% environ de la DBO et de la DCO.
- **La flottation** : c'est la séparation liquide-liquide par une technique de clarification et d'épaississement des particules en suspension dans l'eau par insufflation d'air en utilisant des flotteurs circulaires.

Dans les eaux à forte charge en matières organiques, les matières solides sont rassemblées à la surface sous forme d'écume, ensuite elles sont retirées par raclage à la surface de l'eau.

II.3.2. Les procédés de décantation chimique :

Dans ce processus ont fait appel aux techniques de coagulation et de floculation ; qui consiste à alourdir les particules en suspension.

- **La coagulation** : elle a pour but la déstabilisation des colloïdes et leur agglomération ainsi que celles des particules fines en suspension. Elle agit également par adsorption sur les substances dissoutes. Elle est utilisée pour la clarification, la décoloration et l'amélioration d'odeur et l'agglomération des précipités [12].

Les coagulants utilisés :

- Sulfate d'aluminium $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- La chaux CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Chlorure ferrique FeCl_3
- Sulfate de fer FeSO_4
- Aluminate de soude NaAlO_2
- **La floculation** : elle consiste à augmenter la probabilité de contact entre les particules, lesquelles sont provoquées par la différence de vitesse entre les particules [13].

Les flocculants utilisés :

- Silice active (SiO_2) ;
- Silice aluminate ($\text{AlO}_4/\text{SiO}_4$) ;
- Certaines argiles
- Charbon actif en poudre
- * Alginate ($\text{S}_6\text{H}_6\text{O}_6$)_n;
- * Amidon ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n ;
- * Poly électrolyte

Nous donnons sur la **Figure2**, Schéma du procédé de coagulation- floculation

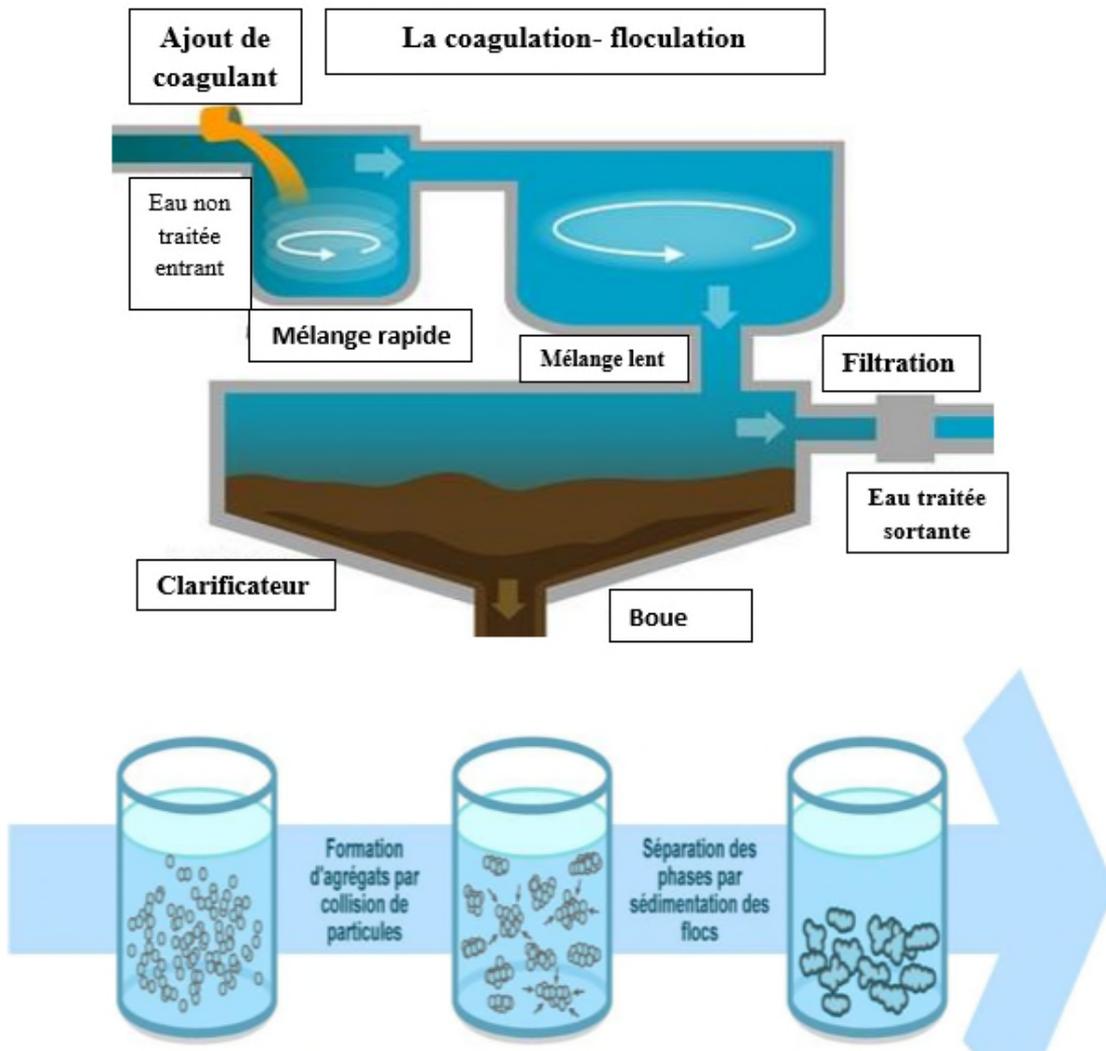


Figure2, Schéma du procédé de coagulation- floculation

Le coagulant et la floculation permettent d'éliminer jusqu'à 90% des matières en suspension et 75% de la DBO [14]. Il faut aussi noter que ces traitements physico-chimiques éliminent le phosphore mais présentent des insuffisances c'est pourquoi le traitement secondaire est nécessaire.

II.4. Les traitements secondaires (traitement biologique)

Le traitement secondaire est un traitement purement biologique des eaux usées et a pour but de réduire la teneur en matière organique présente dans ces eaux et leur dégradation biologique par les micro-organismes. Parmi les divers micro-organismes responsables de la dégradation on

trouve les bactéries aérobies et les bactéries anaérobies. Pour se développer, celles-ci se nourrissent de la pollution organique [15].

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonée et azotée s'appuie sur des procédés de nature biologique.

Le principe du traitement consiste à mettre en contact une biomasse composée de bactéries aérobies (c'est-à-dire se développant en présence d'air), des substances nutritives (substances organiques présentes dans les eaux et constituant la pollution) et de l'air.

Les bactéries, mises dans des conditions favorables pour pouvoir se développer (présence d'air) se nourrissent des substances organiques et se reproduisent par scissiparité (scission en deux parties égales de la bactérie).

Les bactéries s'agglomèrent en incorporant également une partie des matières en suspension. Les matières organiques solubles sont ainsi transformées en flocons, particules de grosse taille plus facilement décantables. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs (le lagunage, l'épandage, etc.) et les procédés biologiques intensifs (lits bactériens, disques biologiques etc.) [16].

❖ **Les procédés biologiques extensifs**

Ce type de procédé utilise la capacité épuratrice de plans d'eau peu profonds, c'est ce qu'on appelle le **lagunage**. Les eaux usées sont envoyées dans une série de bassins où l'oxygène est apporté par les échanges avec l'atmosphère. La pollution organique se dégrade sous l'action des bactéries présentes dans le plan d'eau. Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 à 90 % de la DBO, 20 à 30 % de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes.

❖ **Les procédés biologiques intensifs**

Les techniques les plus utilisés au niveau des stations d'épurations sont des procédés biologiques intensifs. Ces procédés n'utilisent que des surfaces réduites et permettent d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel.

✓ **Le processus des lits bactériens :**

C'est une technique de traitement qui s'inspire de la filtration par le sol. Le principe des lits bactériens consiste à faire ruisseler l'eau à traiter préalablement décantée sur une masse de matériaux poreux qui sert de support aux micro-organismes. Ce principe se base sur trois paramètres:

- Choix des matériaux
- Répartition de l'effluent
- Utilisation de recyclage

Pour avoir un bon rendement, l'apport d'oxygène nécessaire aux micro-organismes est fourni par l'aération sous forme d'un film biologique sur la surface des matériaux. Cette technique élimine jusqu'à 80% de la DBO.

