



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique*

**Option: Réutilisation Des Eaux Non Conventionnelles**

**THEME :**

Conception d'une unité d'épuration des eaux usées industrielles  
d'une usine de conserves thon VIVA.Sise à la wilaya Boumerdes,  
Z.Activité HAMADI

**Présenté par :**

**BENFEDILA SEGHIR**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
KAHLERRAS Djillali	M.C.A	Président
KHALED HOULI Samia	M.A.A	Examineur
MEDJDOUB LEULMI Sonia	M.A.A	Examineur
SALHI Chahrazed	M.A.A	Promotrice

**Session décembre 2021**

# Remerciement

*Tout d'abord, je tiens à remercier Dieu, de m'avoir octroyé les moyens pour être où j'en suis aujourd'hui. Je tiens à remercier mon cher père et ma mère qui ont fait les efforts les plus profonds pour réussir ce voyage scientifique, ainsi que tous les membres de ma famille.*

*Mes grands remerciements pour mon promotrice  
Mme, SALHI Chahrazed pour ses orientations, ses précieux conseils  
et sa contribution dans l'élaboration de ce travail.*

*Mes plus grands remerciements :  
Aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail  
Tous les enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire  
jusqu'au cycle universitaire.  
Un merci à tous mes amis à l'école chacun avec son nom.*

*Merci à tous  
Merci pour tout  
BENFEDILA SEGHIR*

## ملخص

عملنا الحالي يقتضي إقامة محطة لتطهير المياه المستعملة من طرف وحدة تعليب التونة بالمنطقة الصناعية ولاد موسى ببلدية حمادي ولاية بومرداس , وهذا بهدف تجنب رميها مباشرة في الطبيعة والمحافظة على المياه الجوفية والبيئة وحماية الصحة العمومية وأيضا من أجل إعادة استعمال المياه المعالجة في التنظيف أو التبريد أو سقي الأراضي الفلاحية.

## Résumé

Notre présent travail nécessite la mise en place d'une station d'épuration par l'unité de conserverie de thon dans la zone industrielle d'Ouled Moussa dans la commune de Hammadi, province de Boumerdes, afin d'éviter de le jeter directement dans la nature et de conserver les eaux souterraines et l'environnement, pour protéger la santé publique, mais aussi afin de réutiliser l'eau traitée pour le nettoyage ou le refroidissement ou l'irrigation des terres agricoles.

## Abstract

Our ongoing work requires the establishment of a sewage treatment plant by the tuna canning unit in the industrial area of Ouled Moussa in the municipality of Hammadi, Boumerdes province, in order to avoid throwing it directly into nature and to conserve groundwater and the environment, to protect public health, but also in order to reuse the treated water for cleaning or cooling or irrigate farmland.

## Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I Les données de base de la station	
Introduction .....	2
I.1 Présentation de la zone d'étude .....	2
I.1.1 Situation géographique.....	2
I.1.2 Situation climatologique.....	3
I.1.3 Température.....	3
I.1.4 Vents :.....	3
I.1.5 Sismicité :.....	4
I.1.6 Hydrographie :.....	5
I.2 Fabrication du thon.....	5
I.2.1 Réception de poissons .....	5
I.2.2 Entreposage au froid.....	5
I.2.3 Décongélation :.....	5
I.2.4 Éviscération et lavage :.....	5
I.2.5 Cuisson :.....	5
I.2.6 Nettoyage : .....	6
I.2.7 Mise en boîte : .....	6
I.2.8 Addition d'huile ou tomate :.....	6
I.2.9 Sertissage :.....	6
I.2.10 Traitement thermique appertisation (stérilisation) :.....	6
I.2.11 Refroidissement :.....	6
I.2.12 Etiquetage et mise en caisse .....	6
I.2.13 Entreposage et expédition.....	7
I.3 Les différents types des effluents de l'usine.....	7
I.3.1 Effluents avec charge organique.....	7
I.3.2 Effluents avec une charge de pollution azotée et phosphorée .....	7
I.3.3 Effluents avec émulsions huileuses .....	7
I.3.4 Les effluents des services généraux.....	8
I.3.5 Les effluents des machines .....	8
I.4 Les caractéristiques des différents effluents .....	8
I.4.1 Demande biologique d'oxygène (DBO5).....	8
I.4.2 Azote ammoniacal et phosphore.....	8
I.4.3 Matières en suspension (MES).....	8
I.4.4 Huiles et graisses .....	9
Conclusion.....	9
Chapitre II Caractéristiques des eaux usées industrielle	

Introduction .....	10
II.1 Définition des eaux usées .....	10
II.2 Origine des eaux usées .....	10
II.3 Les eaux résiduaires industrielles .....	10
II.4 Nature de la pollution .....	11
II.4.1 Pollution d'origine organique .....	11
II.4.2 Pollution microbiologique .....	11
II.4.3 La pollution azotée et phosphorée .....	11
II.4.4 Pollution toxique .....	12
II.5 Les paramètres de pollutions .....	12
II.5.1 Paramètre physique .....	12
II.5.1.1 La température .....	12
II.5.1.2 Conductivité .....	12
II.5.1.3 La matière en suspension (MES).....	12
II.5.1.4 Matières volatiles en suspension (MVS).....	13
II.5.2 Les paramètres chimiques .....	13
II.5.2.1 PH (potentiel hydrogène).....	13
II.5.2.2 L'Oxygène Dissous .....	13
II.5.2.3 Demande biochimique en oxygène (DBO5).....	13
II.5.2.4 Demande chimique en oxygène (DCO).....	13
II.5.2.5 Les nitrates.....	14
II.5.2.6 L'azote.....	14
II.5.2.7 Le Phosphore .....	15
II.5.2.8 Le sulfate .....	15
II.5.2.9 L'azote ammoniacal .....	15
II.5.3 Paramètres Organoleptiques .....	15
II.5.3.1 La Turbidité .....	15
II.5.3.2 La couleur.....	16
II.6 Les normes de rejets .....	16
Conclusion.....	18
<b>Chapitre III : Les procédés d'épuration</b>	
Introduction .....	19
III.1 Choix de procédé de traitement .....	19
III.2 Les différentes étapes du traitement des eaux usées :.....	19
III.2.1 Les prétraitements .....	20
III.2.1.1 Dégrillage : .....	20
III.2.1.2 Tamisage .....	21
III.2.1.3 Dessablage.....	21
III.2.1.4 Dégraissage déshuilage.....	22

III.2.1.5	Refroidissement.....	23
III.2.2	Le traitement primaire .....	23
III.2.2.1	Décanteur primaire .....	23
III.2.2.2	Traitement physico-chimique .....	25
III.2.2.2.1	La coagulation floculation .....	25
III.2.2.2.2	Neutralisation .....	26
III.2.3	Le traitement biologique (secondaire).....	27
III.2.3.1	Le lagunage .....	27
III.2.3.1.1	Lagunage naturel .....	27
III.2.3.1.2	Lagunage aéré.....	28
III.2.3.2	Lit bactérien.....	29
III.2.3.3	Boues activées .....	30
III.2.3.4	Les disques biologiques :.....	31
III.2.4	Traitement tertiaire .....	33
III.2.4.1	Traitement de l'azote .....	33
III.2.4.2	Traitement du phosphore :.....	34
	Conclusion.....	35
<b>Chapitre IV : CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES</b>		
Introduction	.....	36
IV.1	Les analyses de qualité des rejets liquides.....	36
IV.1.1	Biodégradabilité .....	36
IV.2	Calcul de base pour le dimensionnement .....	37
IV.3	Le dimensionnement des ouvrages de la station.....	38
IV.3.1	Bassin d'homogénéisation.....	38
IV.3.2	Le prétraitement.....	39
IV.3.2.1	Le dégrilleur .....	39
IV.3.2.1	Le dessablage-déshuilage : .....	43
IV.4	le traitement physico – chimique.....	45
IV.4.1	Traitement chimique .....	45
IV.4.1.1	Bassin de coagulation .....	45
IV.4.1.2	Bassin de floculation .....	46
IV.4.2	Traitement physique .....	47
IV.5	Le traitement biologique.....	49
IV.5.1	Le bassin d'aération .....	49
IV.5.1.1	Dimensionnement d'un bassin biologique.....	49
IV.5.1.1.1	Détermination du volume du bassin .....	50
IV.5.1.2	Besoin en oxygène.....	51
IV.5.1.3	Dimensionnement du décanteur secondaire: .....	53
IV.6	Traitement des boues.....	54

IV.6.1	Quantification des boues .....	54
IV.6.2	L'épaisseur .....	55
IV.6.3	Déshydratation naturelle (séchage).....	56
IV.6.3.1	Les lits de séchage.....	56
IV.6.3.2	Dimensionnement du lit de séchage .....	57
	Conclusion.....	58
Chapitre V Calcul hydraulique		
	Introduction .....	59
V.1	Le puisard.....	59
V.2	Relevage .....	59
V.2.1	Le volume du bassin .....	59
V.2.2	Calcul du diamètre de la conduite de refoulement.....	60
V.2.3	La hauteur manométrique de la pompe : .....	60
V.3	Choix de la pompe.....	62
V.4	Profile hydraulique .....	62
V.5	Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages .....	63
V.5.1	Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotespiézométriques :....	65
	Conclusion :.....	69
Chapitre VI Gestion et entretien de la station		
	Introduction .....	70
VI.1	Gestion et entretien de la station:.....	70
VI.1.1	Etablissement de documents :.....	70
VI.1.1.1	Documents d'ordre des opérations à effectuer : .....	70
VI.1.1.2	Documents de contrôle :.....	71
VI.1.2	Moyens et techniques d'exploitation de la station : .....	71
VI.1.2.1	Moyens humains : .....	71
VI.1.3	Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration .....	72
VI.1.4	Contrôle de fonctionnement .....	73
VI.1.5	Entretien des ouvrages.....	74
VI.1.5.1	Le dégrilleur :.....	74
VI.1.5.2	Déssableur-Déshuileur :.....	74
VI.1.5.3	Bassin d'aération : .....	74
VI.1.5.4	Clarificateur :.....	74
VI.1.5.5	Epaississeur : .....	75
VI.1.5.6	Lits de séchage : .....	75
VI.2	Impact sur l'hygiène et sécurité du personnel :.....	75
VI.2.1	Risques due à la circulation : .....	76
VI.2.2	Risques d'incendie et d'exploitation :.....	76
VI.2.3	Risques mécaniques :.....	76