Nous donnons sur la **Figure 3**, le Schéma d'un Procédé à Lit bactérien

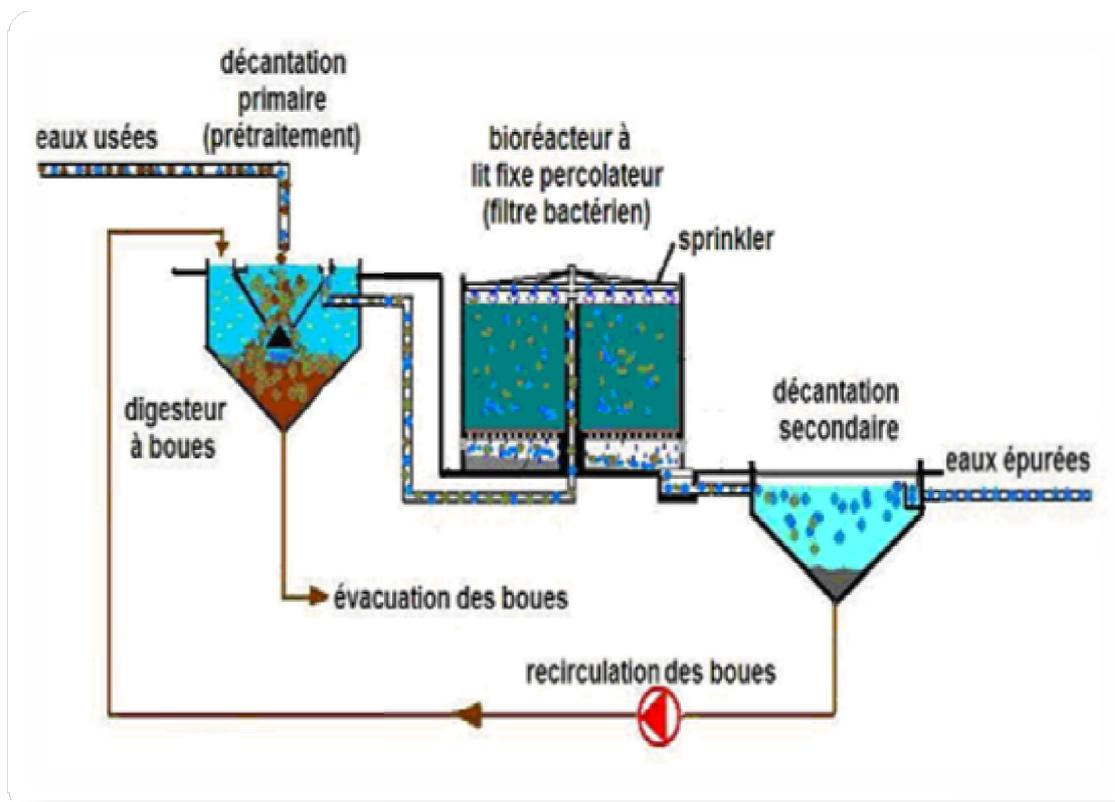


Figure 3, le Schéma d'un Procédé à Lit bactérien

✓ La bio filtration

Elle est aussi une culture bactérienne fixée sur un support granulaire. Le milieu granulaire sert à la fois de filtre et de support aux cultures bactériennes. Cette installation offre donc la possibilité de réaliser conjointement la dégradation des matières polluantes et la clarification des eaux usées. C'est un système d'aération qui apporte de l'oxygène nécessaire à l'intérieur du filtre. Cette technique élimine environ 90 % de la DBO et peut également éliminer l'azote.

N.B. : La biomasse en excès est ensuite entraînée par le ruissellement des eaux à travers le filtre.

✓ Disque biologique :

Le dispositif est constitué d'un ensemble de disques en matière plastique, parallèles et espacés. Les disques sont immergés à 40% environ dans le bassin recevant l'eau à traiter. L'écart entre les disques est environ 2 cm permet la circulation de l'eau. Le disque biologique est une variante des lits bactériens dans lesquels les microorganismes se développent.

Nous donnons sur la **Figure 4**, le Schéma d'un procédé à Disques biologiques

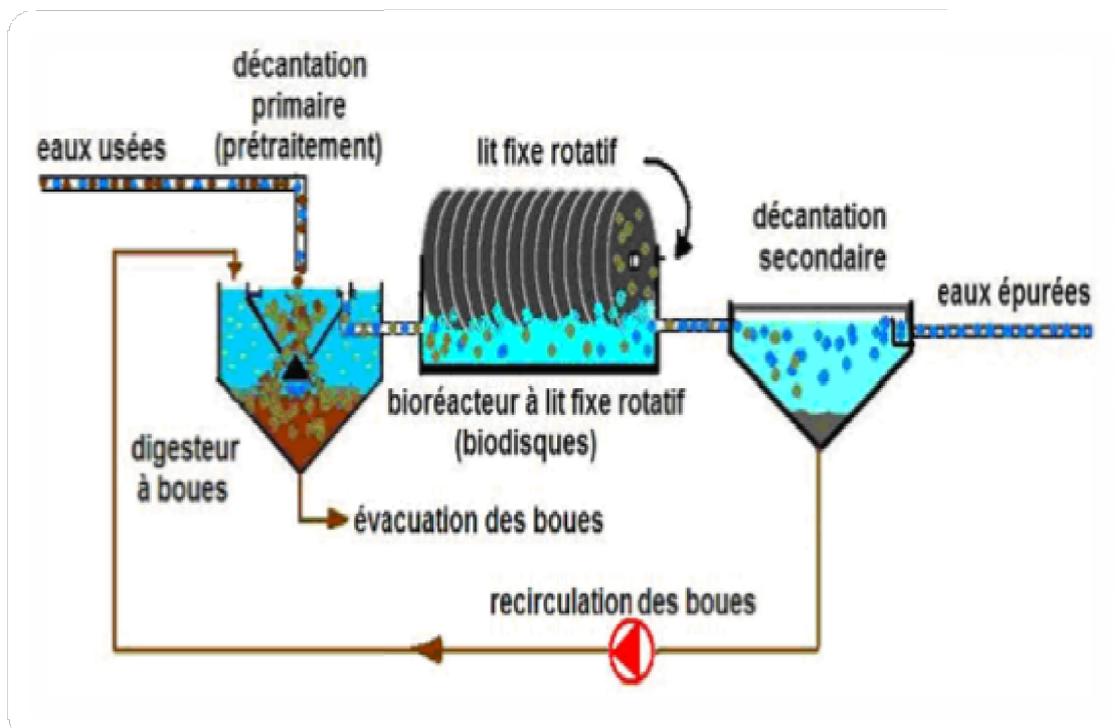


Figure 4, le Schéma d'un procédé à Disques biologiques

II.4.1. Le traitement des boues activées :

Les bactéries aérobies sont soumises à une oxygénation intense dans un bassin d'aération cette oxygénation permet aux bactéries de se développer rapidement car elles assimilent les matières organiques contenues dans l'effluent qui circule au courant contenu et elles s'agglutinent en flocons gélatineux qui décantent pour constituer des masses de flocons appelées « boues activées ». Le processus est naturel ça consiste de faire développer le floc bactérien dans un bassin d'aération alimentée en eau usée. Les boues activées sont entraînées par l'effluent qui s'évacue en trop plein du bassin d'aération vers le clarificateur, et une partie sera récupérée pour être renvoyer dans le bassin d'aération pour maintenir le taux de la concentration de bactéries nécessaire au traitement des matières dégradables contenues dans l'effluent. Les traitements par boues activées éliminent de 85 à 95 % de la DBO₅, selon les installations.