VI.2.4	Risques dus aux réactifs : .....	76
VI.2.5	Risques d'infections : .....	76
VI.3	Etude d'impact sur l'environnement : .....	76
VI.3.1	Impact sur la qualité de vie de populations riveraines et la salubrité : .....	77
VI.3.2	Impact liés aux nuisances sonores : .....	77
VI.3.3	Impact sur l'air : .....	77
VI.3.4	Impacts liés aux nuisances olfactives : .....	77
VI.3.5	Impacts liés aux émissions d'aérosols : .....	78
VI.3.6	Impacts sur la ressource hydrique : .....	78
VI.3.7	Impacts sur la santé publique : .....	78
VI.3.8	Impacts liés à l'élimination des boues : .....	78
VI.3.9	Impacts liés à l'arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration : .....	79
VI.4	Mesures et recommandations : .....	79
VI.4.1	Mesures à prendre contre la pollution de l'air : .....	79
VI.4.2	Mesures à prendre en cas de pollution accidentelle : .....	80
VI.4.3	Mesures à prendre pour la sécurité et l'hygiène du personnel : .....	80
	Conclusion.....	81
Chapitre VII Aspect économique		
Introduction	.....	82
VII.1	Coût d'investissement.....	82
VII.1.1	Coût de terrassement.....	82
VII.1.2	Coût du béton armé : .....	83
VII.1.3	Coût total du génie civil : .....	84
VII.1.4	Coût des VRD : .....	84
VII.1.5	Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques : .....	84
VII.1.6	Coût total des investissements de la station : .....	84
VII.2	Coût de fonctionnement : .....	85
VII.2.1	Le coût de main d'œuvre : .....	85
VII.2.2	Le coût de renouvellement du matériel électromécanique : .....	85
VII.2.3	Le coût des frais financiers : .....	85
VII.2.4	Le coût de fonctionnement total : .....	85
VII.3	Coût du projet d'une somme égale: .....	85
	Conclusion.....	85
Conclusion générale	.....	86

## Liste des tableaux :

Tableau I.1: Vitesses moyennes mensuelles des vents en m/s (1975-2010).....	4
Tableau I.2: les caractéristiques essentielles des rejets .....	9
Tableau II.1: coefficient de biodégradabilité.....	14
Tableau II.2: Normes de rejets. ....	17
Tableau IV.1: résultats des analyses de rejets. ....	36
Tableau IV.2: Dimensionnement du bassin d'homogénéisation.....	39
Tableau IV.3: Les caractéristiques dimensionnelles des grilles. ....	40
Tableau IV.4: Les valeurs de $\beta$ sont représentées dans le tableau suivant .....	41
Tableau IV.5: les résultats de dimensionnement de dégrilleur.....	43
Tableau IV.6: Dimensionnement du dessableur-déshuileur.....	45
Tableau IV.7: les résultats de dimensionnement du bassin de coagulation .....	48
Tableau IV.8: les résultats de dimensionnement du bassin de floculation.....	48
Tableau IV.9: les résultats de dimensionnement du Décanteur primaire .....	49
Tableau IV.10: Les charges du bassin d'aération .....	50
Tableau IV.11: valeur des coefficients a' et b' en fonction de la charge massique. ....	52
(Cours épuration).....	52
Tableau IV.12: les concentrations après le traitement biologique .....	53
Tableau IV.13: les résultats de dimensionnement du décanteur secondaire .....	54
Tableau IV.14: Les résultats de dimensionnement de l'épaisseur .....	56
Tableau IV.15: Dimensionnement des lits de séchage.....	58
Tableau V.1 : Les valeurs de K, m et $\beta$ . ....	61
Tableau V.2 : cotes moyennes du terrain naturel d'implantation des différents ouvrages de la station .....	63
Tableau V.3: longueurs théoriques supposées des conduites entre les ouvrages de la STEP..	64
Tableau V.4: récapitulatif des différentes cotes des ouvrages de la STEP. ....	69
Tableau VI.1 : Les rôles des personnes dans la STEP. ....	72
Tableau VII.1 : Le coût de terrassement de chaque ouvrage .....	83
Tableau VII.2 : Le coût du béton armé de chaque ouvrage.....	84

## Liste des figures :

Figure I.1: Carte de wilaya de Boumerdes .....	2
Figure I.2: Situation de la commune Hamadi . (Source : Google earth) .....	3
Figure I.3: classification des zones sismiques en Algérie (RPA) .....	4
Figure III.1 : Les étapes de traitement des eaux usées industrielles .....	20
Figure III.2 : Photo d'une grille grossière et fin .....	21
Figure III.3 : Déssableur .....	22
Figure III.4 : Déshuileur .....	23
Figure III.5 : Coagulation-Floculation.....	26
Figure III.6 : Les mécanismes mis en jeu dans le lagunage naturel .....	28
Figure III.7 : Lagunage aéré .....	29
Figure III.8 : Lit bactérien .....	29
Figure III.9 : Chaîne de traitement avec un lit bactérien .....	30
Figure III.10 : Procédé d'épuration par boues activées .....	31
Figure III.11 : Disques biologiques .....	32
Figure III.12 : Étape de dégradation biologique de l'azote.....	34

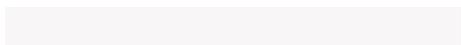
## **Liste des planches**

**Planche 1** : Vue en plan de la station.

**Planche 2** : Profil hydraulique.

**Planche 3** : Ouvrages de la station.

# Introduction générale



## **Introduction générale**

L'eau est la compagne quotidienne de l'homme. Elle est utilisée pour répondre aux besoins de consommation et d'hygiène quotidienne, pour la consommation, la cuisine, la production et la transformation des aliments, l'hygiène personnelle, la propreté du cadre de vie, la production d'énergie et les loisirs. En raison de la croissance démographique, de l'augmentation de la demande agricole et industrielle, de l'évolution des modes de consommation, de l'expansion des réseaux d'approvisionnement en eau, du changement climatique et de l'augmentation générale de la demande en eau.

Chaque jour, l'industrie du thon produit beaucoup d'eaux usées. Du fait des résidus de production et de l'utilisation de produits de lavage et de désinfection, ces déchets industriels contiennent non seulement de la matière organique, mais aussi des contaminants minéraux indésirables comme le sodium.

Le secteur industriel est le premier à étudier la valeur ajoutée des eaux usées, soit en raison de ressources limitées, soit parce qu'elles permettent un retour sur investissement. L'industrie représente 20 % du total des prélèvements d'eau douce de toutes ses activités.

La plupart des procédés industriels utilisent l'eau d'une manière ou d'une autre. Cette eau, une fois utilisée, doit être traitée avant d'être rejetée, qu'elle retourne dans le milieu naturel ou qu'elle soit rejetée dans le réseau d'égouts.

Le traitement doit être suffisant pour que le déversement ne cause aucun impact environnemental dans le milieu récepteur ; et, si l'eau est déversée au réseau public d'assainissement, la composition des eaux usées doit respecter tous les paramètres physiques et chimiques de la norme en vigueur. Il existe une troisième option pour les eaux usées industrielles épurées précédemment : la réutilisation.

Comme l'eau est une ressource naturelle qui ne doit pas être gaspillée, l'alternative la plus durable consiste à traiter l'eau usée afin de parvenir à ce que sa qualité soit compatible avec sa réutilisation dans le processus. La norme en matière environnementale, toujours plus exigeante, fait de la réutilisation, dans de nombreux cas, l'option la plus compétitive.

Cette étude met en évidence le potentiel de traitement des effluents de la production du thon de VIVA et de divers produits marins.

# **Chapitre 01 :** **Les données de** **base de la station**

## Chapitre I Les données de base de la station

### Introduction

La sélection du site de la zone de recherche est la première étape de notre recherche.

Dans ce chapitre, nous présenterons la ville de Hamadi, en expliquant sa situation géographique et climatique, sa population, sa géologie et son hydrologie.

Commençons par présenter les données de base de la station :

### I.1 Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Boumerdes, dans son découpage administratif dispose de 09 Daïras et 32 communes.

La Daïra de Khemis el Khechna, occupe la partie Nord-Ouest de la wilaya de Boumerdes. Elle se compose des communes suivantes :

- Khemis El khechna.
- Ouled Moussa.
- Larbatache.
- Hammadi.