Nous donnons sur la **Figure 5**, le Schéma d'un procédé à boues activées

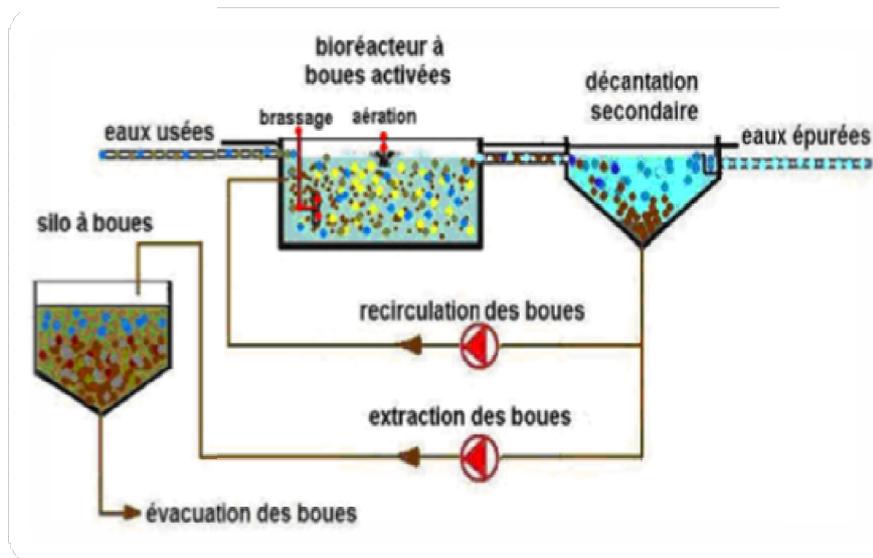


Figure 5, le Schéma d'un procédé à boues activées

C'est le traitement biologique le plus simple et le plus fréquemment utilisé. Il s'existe aussi une étape qui permet de maintenir la boue biologique en équilibre avec la pollution c'est « lagunage ». **II.4.1.1. Le Lagunage**

Le lagunage est un procédé d'épuration des eaux usées qui consiste en un lent écoulement de l'eau dans des réservoirs peu profonds. C'est un mécanisme purement biologique qui permet

d'éliminer les matières organiques biodégradables ; ce qui conduit à un phénomène d'eutrophisation caractérisé par une prolifération d'algues sous l'effet de la présence d'azote ou de phosphore dans l'eau et de la photosynthèse due aux radiations solaires. Il consiste aussi à utiliser étangs naturels ou artificiels comme milieu récepteur des effluents bruts ou traités. On distingue de types de lagunes

- **Lagunage naturel (aérobie)** : il n'utilise que le vent et le soleil comme source d'énergie ; l'apport d'oxygène est assuré par les échanges avec l'atmosphère au niveau du plan d'eau et par les végétaux chlorophylles.
- **Lagunage aéré** : il se fait par l'activité aérobie par brassage ou par une aération artificielle par des aérateurs mécanique flottants ou par une insufflation d'air. La concentration en microorganisme est faible et la décantation de floc bactérien est très médiocre.
- **Lagunage anaérobie** : le rendement d'épuration dans ce type de lagunes dépend du développement d'une fermentation méthanique. Il s'applique sur des effluents à forte concentration, le plus souvent comme un prétraitement avant une épuration de type aérobie.

Le but de cette technique :

Est d'avoir un très bon rendement d'élimination des charges en DBO_5 et en MES et aussi une excellente épuration microbiologique des eaux usées ; une accumulation importante des métaux lourds aux fonds du réservoir c'est ce qui fait que les effluents épurés ne contiennent pratiquement plus de substances nuisibles.

II.4.2. Les Réacteurs Biologiques à membrane

Les Réacteurs Biologiques à Membrane est une association des qualités respectives de l'épuration biologique et des techniques membranaires. Les performances obtenues par ce traitement font des Réacteurs Biologiques à Membrane les éléments prometteurs de la gestion globale de l'eau.

Un Réacteur Biologique à Membrane est une installation d'épuration réalisant en continu deux fonctions dissociées physiquement :

- Une fonction **d'épuration** dans le Réacteur Biologique (dégradation biologique de la pollution)
- Une fonction de **séparation** dans le Bloc Membrane (séparation de l'eau traitée de la boue)

Nous donnons sur la **Figure 6**, le Principe de Fonctionnement d'un Réacteur Biologique à Membrane

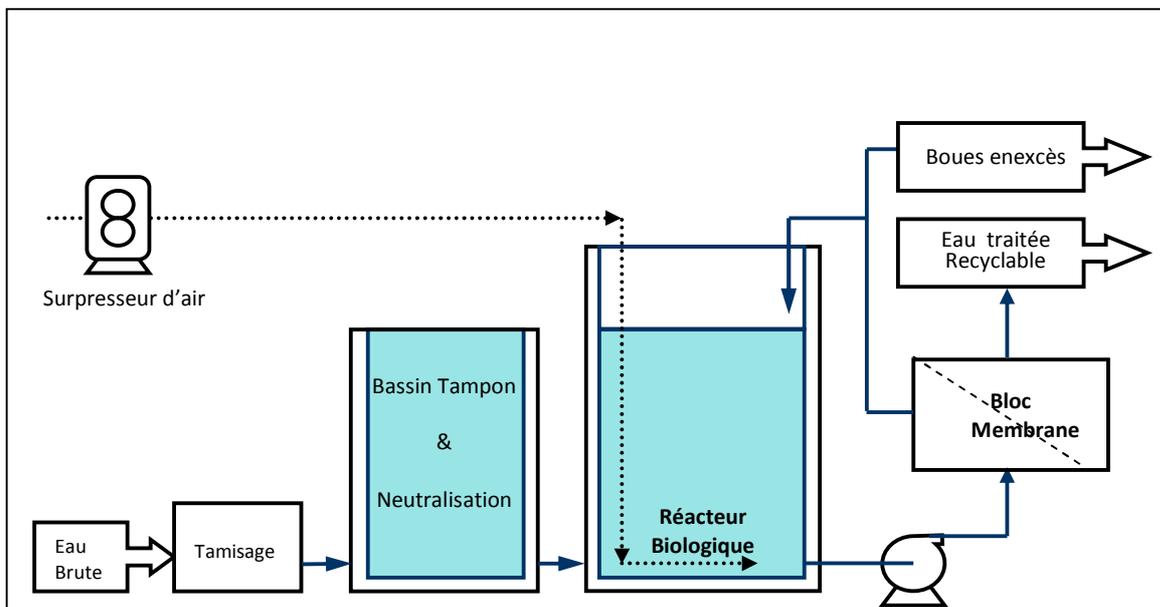


Figure 6, le Principe de Fonctionnement d'un Réacteur Biologique à Membrane

Le Bloc Membrane se compose de membranes, minérales ou organiques et de type micro ou ultrafiltration, fonctionnant en flux tangentiel. Ce type d'écoulement permet de limiter la production de boues en excès. En effet, la dispersion des bactéries par balayage permanent des membranes permet aux bactéries épuratrices de ne pas se regrouper en floc et donc elles sont beaucoup plus en contact avec la pollution et l'oxygène. La proportion des bactéries actives vis à vis de la pollution est alors plus importante que celle habituellement rencontrée dans un système classique de Boues Activées floculées. De plus, comme la station est très compacte, le rendement d'épuration biologique est optimal car les bactéries épuratrices sont dans de meilleures conditions puisque la température peut être maîtrisée.

La Membrane étant une barrière physique infranchissable aux particules et aux micro-organismes (bactéries, virus, ...), ceci assure donc :

- ✓ Un rejet quasi exempt de matières organiques biodégradable avec l'élimination de plus de 95 % de la pollution carbonée exprimée en DCO.
- ✓ Un rejet parfaitement clarifié.
- ✓ Un rejet épuré à 100 % en microorganismes et virus.

II.5. Clarification

La clarification permet de séparer par décantation l'eau épurée des boues « secondaires » issues du traitement biologique. Cette décantation se fait dans les ouvrages spéciaux, le plus souvent circulaires appelés clarificateurs ou décanteurs secondaires

Une partie des boues « secondaires » est évacuée en aval vers le traitement des boues ; l'autre partie est recyclée vers le bassin d'aération pour maintenir la masse biologique nécessaire au fonctionnement de l'installation.

II.6. Les traitements complémentaires (traitements tertiaires)

Certains rejets d'eaux usées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination de l'azote, du phosphore ou des germes pathogènes qui se fait par le traitement tertiaire. Pour l'élimination de l'azote, dans un premier temps, il est réduit en nitrates et est oxydé par les bactéries par nitrification puis ces nitrates se transforment en gaz diazote par un processus biologique. L'élimination du phosphore ou déphosphatation se fait soit par physico-chimique, soit biologique [6]. Le déphosphatation biologique est basé sur la succession de phases aérobies et anaérobies au cours du traitement biologique mais son rendement est en moins bon que celui faite par physico-chimique. Pour obtenir une épuration plus poussée, il peut être nécessaire d'effectuer des traitements complémentaires de type :

- Filtration sur lit de sable ;
- Désinfection par le chlore ou d'autres produits oxydants ;
- L'élimination de l'azote ;
- L'élimination du phosphore.

II.6.1. Elimination de l'azote

Les stations d'épuration des eaux usées éliminent par les matières organiques jusqu'à 20% d'azote.

Les procédés biologiques sont aujourd'hui de plus en plus compétitifs et les mieux adaptés pour l'élimination azotée des effluents, ils sont très facile à réaliser à des couts modérés; l'élimination de la pollution azotée est basée sur deux processus différents : la nitrification et la dénitrification.

La nitrification est favorisée par l'augmentation du temps de rétention et la qualité de l'air injectée.

La dénitrification permet d'éliminer l'azote total, ce processus se déroule dans un réacteur biologique anoxique sous l'effet de microorganismes particuliers qui se développent aux dépend d'un apport en carbone organique [17].

L'élimination de l'azote peut être classée en fonction des niveaux de qualités à atteindre pour une eau épurée, on distingue :

- Les procédés biologiques réalisant une nitrification seule.
- Les systèmes d'épuration biologique réalisant l'élimination de l'azote par nitrification-dénitrification [18].

II.6.2. Elimination du phosphore

L'élimination du phosphore, ou « **déphosphatation** », peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques.

En ce qui concerne les **traitements physico-chimiques**, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues.

Ledéphosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Il convient de développer préalablement un type de micro-organisme accumulateur de phosphore et naturellement présent dans les eaux usées. Le développement de ce type demicro-organisme s'accomplit dans des bassins fonctionnant en anaérobiose et situés en tête des ouvrages du traitement secondaire. Les mécanismes du déphosphatation biologique sont relativement complexes et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées). Le rendement moyen est d'environ 60 %. Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à un déphosphatation physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis.

Nous donnons sur la **Figure 7**, le Schéma général représentant une station d'épuration et des différents points de prélèvement des eaux usées.

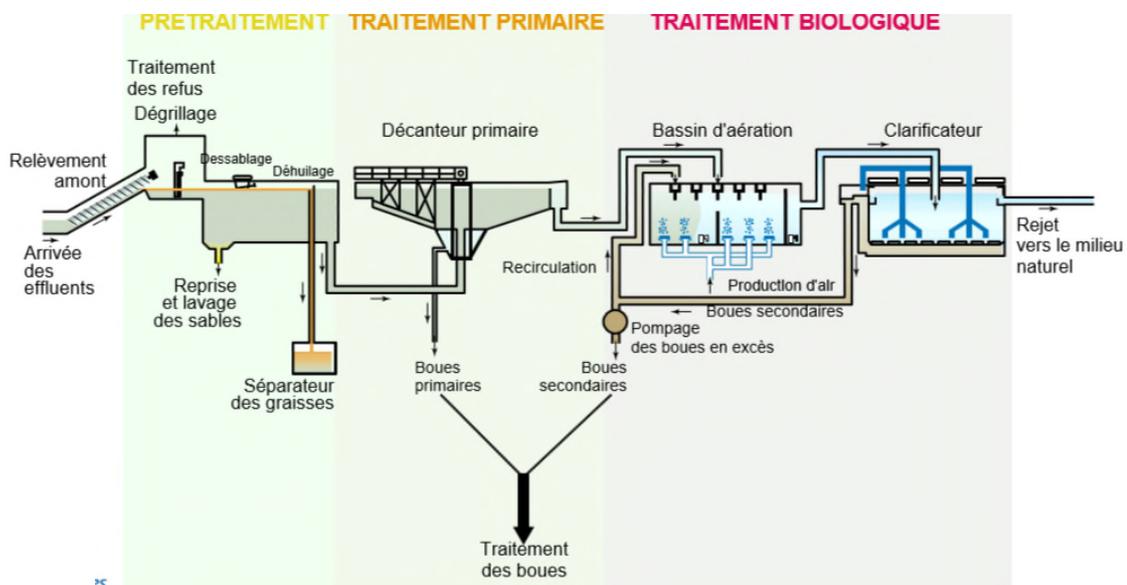


Figure 7, le Schéma général représentant une station d'épuration et des différents points de prélèvement des eaux usées [19].

II.7. Les boues

L'élimination des pollutions apportées par les eaux usées laisse au passage des résidus qui sont essentiellement constitués de boue. Ces boues constituent la pollution formée de matière en suspension, matière organique, azote, phosphore... d'où la nécessité de leur gestion. Si on n'extrait pas les boues des stations d'épuration il y aura une forte accumulation qui perturbera le fonctionnement de son station. Une station qui produit des boues est une station qui élimine la pollution des eaux.

II.7.1. Origine et Caractéristiques des boues :

Une boue est une suspension dans l'eau, de matières solides ou colloïdes. Les boues fraîches présentent un aspect liquide, elles peuvent contenir jusqu'à 95% d'eau. La production de boues se fait dans les différents traitements des eaux résiduaires.

- Lors de la traversée du décanteur primaire, les matières sédimentées de l'effluent constituent les boues primaires.
- Lors de la transformation de la pollution organique au cours d'une épuration de boues activées ou lit bactérien qui constituent les boues secondaires.
- Par toutes réactions physico-chimiques de coagulation-floculation avec les matières en suspension de l'effluent.

II.7.2. Les différents types de boues :

- **Les boues primaires**

Elles proviennent d'une séparation physique des matières en suspension décantables, organique et minérales, au niveau d'un décanteur situé en entrée de station. Elles sont d'aspect grisâtre, d'odeur fétide, très fermentescible et très contaminées bactériologique [6].

- **Les boues physico-chimiques**

Elles proviennent, comme les précédents, d'une décantation placée en entrée de station d'épuration, mais avec un traitement chimique supplémentaire. Celui-ci permet d'éliminer, en plus de la pollution particulaire, la pollution colloïdale ainsi que, la pollution phosphorée. Ces boues renferment également les réactifs chimique ajoutés qui se retrouvent sous forme d'hydroxydes métalliques (de fer ou l'aluminium) ou de précipités minéraux (carbonates, phosphates...). La quantité de boues produite sera fonction de la concentration de l'effluent en substances polluantes et du dosage des réactifs de traitement [6].

- **Les boues biologiques**

Elles proviennent de la dégradation de la pollution biologique biodégradable, soluble et colloïdale, par une culture bactérienne libre (boues activées) ou fixé (lit bactérien ou bio filtre). Ces boues biologiques ont une composition différente en fonction de la nature du substrat

dégradé, de la décharge de fonctionnement du réacteur biologique, du traitement de stabilisation éventuellement pratiqué [6].

II.7.3. Les étapes de traitement des boues

Les traitements imposés aux boues s'effectuent classiquement en différentes étapes : épaissement, digestion anaérobie, déshydratation, séchage. C'est par ces techniques d'épuration les eaux usées domestiques ou industrielles sont rejetés par des normes à traiter entraînant au cours des différentes phases de traitement importante de production de boue.

II.7.3.1. Le traitement par stabilisation ou gestion des boues

La stabilisation des boues est la réduction des matières organiques, On distingue les stabilisations biologique et chimique. Elle s'applique à l'ensemble des boues (primaires, secondaire...).

- **La stabilisation biologique**

Elle peut être atteinte par méthanisation (digestion anaérobie mésophile) ce qui réduit sensiblement la masse en matières organique de 30% environ, et stabilisation aérobie thermophile. La stabilisation biologique réduit la teneur des boues en matières fermentescibles.

- **La stabilisation chimique**

La stabilisation chimique se fait par un mélange intime de la chaux et des boues. Les boues, ayant subies une stabilisation chimique, sont assez favorables en déshydratation, mais souvent difficiles à flocculer à cause des pH élevé. En milieu basique la fermentation est bloquée.

II.7.3.2. L'épaississement des boues

L'épaississement des boues est un moyen simple de séparation de l'eau et les particules de boues sous l'effet des forces gravitaires ce qui permet de réduire la moitié du volume de boues. On peut citer plusieurs intérêts à l'épaississement :

- Amélioration du taux de réduction des matières organiques.

- Amélioration des rendements des dispositifs de déshydratation et de séchage
- Diminution de tout risque de fermentation des boues.