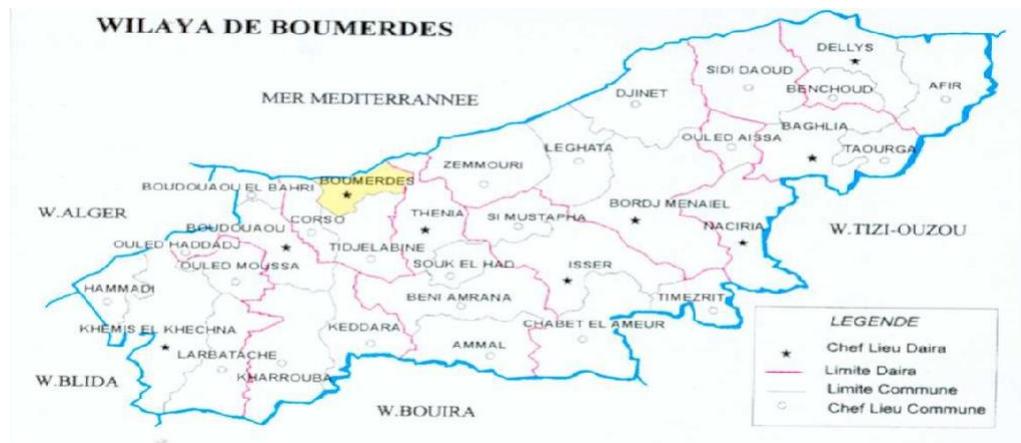


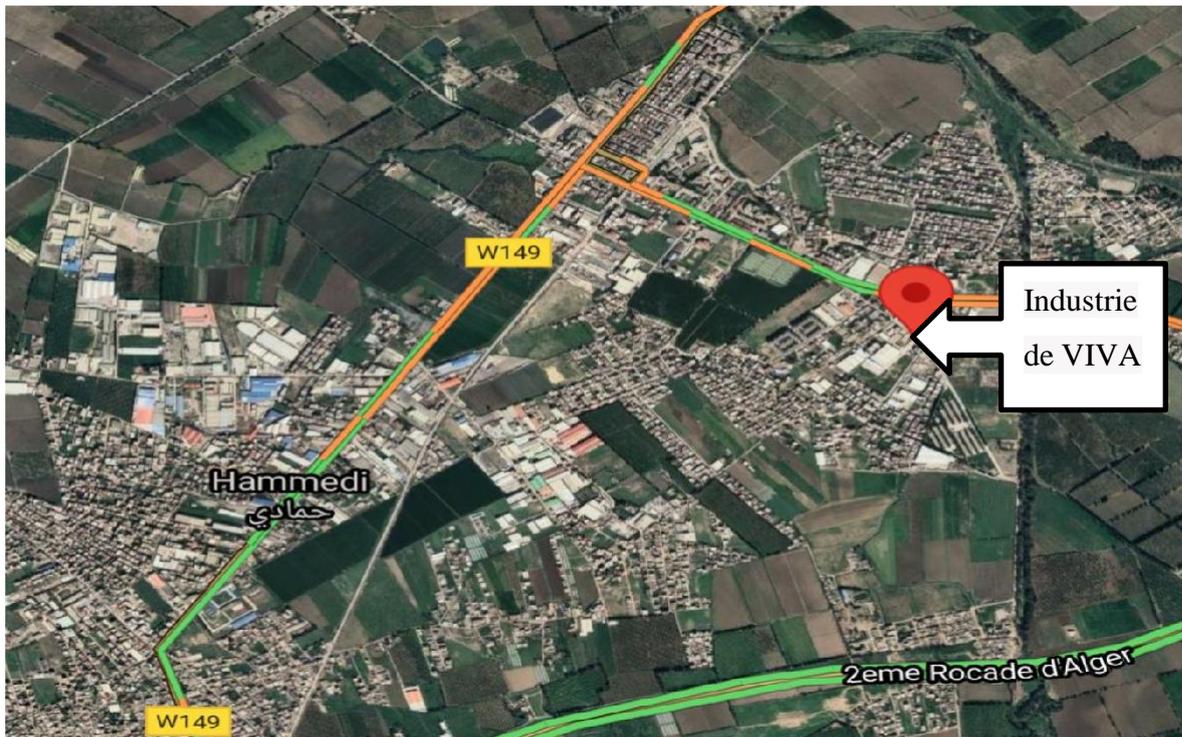
Figure I.1: Carte de wilaya de Boumerdes

#### I.1.1 Situation géographique

Les communes de la Zone d'étude :

Hamadi est une commune de la wilaya de Boumerdes, dans la daïra de Khemis El Khechna, en Algérie, située à 25 km de la wilaya d'Alger.

- Y (Latitude) : 36°40'37" nord
- X (Longitude) : 3°16'3" Est



**Figure I.2:** Situation de la commune Hamadi . (Source : Google earth)

### I.1.2 Situation climatologique

Les daïras de Khemis El Khechena et Boudouaou appartiennent à une zone climatique de type méditerranéen caractérisée par une alternance de saison chaude et sèche durant la période (Avril – Septembre), fraîche et pluvieuse durant la période (Octobre – mars)

### I.1.3 Température

La région présente un été chaud et sec et un hiver relativement froid et des précipitations courtes et violentes.

La température moyenne du mois le plus froid est de 6,6°C et celle du mois le plus chaud est de 32°C. Elles correspondent respectivement au mois de janvier et d'août. Elle a une valeur moyenne de 19,30°C.

### I.1.4 Vents :

Les vents d'Ouest et Nord-Ouest dominent la région et soufflent du mois de Novembre au mois d'Avril.

**Tableau I.1:** Vitesses moyennes mensuelles des vents en m/s (1975-2010).

Mois	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Vitesse du vent (m/s)</b>	2.9	2.8	2.7	2.6	2.4	2.3	2.3	2.1	2.3	2.4	2.6	2.8

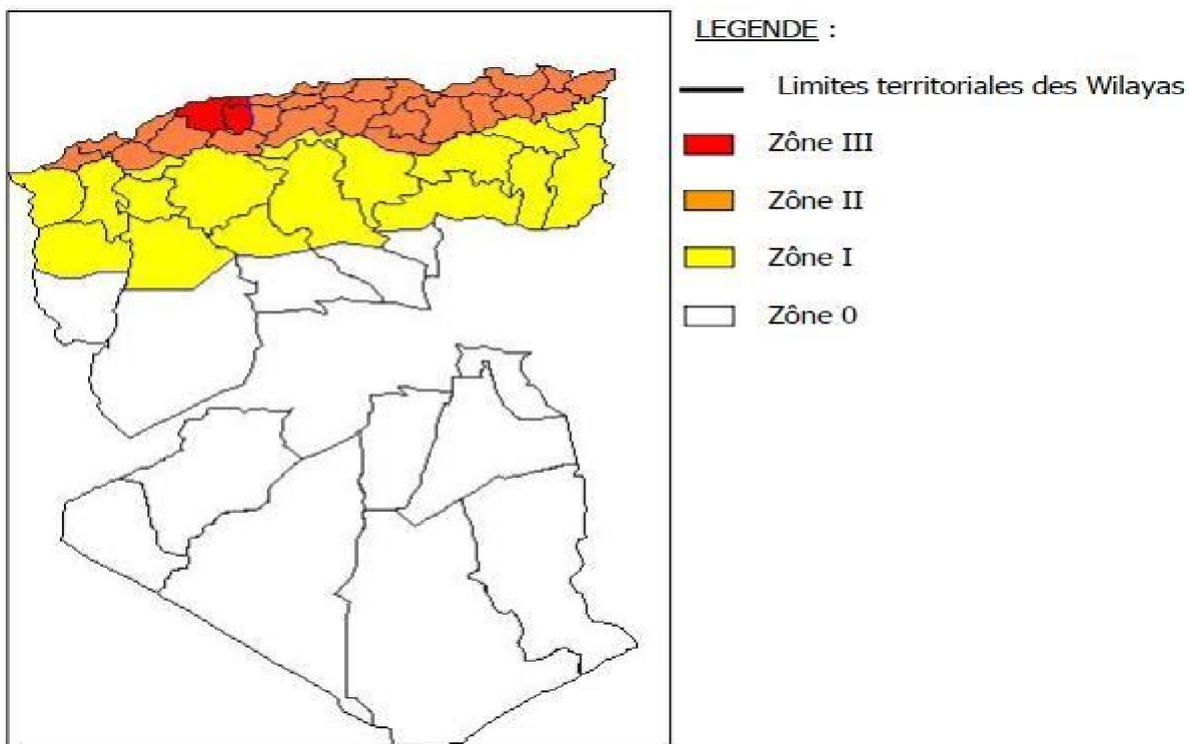
Source: office nationale de la Météorologie (région dar el Beida).

### I.1.5 Sismicité :

En Algérie, certaines régions sont soumises à une activité sismique intense pouvant engendrer des pertes humaines et matérielles importantes. Ce risque sismique est en relation avec une activité tectonique (déformation, compression).

Pour pallier à ce phénomène, on doit construire des ouvrages répondant à un degré de protection en concordance avec les règles parasismiques algériennes (RPA).

La région d'étude est classée selon le RPA 99(version 2003) en zone II. C'est à dire une zone de forte sismicité.



**Figure I.3:** classification des zones sismiques en Algérie (RPA)

Selon la figure I.3 la zone d'étude a une séismicité de type II.

### **I.1.6 Hydrographie :**

La commune de Hammadi bénéficie des apports de la nappe phréatique de la Mitidja Orientale. Le territoire de la commune est traversé par les oueds selon une direction Sud-est/Nord-Ouest : oued Hamiz, oued Smar et oued Barek.

## **I.2 Fabrication dU thon**

Réception de poissons : Les poissons sont livrés aux fabriques de conserves, congelées ou frigorifiées. Des évaluations de la qualité sont exécutées pendant le déchargement qui inclut de surveiller la température, l'état des poissons et de rassembler des échantillons pour l'analyse d'histamine et de sel. Les lots jugés non conformes sont rejetés.

### **I.2.1 Réception de poissons**

Les poissons sont livrés aux fabriques de conserves, congelées ou frigorifiées. Des évaluations de la qualité sont exécutées pendant le déchargement qui inclut de surveiller la température, l'état des poissons et de rassembler des échantillons pour l'analyse d'histamine et de sel. Les lots jugés non conformes sont rejetés.

### **I.2.2 Entreposage au froid**

Les poissons sont maintenus aux températures de  $-18^{\circ}\text{C}$  aussi longtemps que nécessaire jusqu'au traitement.

### **I.2.3 Décongélation :**

La décongélation doit amener le produit à une température susceptible de faciliter les diverses opérations de préparation. C'est une opération délicate qui consiste à faire absorber au poisson l'énergie nécessaire à la fusion plus moins complète de la glace renfermée dans sa masse.

### **I.2.4 Éviscération et lavage :**

Les viscères sont enlevés et chaque poisson est évalué par le personnel qualifié pour déterminer les caractéristiques physiques liées à la décomposition ou à la contamination. N'importe quel poisson montrant des caractéristiques inacceptables est rejeté.

### **I.2.5 Cuisson :**

Les poissons sélectionnés sont placés sur des supports et transférés à de grands fours où ils sont cuits suffisamment pour faciliter leur nettoyage.

### **I.2.6 Nettoyage :**

Chaque poisson est manuellement nettoyé et inspecté pour assurer les attributs de qualité. Le nettoyage consiste à enlever la tête, la queue, la peau, les os et la chair foncée dans le cas du thon, connue sous le nom de viande rouge.

### **I.2.7 Mise en boîte :**

L'échine nettoyée de thon est introduite dans des machines de remplissage où des quantités prescrites de poissons sont placées dans des conserves. Par l'intermédiaire d'un système séparé, des conserves vides sont transportés aux machines de remplissage ayant été ensuite inversées et rincées avec des gicleurs d'air et/ou des jets d'eau.

### **I.2.8 Addition d'huile ou tomate :**

Les aliments en conserve sont transportés de la machine d'emballage aux points où une quantité spécifiée d'huile, de tomate et d'autres ingrédients est ajoutée.