II.7.3.3. La déshydratation

Elle constitue la seconde étape de réduction du volume des boues qui se réalise sur les boues épaissies, stabilisées ou non, pour avoir une élimination poussée de l'humidité de façon à les amener à l'état solide.

II.7.3.4. Le séchage

Il élimine la majeure partie de l'eau par évaporation, soit naturellement (lits de séchage), soit par voie thermique. Pour le lit de séchage ça se fait à l'air libre sur des boues liquides et en plus de l'évaporation et drainage de l'eau à travers une couche filtrante de sable et de graviers.

II.7.4. Les facteurs influençant sur la production de boues activées :

- ✓ L'apport d'une nourriture suffisante sous forme de matière organique contenue dans l'effluent et la présence de l'azote et de phosphore.
- ✓ L'apport d'une quantité d'oxygène proportionnelle à la charge de pollution exprimée par la DBO₅
- ✓ La température et le pH des eaux.

II.7.5. Valorisation

Les boues font l'objet d'analyses avant toute utilisation. Pour autant qu'elles répondent à des critères très stricts déterminés par la législation, notamment en ce qui concerne les métaux lourds (Pb, Zn, Hg, Cr, Ni, etc.) et les micropolluants (hydrocarbures, pesticides, etc.), ces boues peuvent être valorisées en agriculture comme amendement organique, voire calcique, lorsqu'elles sont stabilisées à la chaux. Incorporées au sol en quantités appropriées, elles représentent un fertilisant en apportant aux cultures : Azote, Phosphore, Potassium, Oligo-éléments.

Si ces boues possèdent un pouvoir calorifique suffisant, les boues peuvent être incinérées dans des fours spécifiques ou encore industriels tels que ceux d'incinération d'ordures ménagères, de cimenterie, (valorisation thermique).

Pour ce qui est des boues ne pouvant être valorisées, elles sont envoyées vers des centres d'enfouissement technique (C.E.T.).

Pour information : une station d'épuration de 30.000 équivalent-habitants peut produire 3.000 tonnes de boues par an, ce qui nécessite entre 80 et 90 hectares de terres agricoles épanchables pour écouler la production annuelle. La fréquence de retour à l'épandage d'une même parcelle est d'une fois tous les trois ans.

II.8. Nuisances liées aux stations d'épuration : Le traitement des odeurs

La dépollution des eaux usées produit des odeurs, qui sont parfois perçues comme une gêne par les riverains des stations d'épuration. Les principales sources de mauvaises odeurs sont les boues et leur traitement, ainsi que les installations de relevage et de prétraitement.

Le seuil de tolérance de ces nuisances olfactives est subjectif et aucune norme en matière d'émissions malodorantes n'existe. Cependant, les exploitants de stations d'épuration cherchent à limiter les odeurs dégagées par les traitements.

La conception des stations est le premier élément permettant de limiter l'émission d'odeurs dans le voisinage. Il faut par exemple veiller à réduire les surfaces d'échange entre l'air et les eaux usées. Ainsi, les ouvrages les plus odorants sont souvent regroupés pour concentrer l'émission d'effluves nauséabonds. Leur couverture est aussi une manière d'atténuer les émissions malodorantes.

Des installations de désodorisation chimique ou biologique sont également mises en place au sein des stations d'épuration. La désodorisation chimique est la technique la plus utilisée. Les gaz malodorants sont captés puis envoyés dans des tours de lavage où un liquide désodorisant est pulvérisé. Ces lavages peuvent comporter de la soude, de l'acide et / ou de l'eau de javel, réactifs qui captent ou neutralisent les mauvaises odeurs.

La désodorisation biologique consiste à faire passer l'air au travers d'un matériau poreux sur lequel on développe un biofilm, de façon analogue aux bios filtres utilisés pour le traitement de l'eau.

II.8.1. Exigences épuratoires fixées par la réglementation

Pour les stations d'épuration traitant plus de 2 000 équivalents-habitants, les exigences épuratoires sont fixées en fonction des caractéristiques du milieu dans lequel l'eau dépolluée est renvoyée. On distingue ainsi des "zones normales" et des "zones sensibles".

Pour les "zones normales", c'est-à-dire les zones ne posant pas de problème particulier sur le plan écologique, 90 % des matières en suspension doivent notamment être éliminés. Les trois quarts des matières organiques sont détruits. Pour les matières organiques biodégradables, le rendement de l'épuration est de 70 % pour les stations d'une capacité comprise entre 2 000 et 10 000 équivalents-habitants et de 80 % pour les installations pouvant traiter plus de 10 000 équivalents-habitants. Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des exigences épuratoires réglementaires.

Dans les "zones sensibles", l'eau doit en plus être débarrassée de 70 % de l'azote et de 80 % du phosphore. Les zones sensibles comprennent tous les milieux aquatiques menacés par des phénomènes d'eutrophisation, mais aussi les eaux douces superficielles qui doivent être spécialement protégées pour demeurer aptes à la production d'eau potable et les zones pour lesquelles un traitement est nécessaire pour des raisons sanitaires (élevage de coquillage, lieux de baignade). Pour les stations d'épuration traitant moins de 2 000 équivalents-habitants, les ouvrages de traitement physico-chimique doivent éliminer 30 % des matières organiques biodégradables et 50 % des matières en suspension. Les ouvrages de traitement biologique doivent atteindre un rendement épuratoire d'au moins 60 % des matières organiques. Comme pour les stations de dimension plus importante, les milieux fragiles exigent des traitements plus poussés.

Tableau 3: L'ensemble des exigences épuratoires réglementaires pour les stations d'épuration d'une capacité supérieur à 2 000 équivalents/habitants

	Paramètre	Concentration maximale avant rejet	Rendement minimal de l'épuration
Zones normales élimination de la pollution carbonée	DBO₅	25mg/l en moyenne journalière	70 % pour une charge de pollution reçue de 2 000 à 100 000 E.H 80 % pour une charge de pollution reçue supérieure à 100 000 E.H.
	DCO	125mg/l en moyenne journalière	75 %
	MES	35mg/l en moyenne journalière	90 %
Zones sensibles à l'azote et au phosphore	Azote total	15mg/l pour une charge de pollution reçue de 10 000 à 100 000 E.H 10mg/l pour une charge de pollution reçue supérieure à 100 000 E.H.	70% en moyenne annuelle
	Phosphore total	2mg/l pour une charge de pollution reçue de 10 000 à 100 000 E.H 1mg/l pour une charge de pollution reçue supérieure à 100 000 E.H.	80% en moyenne annuelle

Cas du traitement des eaux usées à CO.G.B Labelle

II.9. Les différentes étapes de traitement de la STEP

II.9.1. Le prétraitement

Cette opération consiste à récupérer les matières grasses. Les eaux provenant du raffinage, de conditionnement des huiles et de la savonnerie sont stockées dans l'un de quatre bacs de stockage qui est équipé d'un entonnoir. Ces eaux subissent un prétraitement préliminaire par décantation physique, la matière grasse remonte en surface ; elle sera ensuite aspirée par une pompe et transférée vers le bac du soap stock pour être utilisée de nouveau dans le raffinage tandis que l'eau est acheminée vers la station d'épuration pour subir des traitements.

II.9.2. Les traitements physico-chimiques

Cette étape consiste à éliminer la matière grasse et la salinité. Ce processus se fait comme suit :

- Acidification ;
- Flottation ;
- Neutralisation ;
- Epaissement par décantation.

II.9.2.1 Elimination de la matière grasse

✓ L'acidification

Les eaux usées provenant des bacs de stockages sont soumises à une acidification par l'injection de l'acide sulfurique dans le réservoir de mélange de volume 1.6 m³. L'acidification est assurée par une pompe et un régulateur de pH. Elle assure aussi la fragmentation des émulsions et facilite la séparation des molécules (eau-huile) avec un pH compris entre 2 et 3.

✓ La flottation

La flottation consiste à séparer les matières grasses en suspension contenues dans les eaux usées à traiter. Cette opération se fait naturellement lorsque les matières en suspension ont une densité inférieure à celle de l'eau. Dans le cas contraire, l'eau est mise en contact avec des bulles d'air (grâce au système de pressurisation) pour augmenter la vitesse d'ascension des matières grasses qui vont s'accumuler à la surface du liquide.