### **I.2.9 Sertissage :**

Les conserves remplies sont transportées vers les machines de cachetage où des couvercles sont mis en place, hermétiquement et scellées. Sur chaque conserve est apposé avec un code permanent de production qui identifie l'usine, le produit, la date d'emballage, le groupe et toute autre information convenable. L'intégrité du joint hermétique est évaluée fréquemment pendant le traitement pour assurer la sécurité du produit.

### **I.2.10 Traitement thermique appertisation (stérilisation) :**

Les conserves scellées sont cuites sous pression utilisant des programmes de processus de temps et de température conçus par des experts pour rendre le produit commercialement stérile. Tous les aspects du traitement thermique sont strictement surveillés et commandés.

### **I.2.11 Refroidissement :**

L'étape finale du processus. Elle permet d'interrompre le traitement thermique et doit être effectuée le plus rapidement possible, afin d'éviter une cuisson excessive des aliments.

### **I.2.12 Etiquetage et mise en caisse**

Les échantillons de chaque code fini de production reçoivent des évaluations qualitatives (par exemple, couleur et odeur, saveur, texture et nettoyage) et quantitatives avant d'être libéré pour être marqué. Des lots de produit répondant à des critères d'évaluation de produit fini sont fournis aux lignes marquantes où ils sont marqués et enfermés. Des produits

enfermés sont convenablement identifiés par l'information nécessaire pour faciliter le traçage de produit.

### **I.2.13 Entreposage et expédition**

Les produits enfermés sont embarqués ou sont mis en stock dans les entrepôts pour être ensuite expédié.

## **I.3 Les différents types des effluents de l'usine**

Généralement, les processus de production utilisent de l'eau pour de nombreux objectifs: incorporation au produit final, lavage d'appareils, nettoyage des installations, réfrigération...etc. Par conséquent, on obtient un effluent liquide pollué qui doit être traité avant d'être rejeté tout en respectant les normes à caractère environnementale ou être réutilisé. La composition de l'effluent et le profil de sa production décideront de la sélection des différentes solutions qui peuvent s'avérer être efficaces et viables. Cinq grandes catégories de rejet peuvent être distinguées dans l'industrie du thon

### **I.3.1 Effluents avec charge organique**

Les eaux usées industrielles de la conserverie de thon contiennent des quantités de matière organiques variables sous forme de protéines, hydrocarbonates, huiles et graisses...etc.

### **I.3.2 Effluents avec une charge de pollution azotée et phosphorée**

Les activités industrielles de mise en conserve du thon peuvent être une source pollution en azote et phosphore. Ces éléments sont à l'origine du phénomène de l'eutrophisation, c'est-à-dire du développement et de la propagation excessive d'algues et de plancton dans des récepteurs naturels tels que les lacs et les rivières.

### **I.3.3 Effluents avec émulsions huileuses**

Les graisses sont parmi les substances organiques les plus persistantes car elles ne sont pas facilement dégradées par les bactéries, Dans le cas d'une conserverie de thon, les huiles et les graisses sont produites en les ajoutant au thon ou à partir de machines ou bien par le nettoyage du thon lui-même. Dans tous les cas, les huiles et graisses doivent être éliminée avant le traitement biologique, sinon il y aura un blocage dans les conduites de circulation d'eau.

### **I.3.4 Les effluents des services généraux**

Ce sont essentiellement les eaux usées de l'usine issues des sanitaires et du réfectoire, et qui présentent des caractéristiques similaires aux eaux usées urbaines classiques.

### **I.3.5 Les effluents des machines**

Ce sont les fluides qui découlent des cuves et tuyauteries comme les eaux de vannes, les eaux de chaufferie comme les purges de chaudière ou de réfrigération, ou encore les boues du traitement des eaux d'appoint.

## **I.4 Les caractéristiques des différents effluents**

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.

Donc leur caractérisation se fait en se reflétant à quelques paramètres tels que :

### **I.4.1 Demande biologique d'oxygène (DBO5)**

Les effluents de conserverie de thon représentent l'un des principaux apports de matières organiques. Ils sont composés d'une fraction soluble, responsable de la haute teneur en demande d'oxygène, et de matières en suspension.

### **I.4.2 Azote ammoniacal et phosphore**

Les fortes teneurs d'azote retrouvées dans les effluents sont causées par le contenu élevé de sang et de protéines dans le flot des résidus liquides, et par le limon et les agents de désinfection utilisés. Sous sa forme dissoute et non ionisée, l'azote ammoniacal est toxique et peut provoquer un enrichissement nutritif qui cause l'eutrophisation. L'apport en phosphore est également associé au processus d'eutrophisation et engendre des effets délétères sur le milieu aquatique

### **I.4.3 Matières en suspension (MES)**

Attribuables aux fortes concentrations de lipides et de protéines contenues dans les eaux usées. Les fortes concentrations en MES peuvent s'accumuler à la surface des sédiments et engendrer une dégradation permanente du milieu ambiant, provoquant une modification de la faune benthique et des détériorations visuelles et olfactives.

### I.4.4 Huiles et graisses

Les concentrations d'huiles et de graisses dans les eaux usées des proviennent du processus de dépeçage et dans générer lors de la mise en conserve du poisson et au cours des opérations de transformation de thon. Le rejet direct d'huiles et de graisses entraîne principalement une augmentation de la demande biochimique en oxygène.

**Tableau I.2:** les caractéristiques essentielles des rejets

Paramètres	Unité	Résultats
Débit journalier	m <sup>3</sup> /j	240
MES	mg/l	405
DCO	mg/l	2150
DBO5	mg/l	1022
Température	°C	15
Ph	-	8
Magnésium	mg/l	50
Azote total	mg/l	50
Phosphore total	mg/l	15

### Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté la localisation géographique de l'usine concernée par notre étude, et on a détaillé les différentes étapes de la chaîne de fabrication de l'usine de conserverie de thon qui a ensuite permis de bien caractériser la qualité des différents effluents de rejet d'eau qui sont très chargé en matières organiques.

# **Chapitre 02 :**

# **Caractéristiques des eaux**

# **usées industrielle**

**Chapitre II Caractéristiques des eaux usées industrielle****Introduction**

Depuis toujours, l'eau est indissociable de l'activité humaine. La révolution industrielle du 19<sup>ème</sup> siècle, en valorisant la vapeur d'eau, a permis le développement de la capacité de production : L'eau est devenue une matière indispensable au fonctionnement des usines. Parallèlement à cette situation, les phénomènes qui contribuent à la dégradation de la qualité de l'eau et par suite à la perturbation de tout l'écosystème se multiplient et s'intensifient. Le rejet des eaux usées chargées en substances polluantes, dans le milieu récepteur sans aucun traitement préalable est un motif de préoccupation croissant compte tenu des effets indésirables qu'elles peuvent engendrer sur l'environnement et sur la santé. Les rejets liquides de l'industrie de transformation des produits de la mer sont un vecteur majeur de pollution et de dégradation de la qualité d'eaux.

**II.1 Définition des eaux usées**

Les eaux usées sont les eaux résiduelles d'une industrie ou d'une communauté, qui sont destinées à être rejetées après usage. Elles sont des eaux ayant perdu, par leur utilisation industrielle ou domestique, leur pureté initiale, et qui sont devenues impropres à d'autres utilisations de qualité. Les eaux usées, étant polluées par l'usage qui en a été fait, ne doivent pas être rejetées en masse dans le milieu naturel avant d'avoir été traitées en vue de l'élimination des polluants indésirables par passage dans une station d'épuration

**II.2 Origine des eaux usées**

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

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

**II.3 Les eaux résiduelles industrielles**

Les caractéristiques des eaux usées industrielles subissent des grandes variations, elles dépendent à une multitude de paramètres type de l'industrie, production, nettoyage,..., les

différentes étapes du procédé industriel, l'état de l'appareil,... Par ailleurs, il existe des caractéristiques communes entre les effluents de la même industrie. En terme de volume et type de polluants, les effluents industriels présentent le plus souvent une charge importante et un risque de dysfonctionnement structurel et fonctionnel des réseaux d'assainissement et des dispositifs de traitement des eaux usées. Ces risques sont d'autant plus grands que les industries sont localisées en amont du réseau d'assainissement.

Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont :

#### **II.4 Nature de la pollution**

Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont

- ❖ Pollution d'origine organique.
- ❖ Pollution d'origine microbiologique.
- ❖ La pollution azotée et phosphorée.
- ❖ Pollution toxique.

##### **II.4.1 Pollution d'origine organique**

Les rejets contenant des substances organiques sont à l'origine d'une consommation de l'oxygène présent dans le milieu récepteur et peuvent, s'ils sont trop abondants, entraîner la mortalité des poissons par asphyxie. La pollution organique présente également un impact sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

##### **II.4.2 Pollution microbiologique**

Elle correspond à la présence dans l'eau de germes pathogènes pour l'homme ou pour la faune aquatique. Elle provient en général de rejets directs d'effluents contaminés non traités : eaux usées domestiques, ou déjections animales (lisier par exemple). Pour les zones les plus sensibles (notamment zones de ramassage de coquillages), un traitement spécifique des effluents est nécessaire.

Ces différentes pollutions peuvent être liées : une pollution azotée ou phosphorée entraîne une pollution organique par eutrophisation, ce qui génère des particules organiques et peut être toxique.

##### **II.4.3 La pollution azotée et phosphorée**

Une augmentation de la pollution azotée entraîne, d'une manière générale, une croissance excessive des algues et plantes dans le milieu récepteur et une consommation supplémentaire de l'oxygène dissous, d'où une dégradation du milieu aquatique (phénomène d'eutrophisation). Elle a également un impact sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Elle provient presque exclusivement en Bretagne du secteur agricole (les rejets industriels représentant 1% des nitrates). Le phosphore est lui aussi l'un des facteurs de la prolifération d'algues.

### **II.4.4 Pollution toxique**

Certaines substances présentes dans les rejets industriels peuvent, même à dose infinitésimale, être dangereuses pour le milieu aquatique et pour l'homme (en cas de baignade ou d'ingestion). Les pollutions toxiques peuvent être classées en deux groupes suivant leur origine : les produits d'origine minérale, tels que les métaux ou métalloïdes (mercure, cadmium, plomb, arsenic...); les produits d'origine organique (produits de synthèse, dérivés nitrés...).

## **II.5 Les paramètres de pollutions**

La pollution des eaux se représente sous trois formes :

- Paramètre physique.
- Paramètre chimique.
- Paramètres Organoleptiques.

### **II.5.1 Paramètre physique**

#### **II.5.1.1 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 des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,...etc. (RODIER et AL, 2005).

#### **II.5.1.2 Conductivité**

La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente. La conductivité électrique d'une eau usée dépend essentiellement de la qualité de l'eau potable utilisée et du régime alimentaire de la population et des activités industrielles.

#### **II.5.1.3 La matière en suspension (MES)**

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

### II.5.1.4 Matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension. Elles sont mesurées par calcination à 650°C d'un échantillon dont on connaît déjà la teneur en MES. Elles constituent environ 70-80% des MES

## II.5.2 Les paramètres chimiques

### II.5.2.1 PH (potentiel hydrogène)

Le pH mesure la concentration des ions H<sup>+</sup> dans l'eau. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique. La valeur du pH altère la croissance et la reproduction des micro-organismes existants dans une eau, la plupart des bactéries peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 5 et 9, l'optimum est situé entre 6,5 et 8,5, des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent la croissance et survie des micro-organismes aquatiques selon l'organisation Mondiale de la Santé (OMS).

### II.5.2.2 L'Oxygène Dissous

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

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

La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> (REJSEK, 2002).

### II.5.2.3 Demande biochimique en oxygène (DBO5)

La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) c'est la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement des micro-organismes, pendant 5 jours à 20 °C, on parle alors de la DBO5. Elle est très utilisée pour le suivi des effluents urbains. Elle est exprimée en mg O<sub>2</sub>/l

### II.5.2.4 Demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) c'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (bio-dégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présente dans l'échantillon. Elle est exprimée en mg O<sub>2</sub>/l. Généralement la DCO est 1,5 à 2 fois la DBO5 pour les eaux usées urbaines et de 1 à 10 pour tout l'ensemble des eaux résiduaires industrielles. La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante :  $MO = (2 DBO5 + DCO)/3$

- **Relation entre DBO5 et DCO**

Le rapport DCO/DBO5 est utilisé comme indice de biodégradabilité des eaux usées, la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou son aptitude à être décomposée

par les micro-organismes (bactérie, champignons.). On distingue trois cas qui sont cités dans le tableau suivant :

**Tableau II.1:** coefficient de biodégradabilité.

Rapport : DCO/DBO <sub>5</sub>	Biodégradabilité
1 < DCO/DBO <sub>5</sub> < 2	Facilement biodégradable
2 < DCO/DBO <sub>5</sub> < 3	Moyennement biodégradable
DCO/DBO <sub>5</sub> > 3	Mauvaise biodégradable

Source : Cours ESUI 5eme

### II.5.2.5 Les nitrates

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

Agricole : agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azoté ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel ;

- Urbaine : rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas total et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel.

Cette source représente les 2/9 des apports

- Industrielle : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports. ( REJSEK, 2002)

### II.5.2.6 L'azote

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

### II.5.2.7 Le Phosphore

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des orthophosphates. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparé analytiquement en orthophosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/L de PO<sub>4</sub> ou de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

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

### II.5.2.8 Le sulfate

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg/L. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates. (RODIER, 2005).

### II.5.2.9 L'azote ammoniacal

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et non ionisées (NH<sub>3</sub>) de cette forme d'azote.

L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :  
 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  (REJSEK;2002)

## II.5.3 Paramètres Organoleptiques

### II.5.3.1 La Turbidité

Selon REJSEK (2002), la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les

argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables :

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

### **II.5.3.2 La couleur**

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

## **II.6 Les normes de rejets**

Dans le domaine de l'eau, on est tenu de respecter des normes très strictes car cela touche au domaine de la santé publique, et le moindre écart peut s'avérer très dangereux pour la santé de l'homme, la préservation des espèces aquatique ..... etc.

Les normes de rejet ont pour but de maintenir, ou les cas échéant de restaurer, la qualité des eaux superficielles qui reçoivent les effluents traités.

Les systèmes d'épuration, ont donc pour mission de réduire au maximum les paramètres caractérisant un effluent (DBO, DCO, MES, NTK, PT).

Le tableau suivant illustre les normes de rejets dans le milieu récepteur des effluents industriels après l'épuration :

- **Législation algérienne sur les rejets des eaux résiduaire industrielle (ERI)**

C'est le décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 du journal officiel algérien n 26 du 23 avril 2006 qui définit les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

L'article 4 de la section 2 de ce décret impose aux installations industrielles générant des rejets d'effluents liquides industriels d'être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du même décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Le tableau suivant donne les valeurs limites des paramètres des rejets d'effluents liquides industrielles Dans le domaine de l'eau, on est tenu de respecter des normes très

strictes car cela touche au domaine de la sante publique, et le moindre écart peut s'avérer très dangereux pour la sante de l'homme, la préservation des espèces aquatique ..... etc.

**Tableau II.2:** Normes de rejets.

N°	Paramètre	Unités	Valeur limites	Tolérance aux valeurs limites anciennes installations
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	mg/l	30	40
5	Phosphore total	mg/l	10	15
6	DCO	mg/l	120	130
7	DBO5	mg/l	35	40
8	Aluminium	mg/l	3	5
9	Cyanure	mg/l	0.1	0.15
10	Fluor et composés	mg/l	15	20
11	Indice de phénols	mg/l	0.3	0.5
12	Hydrocarbure totaux	mg/l	10	15
13	Huiles et graisses	mg/l	20	30
14	Cadmium	mg/l	0.2	0.25
15	Cuivre total	mg/l	0.5	1
16	Mercure total	mg/l	0.01	0.05
17	Plomb total	mg/l	0.5	0.75
18	Chrome total	mg/l	0.5	0.75
19	Etain total	mg/l	2	2.5
20	Manganèses	mg/l	1	1.5
21	Nickel total	mg/l	0.5	0.75
22	Zinc total	mg/l	3	5
23	Fer	mg/l	3	5
24	Détergents	mg/l	12	12

**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 les caractéristiques des eaux usées.

# **Chapitre 03 :Les procédés d'épuration**

## Chapitre III : Les procédés d'épuration

### Introduction

La filière de l'épuration des eaux usées recommande différentes techniques à divers niveaux technologiques souvent très élaborées, ceci est illustré comme étant des méthodes classiques de traitement ; ainsi que de nouvelles techniques visant la protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel ont apparus, celle-ci est démontrée sous le vocable de lagunage ou phyto-épuration.

On dispose de quatre étapes de traitement pour une qualité d'eau épurée assez élevée

- 1- Le prétraitement.
- 2- Le traitement primaire.
- 3- Le traitement secondaire.
- 4- Le traitement tertiaire.

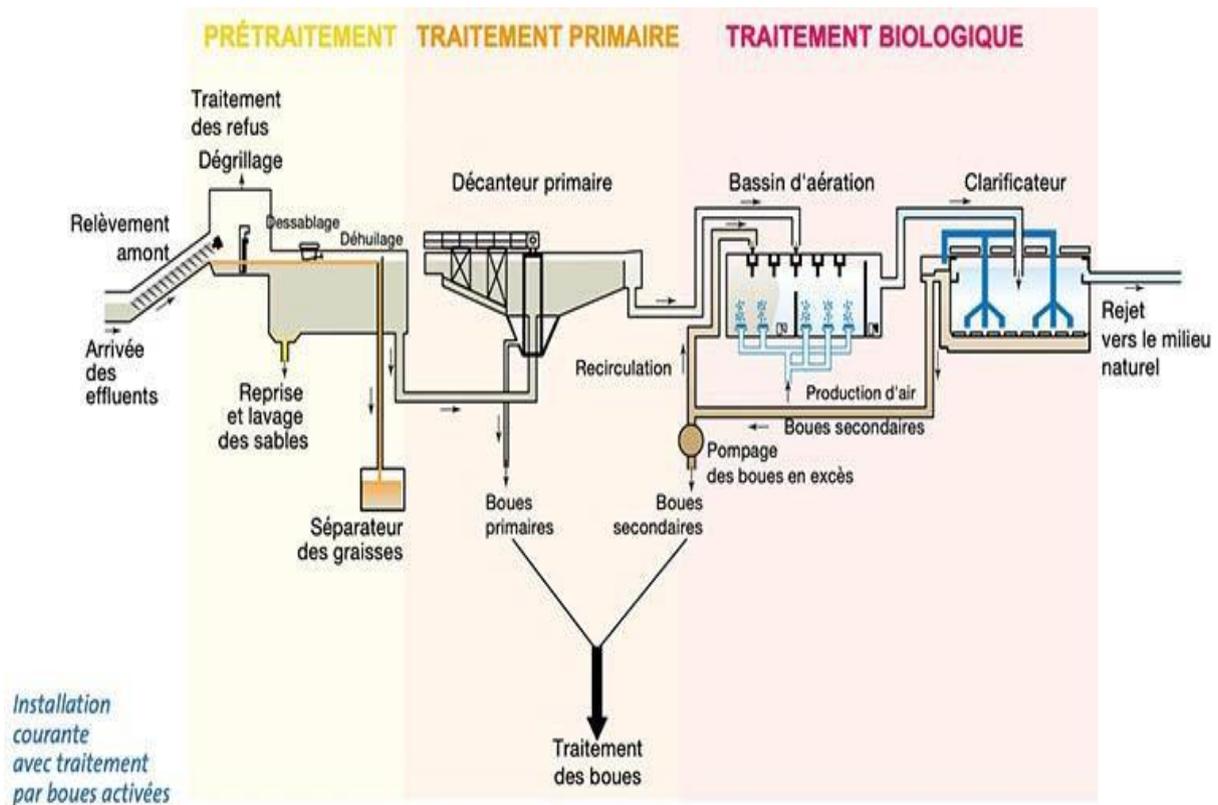
### III.1 Choix de procédé de traitement

Il est nécessaire avant de choisir un procédé de traitement de bien connaître exactement la qualité de l'effluent, pour cela il est très important de savoir :

- L'origine de la pollution
- La toxicité qui existe dans l'effluents (s'il y en a)
- La concentration des charges polluantes
- La variabilité de la pollution
- La qualité visée après le traitement Le volume de l'eau à traiter est un paramètre nécessaire pour choisir et dimensionner les ouvrages d'épuration ainsi que la topographie, la surface de lieu d'implantation des ouvrages et le coût de réalisation et de la maintenance.