Ces matières flottantes sont constituées uniquement de matière grasse, qui est recyclé par un système de raclage avant d'être évacuées par une goulotte vers une cuve d'où elles sont pompées vers le soap stock. Ainsi l'eau traitée est évacuée vers un bac pour sa neutralisation.

II.9.2.2 Elimination de la salinité :

✓ La neutralisation

Elle permet d'éliminer la salinité et d'ajuster le pH car les eaux venant du flottateur sont acides, la neutralisation se fait avec le lait de chaux $\text{Ca}(\text{OH})_2$ à 100g/l.

Le lait de chaux est dosé par l'intermédiaire d'une bouche de régulation. Après agitation, les eaux usées neutralisées passent dans un deuxième bac tampon, où se trouve une sonde de pH pour indiquer le nature du milieu. Si le pH est inférieur à 6 l'électrovanne s'ouvre pour l'injection du lait de chaux et se ferme au pH égal à 8.5.

La réaction qui se déroule est la suivante :



✓ Epaissement par décantation

Les eaux usées provenant du bac de neutralisation sont envoyés vers l'épaisseur ayant une forme cylindro-conique, d'une capacité de 23m³ pour subir une décantation.

L'épaississement consiste à séparer par gravité la chaux et les sels de l'eau à traiter, en particulier les sels sulfatés car ces derniers peuvent nuire à la flore microbienne au niveau du bassin biologique. Afin de faciliter la séparation, on ajoute un coagulant (sulfate d'alumine, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).

Les particules décantées forment des boues dites minérales dont l'évacuation se fait par le fond, tandis que le liquide interstitiel est évacué par le haut [20].

II.9.3. Traitement secondaire

✓ Elimination de la matière organique (bassin biologique)

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière polluante biodégradable contenue dans l'eau résiduaire en la transformant en matières en suspension : microorganisme et leurs déchets, plus facilement récupérables. Cette opération est réalisée dans le bassin d'aération (en forme de rectangle de volume 1300m³) en présence d'oxygène qui est nécessaire à la croissance des microorganismes et est assuré par quatre turbines d'aération de 18 Kg d'oxygène par heure. Les microorganismes sont des levures mésophiles

aérobies qui ont étéensemencées dans le bassin.

Enfin, l'ajout de charbon actif à l'entrée du bassin biologique permet de décolorer et de désodoriser le bassin et le liquide mixte est envoyé vers le bassin de dégazage.

✓ **Dégazage et recyclage des boues**

Le mélange (eau usée + bio floc) provenant du bassin biologique est acheminé vers un décanteur rectangulaire appelé **dégazeur** (de volume 123m^3) ou les boues biologiques vont décanter. Ce décanteur possède à la surface un pont roulant racleur permettant d'envoyer les boues vers la fosse de raclage, tandis que le liquide surnageant passe vers le clarificateur (décanteur pulsateur).

II.9.4 .Traitement tertiaire (Clarification – filtration)

L'eau provenant du dégazeur passe à travers un tuyau vers un décanteur circulaire de volume de 30m^3 .

Pour diminuer la DCO à 800mg/l et garantir une teneur en matières en suspension (MES) inférieur à 200mg/l , il est nécessaire de traiter l'eau à l'aide d'une combinaison de coagulant et d'un flocculant qui sont respectivement le sulfate d'alumine et le poly électrolyte. Le principe de ce traitement est basé sur une filtration des eaux à travers un bio filtre réalisé par l'accumulation des matières en suspension produisant des boues.

Une fois les boues récupérées, elles sont envoyées vers le pressedeg afin de subir une déshydratation.

II.9.5. Traitement des boues

✓ **Déshydratation des boues (PRESSEDEG)**

Les boues issues de l'épaississement, du bassin de dégazage et celles piégées dans le clarificateurs contiennent une proportion importante en eau, pour les rendre transportables, une déshydratation complémentaire est nécessaire.

Des produits organiques de synthèse dit « poly électrolytes », sont appliquée dans le conditionnement des boues et son efficacité dépend de la qualité des boues.

Enfin, la déshydratation est l'étape finale de l'épuration, qui s'effectue dans un appareil dit PresseDeg, qui permet de compresser et d'enlever toute trace d'eau et transformer les boues ainsi en gâteau sec, facilement transportables. Ce gâteau est rejeté dans une décharge publique et l'eau résultante est recyclée vers le bassin biologique.

Nous donnons sur la Figure 8, le Schéma général de la station d'épuration du complexe CO.G.B Labelle

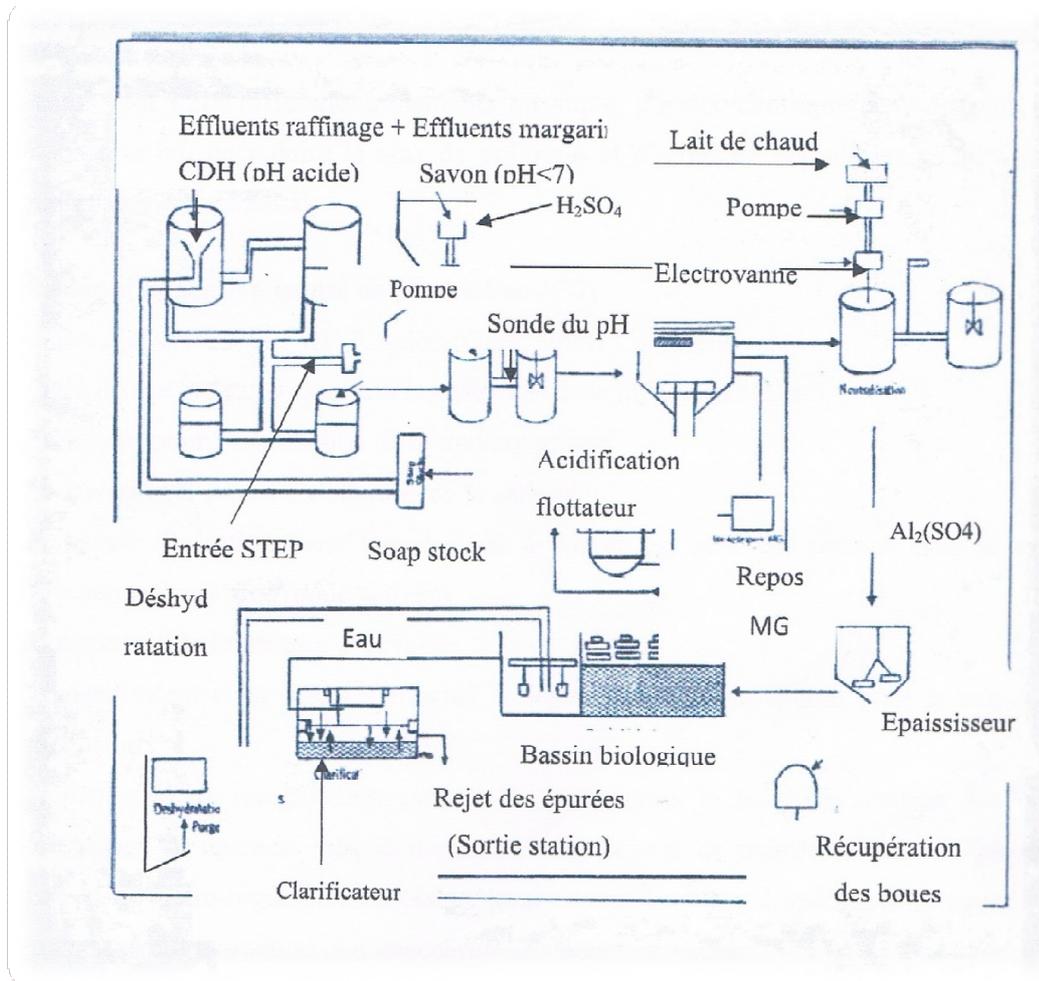


Figure 8 : Schéma général de la station d'épuration du complexe CO.G.B Labelle

II.9.6. Normes des rejets physico-chimiques des effluents traités

Le but commun des normes est de fixer par entente entre toute une règle destinée à faciliter le travail de chacun et améliorer le bien-être de tous : elles précisent les caractéristiques, les qualités et les exigences de fonctionnement d'un paramètre par rapport à un niveau de performance normalisé [21]

Tableau 4 : Normes de rejet des eaux de la STEP

Paramètre	Entrée Station	Sortie flot tâteur	Entrée bassin biologique	Sortie STEP
Potentiel hydrogène (pH)	2 – 3	2 – 3	6 – 8.5	6.5 – 8.5
Matière grasse (MG)	<5g/l	0.5g/l (élimination de 70% à 90%°)	-	0.2g/l
Matière en suspension (MES)	12500 ppm	-	-	
DCO	12500 ppm	-	-	700 ppm
DB0	-	-	-	200ppm

II.10. Conclusion

Qui dit épuration des eaux, dit également production de boues. Pourtant, dans un premier temps, l'objectif de ces stations a été essentiellement de garantir le rejet d'une eau de qualité définie en se préoccupant peu des boues engendrées par les procédés d'épuration. La tendance actuelle est différente car les boues, au même titre que l'eau épurée, sont considérées comme un élément qui contribue à l'impact environnemental. Néanmoins ces stations qui produisent des boues sont les plus utilisées à travers le monde pour le traitement des eaux usées.

Conclusion générale

D'une façon générale, les différentes analyses montrent une réduction appréciable de la pollution engendrée par les différents ateliers.

Malgré, ces analyses les valeurs de la DCO, MES et DBO₅ à la sortie de station sont non conformes aux normes exigées ; ce qui explique les fortes concentrations de germes dans le cas de l'analyse bactériologique, malheureusement par manque de moyen nous n'avons pas pu identifier ces microorganismes.

Cette non-conformité est due à la charge de pollution des eaux usées dans les différents ateliers et au dysfonctionnement des équipements de la STEP :

- ✓ L'insuffisance du temps de séjour des effluents dans les bacs de stockage à cause du non-respect du volume des eaux rejetées par différents ateliers de production.
- ✓ Les fortes concentrations en sels minéraux sont fréquentes et leurs variations rapides peuvent perturber le développement de l'épuration (l'alcalinité des rejets de raffinage ce qui engendre une mauvaise séparation des matières grasses au niveau des bacs de stockages)
- ✓ Les pannes dues aux vieillissements des équipements (par exemple : arrêt du clarificateur, surchauffe des pompes, panne des turbines d'aération).

En vue de ce qui précède, force est de reconnaître qu'il reste beaucoup de travail à faire afin d'obtenir de bon résultats. Pour améliorer le traitement des eaux usées, nous proposons :

- ✓ L'amélioration du niveau de raffinage des eaux usées donc il s'agit d'obtenir une élimination plus performante des MES, de la DCO et de la DBO₅.
- ✓ L'amélioration de la fiabilité qui comporte l'évacuation des boues, la maîtrise des débits et la diminution des charges massiques des décanteurs ; pour éviter le dysfonctionnement de la station ainsi que le renforcement des moyens électromécaniques.
- ✓ Contrôler et respecter rigoureusement la qualité des effluents provenant des différents ateliers de production.
- ✓ Améliorer le système d'aération
- ✓ Injecté du charbon actif de bonne qualité et de quantité suffisante.
- ✓ Renouveler l'ensemencement de la flore microbienne régulièrement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] O.Thomas, Métrologie des eaux résiduaires, Ed. Cebedoc, (1995).
- [2]A. Sarah, Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration de HAUD BERKAOUI par l'utilisation d'un filtre à sable local, mémoire de magister, universitéKASDI MERBAH-OUARGLA, (2011).
- [3] M. Boeglin, Analyse des eaux résiduaires, mesure de pollution, Edition technique de l'ingénieur, traité de l'environnement, Article, (1988) pp 4200.
- [4] E. Koller, Traitement des pollutions industrielles, eau, air, sols, boues, Ed.Dunod, Paris (2004).
- [5]F.Mechati, Etude des paramètres physico-chimiques avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKDA, mémoire de magister, (2006).
- [6] F. Rejesk, Analyse des eaux, Ed. Ressource par l'éducation nationale, (2002).
- [7] M. PRADERIE, Contribution à l'étude du traitement des eaux résiduaires urbaines par boues activées à membranes immergées, thèse doctorat, Institut Polytechnique de Toulouse, (1996).
- [8] J. Rodier, Analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, 8eme édition, Dunod, Paris (2005).
- [9] T. Cheick, control et suivi de la qu'alite des eaux usées, protocole de détermination des paramètres physicochimiques et bactériologiques, centre régionale pour l'eaupotable et l'assainissement à faible cout(CREPA), centre collaborant de l'OMS, janvier (2000) pp 32.
- [10] B. Perraud, chimie de l'environnement, air, eau, sol, 1ere Edition, DEBOECK, (2004), pp 477.
- [11]F.Ramade, Elément d'écologie appliquée, Dunod, Paris,(2000).
- [12]H.Godert.Eau de distribution, clarification. Ed .Technique d'Ingénieur. Volume G5199 (1995), pp1-15.
- [13]M.Satin et Coll., Guide technique de l'assainissement, 3^{ème}Edition le Moniteur, (1999).
- [14]F.Badia-Gondard, L'assainissement des eaux usées, Edition Technicités France, (2003).

Références bibliographiques

- [15]N.Altemeyer, G. Abdi, S.Schmitt et A.Leprince. Risques microbiologiques et travail dans les stations d'épuration des eaux usées.in : étude et assistance médicales. Fiche Médico-Technique : volume 34,4^{ème}trimestre (1990), pp387.
- [16] M. Métahri, Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traités par des procédés mixtes. Cas de la STEP de la ville de Tizi –Ouzou. Thèse de Doctorat (2012).
- [17]Dégremont, Mémento technique de l'eau. 8^{ème} édition, tome 1et 2, (1989).
- [18]Papamicael, les eaux à usages industriel, traitement sur les eaux résiduaires industrielles(ERI) voire urbaines (ERU), (2005).
- [19]H. Aussel et G. Dormier et D. le bade. Les points connaissances sur les traitements des eaux usées, in : La prévention des accidents de travail et des maladies professionnelles. ED 5026 (2004), pp 4.
- [20]A. Gaid, Epuration biologique des eaux usées urbaines, Edition O.P.U, Alger, Tome (1984) pp 234.
- [21] J. Ranc, Normalisation, in : J.Debaene. Conception des produits : Méthodes et moyens, Paris : techniques de l'ingénieur. (1980) pp 10.

Annexes

Présentation de COGB Labelle

I. Présentation de l'organisme d'accueil

Créer sous la tutelle du ministère des industries légères, le complexe des corps gras de Bejaia plus connu sous le nom de CO.G.B Labelle a été installé en 1987 et commença sa production en 1988. Par la suite il devient la société S P A CO.GB(c est à dire semi privée). Elle a pour mission de transformer les matières grasses d'origines animale et végétale, de fabriquer des produits de grande consommation, ainsi que des produits destinés a d'autres industries. Il est situé en pleine zone industrielle à 2 km de la ville ; s'étalant sur une surface de 180.800 m².

➤ Production de l'unité

L'entreprise est conçue pour produire:

- de l'huile finie 400T/j
- du Savon de toilette (50T/j), savon de ménage (150T/j)
- de la glycérine pharmaceutique 20T/j
- des acides gras distillés 20 T/j
- de la margarine 80 T/j

➤ Le laboratoire d'analyse

Il a pour objectif l'amélioration de la qualité des produits, par l'analyse des matières premières, les auxiliaires, les produits en cours de traitement et les produits finis (voir annexe).Le laboratoire du complexe, compte 4 sous laboratoires:

- laboratoire des huiles
- laboratoire des savons
- laboratoire de traitement des eaux
- laboratoire de margarine

➤ département de production

Il est composé de cinq services:

- service raffinage des huiles

- service savonnerie
- service utilité et environnement
- service conditionnement
- service margarine

I.1.Objectifs de CO.G.B Labelle unité de production

Son objectif est l'élaboration et la réalisation des différents plans annuels de production et de commercialisation ; mais aussi l'organisation et le développement d'un système de gestion en vue d'améliorer et de satisfaire les besoins nationaux en produit fabriqués et la bonne manipulation des stocks.

I.2.Station d'épuration de CO.G.B Labelle

La station d'épuration est équipée de :

- 4bacs de stockage qui reçoivent les eaux usées de différents ateliers.
- Un flottateur pour éliminer la matière grasse
- Un épaisseur pour l'élimination de la salinité
- Un bassin d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice.
- Un dispositif de fourniture d'oxygène (dégazeur)
- Un clarificateur où s'effectue la séparation de l'eau épurée de matière en suspension
- Un dispositif de récupération et de recyclage de l'eau.
- Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues (Pressdeg).