### III.2 Les différentes étapes du traitement des eaux usées :

Dans le traitement des eaux usées industrielles on applique différentes étapes comme se montre la figure suivante :



**Figure III.1 :** Les étapes de traitement des eaux usées industrielles

### III.2.1 Les prétraitements

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

Ils permettent d'éliminer les matières les plus grossières, susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures.

#### III.2.1.1 Dégrillage :

Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, on faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé. L'efficacité du dégrillage est en fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille ; on distingue:

- Dégrillage fin : écartement 3 à 10 mm.
- Dégrillage moyenne : écartement 10 à 25 mm.

- Dégrillage grossier : écartement 50 à 100 mm.



**Figure III.2 :** Photo d'une grille grossière et fine

### III.2.1.2 Tamisage

Le tamisage est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles. Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro-tamisage (mailles  $> 0.3\text{mm}$ ) et un tamisage (mailles  $< 100\mu\text{m}$ )

### III.2.1.3 Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autres particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion,

(Dégriment., 1972) l'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé

« Dessabler » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau.



**Figure III.3 : Désableur**

### III.2.1.4 Dégraissage déshuilage

C'est un procédé destiné à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux résiduaires. 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.

Il existe différents dispositifs de déshuilage-dégraissage conçus suivant la nature de l'eau à traiter

- **Dégraisseur-déshuileur aéré** : Ce type d'ouvrage comprend une zone aérée (avec insufflation par le bas) suivi d'un compartiment de sédimentation latéral calculé pour une vitesse ascensionnelle de 15 à 20m/h .
- **Déshuileur longitudinal** : C'est un bassin de forme rectangulaire équipé de racleur de surface de fond.

L'ouvrage est calculé pour :

- une vitesse d'écoulement horizontal de 20 à 50 m/h
- une longueur de 2 à 6 m
- une hauteur d'eau de 1 à 3 m.



**Figure III.4 : Déshuileur**

### **III.2.1.5 Refroidissement**

Il est quelquefois nécessaire pour protéger une épuration biologique ou satisfaire les normes de rejet : cokerie, pétrochimie, chimie, pâtes et papier.

### **III.2.2 Le traitement primaire**

Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants (FAO, 2003).

La décantabilité des matières dans un bassin est déterminée par l'indice de Mohlman. Cet indice est déterminé chaque jour dans les stations d'épuration importantes afin de vérifier le bon fonctionnement du système.

À la fin de ce traitement, la décantation de l'eau a permis de supprimer environ 60 % des matières en suspension, environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30% de la demande chimique en oxygène (DCO). Cette part de DBO5 supprimée était induite par les matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée d'autant. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé boues primaires. (Bontaux., 1994).

#### **III.2.2.1 Décanteur primaire**

Le décanteur primaire permet de piéger une première partie de la pollution particulaire et de produire des boues primaires. L'eau clarifiée est recueillie en surface par des goulottes et dirigée vers le traitement biologique.

Nos couvertures tendues amovibles manuellement sont en armature textile. La couverture est maintenue sur le voile béton périphérique par des poutres.

- **Principe de la décantation primaire**

Un décanteur primaire est un ouvrage hydraulique permettant d'éliminer une grande partie de MES afin d'alléger la charge organique et inorganique entrant dans le traitement secondaire.

Le phénomène physique qui dirige la séparation solide/liquide est l'effet de gravité. Ainsi, les particules plus denses que l'eau décantent au pied de l'ouvrage et sont accumulées en formant une boue. Cette dernière est alors envoyée vers les épaisseurs où elle est concentrée, avant de subir de nouveaux traitements. Quant à l'eau clarifiée, elle quitte le décanteur via une surverse et est amenée vers le traitement secondaire.

Le rendement en élimination de MES pour le traitement primaire se situe le plus souvent entre 50 et 80%.

- **Vitesse de sédimentation : Equation de Stokes**

La vitesse de chute des particules va dépendre principalement de leur densité, forme, taille et également de la nature du fluide dans lequel elles se trouvent. Des modèles peuvent être utilisés pour évaluer la vitesse de chute des particules. Par exemple, pour des régimes laminaires et des particules de forme sphérique, il est possible d'utiliser le modèle de Stokes,

$$V_S = \frac{(p_s - p_f)gd^2}{18\mu}$$

Avec:

- $V_s$  : La vitesse de chute des particules ( $m.s^{-1}$ );
- $p_s$  : La masse volumique des particules ( $kg.m^{-3}$ );
- $p_f$  : La masse volumique du fluide ( $kg.m^{-3}$ );

- $g$  : L'accélération de la pesanteur ( $m.s^{-2}$ );
- $d$  : Le diamètre des particules (m);
- $\mu$  : la viscosité dynamique du fluide (Pas).

- Critère de charge superficielle

Chaque ouvrage de décantation est caractérisé par le critère de charge superficielle noté  $C_s$ . C'est le rapport entre le débit admis dans l'ouvrage et sa surface libre :

$$C_s = \frac{Q}{S}$$

Avec :

- $C_s$  : La charge superficielle ( $m.h^{-1}$ );
- $S$  : La surface libre du décanteur ( $m^2$ );
- $Q$  : Le débit d'alimentation ( $m^3.h^{-1}$ ).

Dans le cadre de l'exploitation d'un décanteur, la charge superficielle doit être inférieure ou égale à la vitesse de la classe de particule la plus lente à éliminer. Ainsi, il est fondamental de bien connaître la distribution des vitesses de chute de l'ensemble des particules contenue dans l'affluent à traiter afin de bien dimensionner l'ouvrage.

### III.2.2.2 Traitement physico-chimique

L'objectif principal du traitement physico-chimique est l'élimination des matières non décantables qui se trouvent dans l'eau sous forme colloïdales et qui ont besoin au procédé de coagulation -floculation et décantation

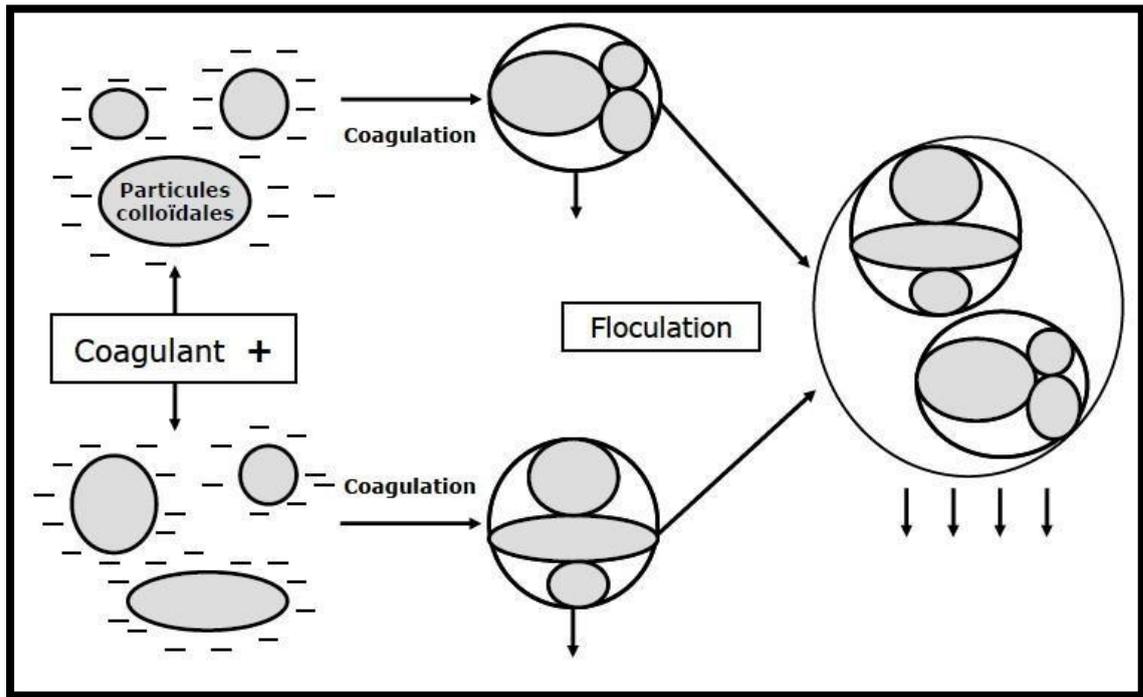
#### III.2.2.2.1 La coagulation floculation

Dans le traitement des eaux, la coagulation-floculation est un procédé chimique souvent confondu.

Ce processus facilite l'élimination des solides en suspension et des particules colloïdales

La coagulation est la première étape dans le processus de traitement physico- chimique des eaux, elle consiste essentiellement à neutraliser à diminuer la charge électrique et favoriser ainsi le rapprochement des particules en vue de leur agglomération.

La floculation est l'agglomération de particules déstabilisées en micro floc et ensuite en flocons plus volumineux que l'on appelle flocs. On peut rajouter un autre réactif appelé floculant ou adjuvant de floculation pour faciliter la formation de flocs .



**Figure III.5 : Coagulation-Floculation**

### III.2.2.2 Neutralisation

Elle a pour objectif de rectifier le pH d'effluents trop acides ou trop alcalins, quand elle n'est pas incluse dans le traitement physico-chimique, peut s'avérer indispensable avant épuration biologique. Actuellement, il existe plusieurs groupes de procédés de neutralisation, qui sont couramment employés :

- L'utilisation du pouvoir tampon du milieu récepteur.
- Le mélange des eaux résiduaires acides avec des eaux résiduaires alcalines.
- L'adjonction de réactifs chimiques.
- La filtration par matériau filtrant neutralisant.

### III.2.3 Le traitement biologique (secondaire)

L'épuration des eaux usées fait généralement appel au processus biologique qu'il s'agisse de procédé par boues activées, par lits bactériens ou par lagunage. La pollution organique comprend une fraction biodégradable estimée par la demande biologique en oxygène ou DBO5 et une fraction non biodégradable estimée par la demande chimique en oxygène ou DCO (paramètre de référence) de l'eau brute.

Les traitements biologiques ne s'attaquent évidemment qu'à la fraction biodégradable de la pollution organique. Cette opération n'est rendue possible que par l'existence d'une flore bactérienne, dans laquelle on retrouvera des champignons, des larves...etc., qui dégradent les matières organiques présentes dans l'eau brute pour leurs besoins spécifiques (nutrition, croissance, reproduction). La dégradation des matières organiques est le résultat du métabolisme bactérien.

Dans la pratique, l'épuration biologique est mise en œuvre de la façon suivante :

- Un réacteur biologique (bassin d'aération, disques ou lits. Lagune aéré) dans lequel l'eau usée est mise en contact avec la biomasse aérée artificiellement ou naturellement.

- Un clarificateur dont le rôle est de séparer l'eau épurée et la boue biologique. Dans le cas d'un lagunage aéré, le dernier bassin (non aéré) fait office de clarificateur.

Les différents procédés d'épuration biologique sont les suivants :

- Le lagunage.
- Les lits bactériens.
- Les boues activées.
- Les disques biologiques.

#### III.2.3.1 Le lagunage

Le lagunage est un procédé épuratoire naturel des eaux usées. Son principe est d'utiliser la végétation aquatique comme agent épurateur. Ces plantes sont des supports ou des colonies bactériennes. Ce procédé est basé sur l'autoépuration et la photosynthèse.

Le lagunage est simple, écologique, fiable et peu onéreux du fait de son fonctionnement non- mécanisation avec des résultats satisfaisants en matière de décontamination.

##### III.2.3.1.1 Lagunage naturel

L'épuration est assurée grâce à un long temps de séjour, dans plusieurs bassins étanches disposés en série. Le nombre de bassin le plus communément rencontré est de 3. Cependant, utiliser une configuration avec 4 voire 6 bassins permet d'avoir une désinfection plus poussée.

Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure des bassins est exposée à la lumière. Ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement et maintien des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique.

Le gaz carbonique formé par les bactéries, ainsi que les sels minéraux contenus dans les eaux usées, permettent aux algues de se multiplier. Il y a ainsi prolifération de deux populations interdépendantes : les bactéries et les algues planctoniques, également dénommées "microphytes". Ce cycle s'auto-entretient tant que le système reçoit de l'énergie solaire et de la matière organique.

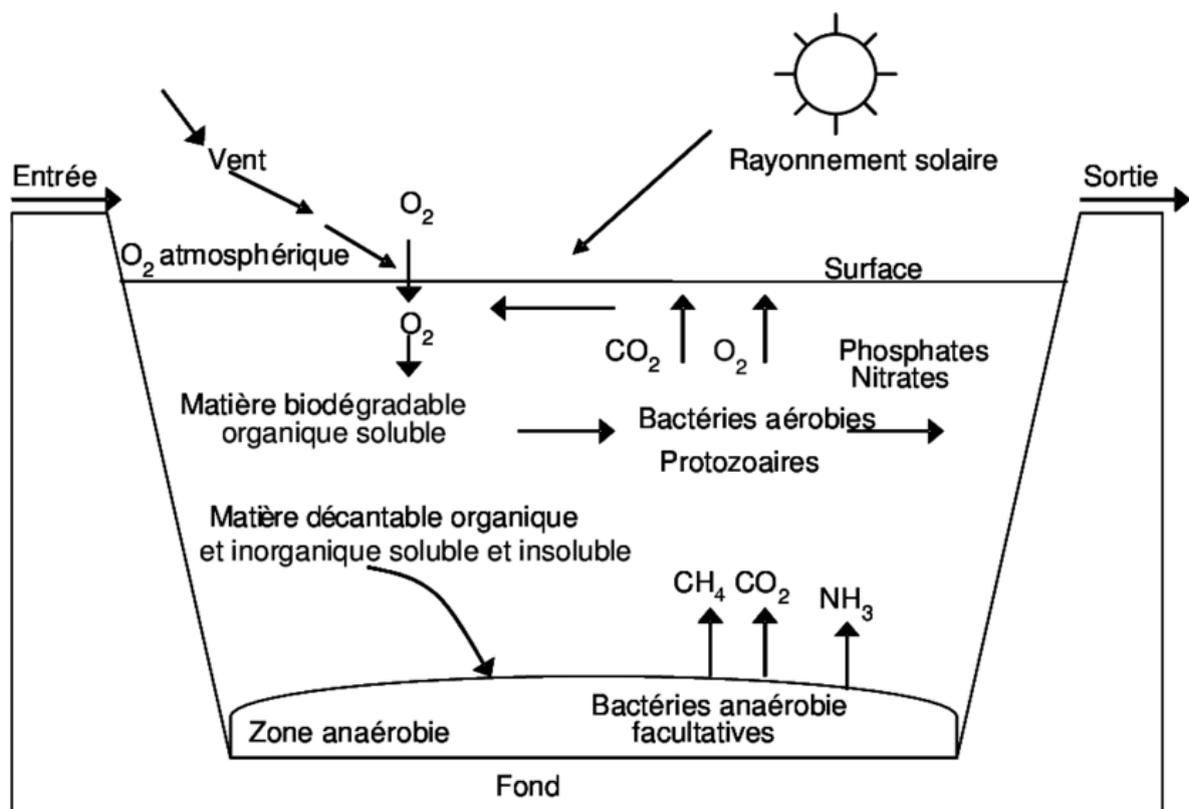


Figure III.6 : Les mécanismes mis en jeu dans le lagunage naturel

### III.2.3.1.2 Lagunage aéré

L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu.

La consommation en énergie des deux filières est, à capacité équivalente, comparable (1,8 à 2 kW/kgDBO<sub>5</sub>éliminée).



**Figure III.7 : Lagunage aéré**

### III.2.3.2 Lit bactérien

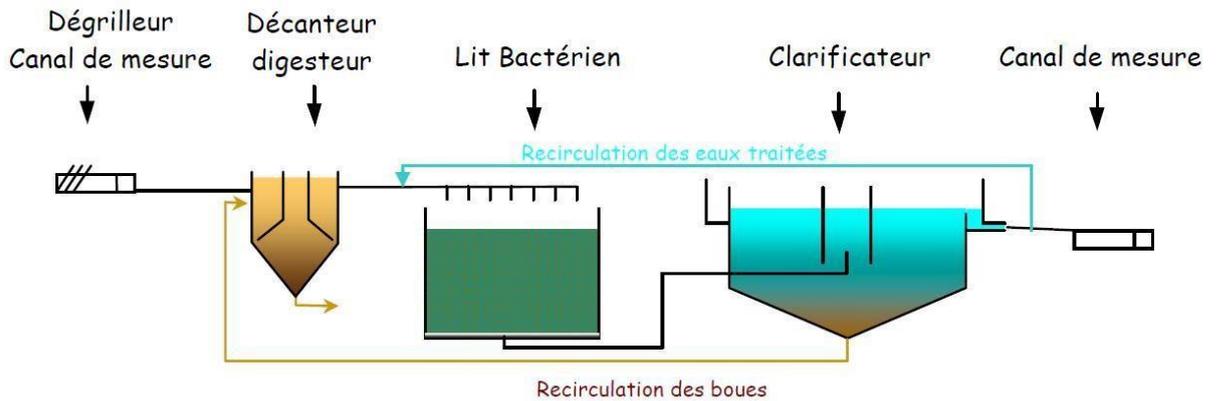
Les lits bactériens sont des filtres à ruissellement utilisés pour le traitement biologique des eaux usées, ce procédé est le plus ancien procédé de traitement aérobie à culture fixée sur un matériau grossier où les microorganismes se développent sur un support régulièrement irrigué par l'effluent à traiter et l'oxygène est fourni par ventilation naturelle. Les boues formées par décrochement naturel sont traitées dans un digesteur (stabilisation).

Le principe consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux qui sert de support aux microorganismes (bactéries) L'effluent est distribué par aspersion (sprinkler) en surface et l'oxygénation est apportée par ventilation naturelle de bas en haut.

En ruisselant, l'eau à épurer forme un film liquide qui sera traversé par l'oxygénation venant de l'air, et par le CO<sub>2</sub> formé dans la biomasse.



**Figure III.8 : Lit bactérien**



**Figure III.9 :** Chaîne de traitement avec un lit bactérien

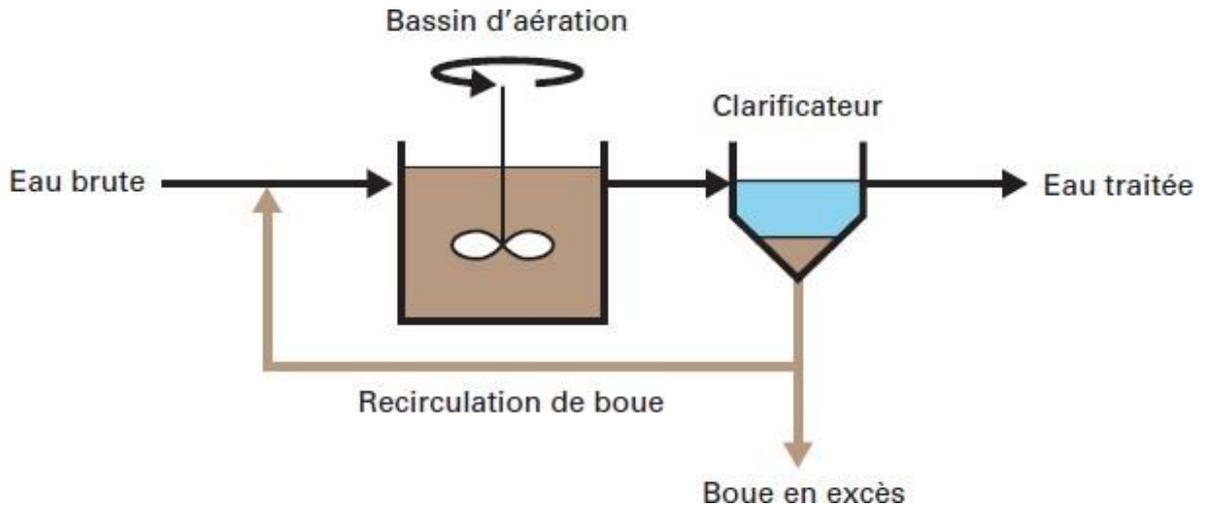
### III.2.3.3 Boues activées

C'est la forme la plus usuelle de traitement à culture libre et la plus utilisée en Algérie, cette méthode est considérée par l'OMS la plus répandue parmi les traitements aérobiques.