I.3.Source et nature des effluents à traiter :

La station d'épuration reçoit continuellement des quantités importantes d'eau industrielle qui proviennent des différents ateliers de fabrication du complexe. Ces eaux sont chargées en matière grasse, matière en suspension et en sels minéraux.

I.3.1.Bâtiment de raffinage :

Le raffinage des huiles fait rejeter chaque jours 185m^3 d'eau usée chargée de :

- Matière grasse
- Savon provenant des eaux des lignes de neutralisation
- Acide citrique
- NaCl provenant du procédé wintérisation
- NaCO₃ provenant du procédé wintérisation
- Na₂SO₄ provenant des procédés de scission de pates
- HPO₃ provenant des procédés d'hydrolyse
- Matière en suspension
- Les mucilages.

I.3.2. Les tours de refroidissement raffinage

Les tours de refroidissement d'eau propre ne contenant aucune pollution organique, peuvent être évacués directement à l'extérieur sans traitement. Par ailleurs, la quantité de matières grasses entraînées dans le circuit des tours de refroidissement d'eau ne dépasse 300 ppm.

Quant aux purges, elles aboutissent directement à la station de traitement des eaux usées au niveau du bassin biologique (30m³).

I.3.3. Lavage des sols du bâtiment raffinage

Le lavage des sols dans ce bâtiment atteint un volume total de 18m³/j.

I.3.4. Bâtiment de conditionnement d'huile

Dans cet atelier la seule pollution qui existe est celle provenant des pertes d'huile accidentelle des bouteilles perforées.

I.3.5. Bâtiment de savonnerie

Le débit prévu est de 1m³ en moyenne du raffinage de la glycérine et contenant :

- ✓ Glycérol
- ✓ Na Cl
- ✓ Matière grasse.

I.3.6 Lavage de sol du bâtiment de savonnerie

On prévoit pour ce bâtiment un volume maximale de 18m³/j contenant essentiellement de la matière grasse. La totalité de ces eaux aboutit au bassin de décantation.

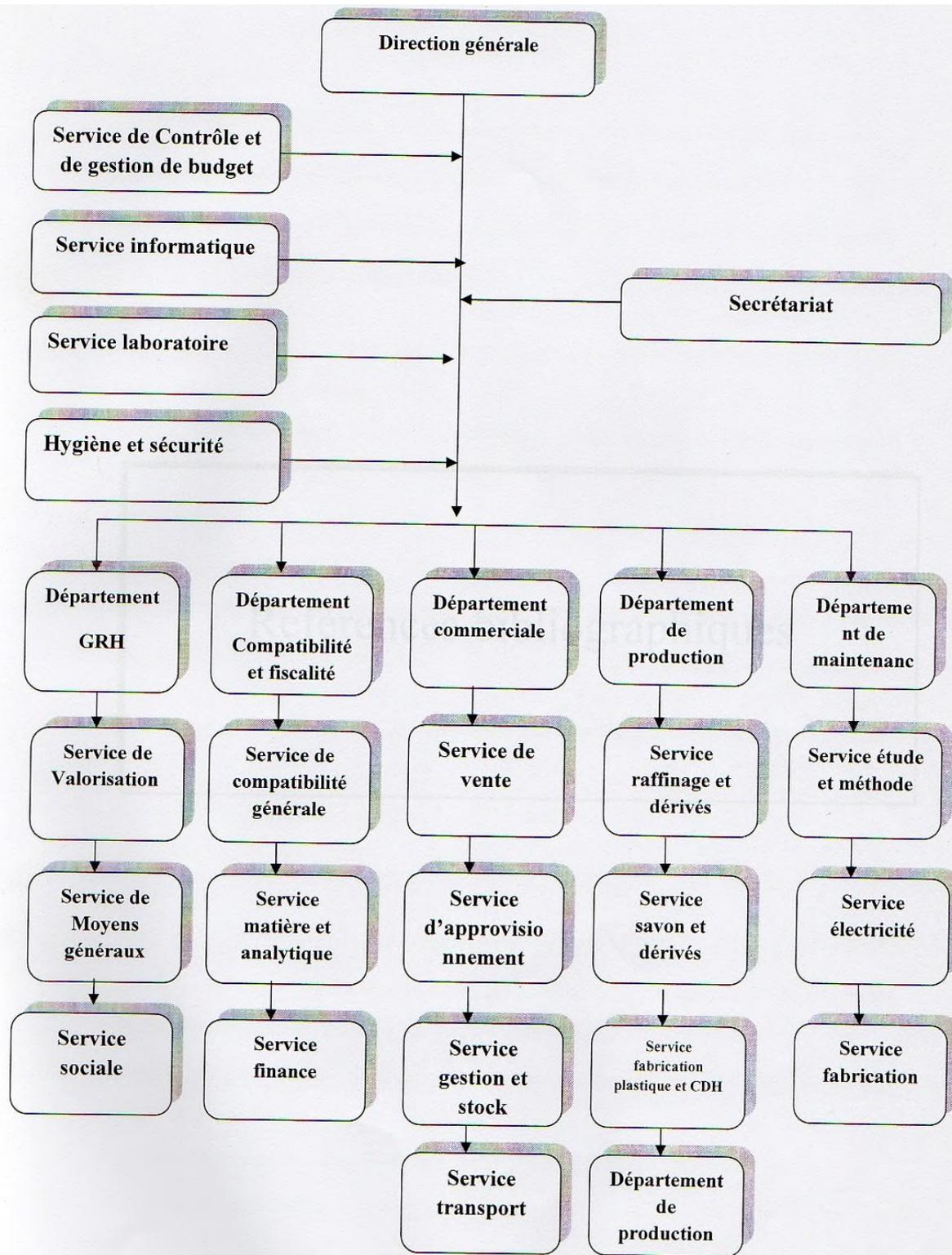
I.3.7 Tours de refroidissement savonnerie

Il existe deux types :

- ✓ Les tours de refroidissement des eaux propres de la savonnerie et de la glycérie, comme celle de raffinage sont rejetées dans le réseau d'égouttage.
- ✓ Les tours de refroidissement des eaux dites sales sont purgées vers le traitement des eaux usées et aboutissent au bassin d'aération biologique.

I.3.8 Bâtiment de la margarinerie

Les eaux de rejets de la margarinerie contiennent essentiellement de la matière grasse.



Organigramme du complexe COGB-LABELLE

CHAPITRE I

Généralité sur la pollution des eaux usées

Chapitre II

Traitements des eaux usées

Chapitre III
Techniques et analyses physico-chimiques

Introduction

Conclusion

Résumé

Les substances toxiques contenues dans les eaux usées peuvent avoir de graves conséquences sur les milieux aquatiques. Les produits chimiques peuvent provoquer des perturbations biologiques qui se traduisent par des troubles dans la reproduction, la croissance ou le système immunitaire des organismes aquatiques.

Le présent travail se propose de caractériser la composition physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et épurées de l'unité industrielle. Il a pour objectif principal de mettre en évidence le degré de la pollution engendrée par les diverses activités de cette unité industrielle et de déduire la performance de la station d'épuration de l'unité concernée.

Cette étude se base sur des paramètres physico-chimiques tels que pH, température, demande biologique en oxygène (DBO), demande chimique en oxygène (DCO) et les matières en suspension (MES).

Mots clés : Eaux usées, paramètres physico-chimiques, STEP, boues activées.

Abstract

Toxic matter contained in wastewater can have grave consequences on the aquatic circles. Chemicals can cause biological disturbances which are translated by disorders in the reproduction, the growth of the immune system of aquatic bodies.

The present work suggest characterizing the composition physico-chemical and bacteria of the gross and uncluttered waters of the industrial unit CO.G.B Labelle. It has for main objective to highlight the degree of the pollution engendered unity by the diverse activities of this industrial unity and to deduct the performance of the water-treatment plant of the concerned unity.

This study bases itself on the physico-chemical parameters such as the potential of hydrogen (pH), the biological request in oxygen (DBO₅), the chemical oxygen demand (DCO), suspensions materials and fast.

Keywords: waste, physico-chemical parameters, activated studge.