Cette technique consiste à provoquer un développement des floccs de bactéries en suspension dans un bassin aéré et brassé alimenté par les eaux à épurer.

Le bassin d'aération contient la « liqueur mixte » qui représente des systèmes d'insufflation des bulles d'air pneumatique ou au but de fournir l'oxygène nécessaire pour la bactérie aérobique pour dégrader la matière organique et un système d'agitation pour éviter les dépôts et homogénéiser la biomasse dans les eaux à traiter pour créer le contact nécessaire entre les bactéries et la pollution.

- Un bioréacteur : où s'accumule la liqueur mixte (mélange de l'effluent et la biomasse)
- Un clarificateur : à la sortie de bioréacteur pour effectuer une séparation de phases des boues flocculées et de l'eau traitée prêt à rejeter dans le milieu naturel.
- Un recyclage de boue : pour conserver la concentration en biomasse dans le bioréacteur et compenser la perte de biomasse due au débit de sortie de liqueur mixte vers le clarificateur, il est nécessaire de recirculer une partie de la boue du clarificateur, et l'excès de boue sera extrait.



**Figure III.10 :** Procédé d'épuration par boues activées

#### Avantages

- Adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites).
- Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution.
- Adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles.
- Boues légèrement stabilisées.

#### Inconvénients

- Coûts d'investissement assez importants.
- Consommation énergétique importante.
- Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière.
- Sensibilité aux surcharges hydrauliques.
- Décantabilité des boues pas toujours aisées à maîtriser.

#### III.2.3.4 Les disques biologiques :

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants, régulièrement espacés sur un axe horizontal et tournant à faible vitesse. Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques.

Les disques étant semi immergés. Leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. Les disques sont recouverts par un bio film sur les deux faces. Ils ont un diamètre de 1 à 3 m. Ils sont espacés de 20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr/mn. Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire,

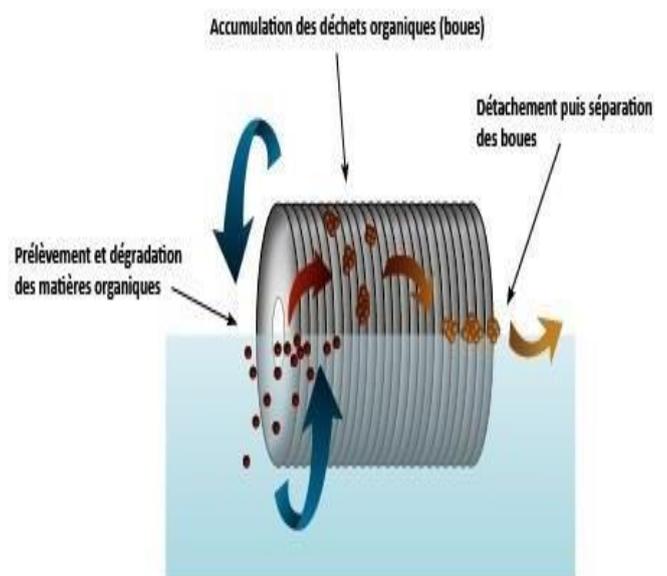
Ce procédé est mieux adapté à un système séparatif qu'un système unitaire. Il s'adapte bien aux fortes charges des effluents. Il élimine la DBO5, la DCO et l'ammoniac de façon satisfaisante.

#### Avantage

- Généralement adaptés pour les petites collectivités.
- Bonne décantabilité des boues.
- Faible consommation d'énergie.
- Fonctionnement simple demande peu d'entretien et de contrôle
- Plus faible sensibilité aux variations de charge que la technique des boues activées.

#### Inconvénients

- Performance généralement plus faible qu'une technique par boues activées, qui tient une grande partie à la pratique ancienne de conception. Un dimensionnement plus réaliste doit par conséquent permettre d'atteindre des qualités d'eau traitée satisfaisantes.
- Coûts d'investissements importants.
- Grande sensibilité aux variations de température ce qui crée une obligation de couverture.
- Boues putrescibles



**Figure III.11 :** Disques biologiques

### III.2.4 Traitement tertiaire

Le traitement tertiaire est un procédé complémentaire qui intervient soit pour améliorer la qualité de l'eau rejetée quand cette dernière ne répond pas aux normes de rejet, soit dans un usage industriel (lavage de sols ou de produits, systèmes d'incendie, circuits de refroidissement, eau de procédé, voire alimentation de chaudières), agricole (irrigation) ou municipal (arrosage de golfs, de pelouses ou de terrains de jeu. ) ou leur recyclage (partiel ou total) vers les ateliers de fabrication d'où elles proviennent.

Le traitement tertiaire comprend des procédés divers et spécifiques pour éliminer des polluants qui résistent au traitement primaire et secondaire.

#### III.2.4.1 Traitement de l'azote

L'élimination de l'azote fait partie des étapes essentielles du traitement des eaux usées. D'ailleurs, il existe des normes réglementaires liées aux concentrations de l'azote en sortie de station dans de nombreux pays. Pour respecter ces concentrations, il faut contrôler la nitrification et la dénitrification de manière optimale.

Dans les eaux, l'azote peut se trouver sous forme minérale (ammoniacal, nitrate) ou organique. Sa présence organique ou ammoniacal se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel et altère les conditions de vie.

En assainissement, le cycle de l'azote passe par les différents stades d'évolution biogéochimique du composé. Il aboutit à la formation d'azote gazeux (diazote  $N_2$ ) en commençant par l'azote organique, et en passant par le l'ammoniac, nitrite et le nitrate.

Dans les stations d'épuration, plusieurs formes d'azote sont présentes :

- Nitrites et nitrates: l'azote oxydé
- les formes non oxydées: l'azote Kjeldhal comprenant l'azote organique et l'azote ammoniacal ( $NH_4^+$ )
- L'azote organique ammonifiable
- L'azote organique réfractaire

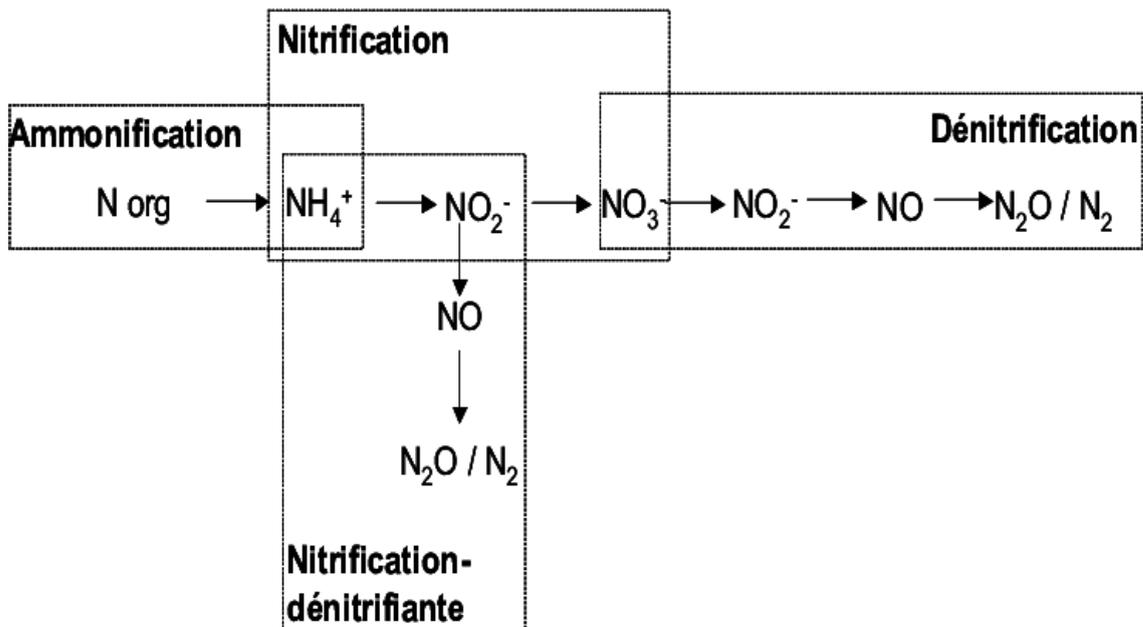


Figure III.12 : Étape de dégradation biologique de l'azote

### III.2.4.2 Traitement du phosphore :

Les normes de rejet sur le phosphore sont de plus en plus sévères pour limiter les phénomènes d'eutrophisation, dus aux phosphates, dans les lacs et les cours d'eau. Dans un effluent industriel, le phosphore est en excès lorsque, le phosphore résiduel demeure supérieur à la norme de rejet. Dans ce cas un traitement spécifique du phosphore s'impose.

Réduction de la DCO dure :

La DCO dure appelée aussi DCO ultime ou bien DCO réfractaire est une DCO qui résiste aux traitements précédents (primaire et secondaire). Elle est généralement due à la présence de molécules organiques difficiles à dégrader, issues de la chimie de synthèse : phénols, composés organohalogénés (AOX), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), huiles minérales, pesticides, détergents, colorants, solvants, ou encore tensioactifs. Il existe deux techniques pour éliminer la DCO dure :

Les techniques chimiques ou bien destructives dont les principes consistent en l'oxydation des composés responsable de la DCO dure, l'zone est l'oxydant le plus utilisé dans ces techniques :

- Les techniques physiques, dites séparatives, qui permettent d'extraire de l'effluent les substances responsables de la DCO dure pour un traitement ultérieur. L'adsorption sur charbon actif est la technique la plus utilisée.

### **Conclusion**

Le but de la station d'épuration n'est pas de rendre l'eau potable, mais d'obtenir une eau qui répond aux normes exigées par la législation relatives à la réutilisation des eaux usées traitées, soit en agriculture ou en industrie ou bien des eaux qui répondent aux normes de rejets en milieu naturel ou dans les réseau d'assainissement.

L'épuration des eaux usées avec ces différents procédés éliminent une grande partie de ces polluants et des boues constituant un sous-produit de l'épuration. Enfin, on peut rejeter les eaux épurées dans le milieu récepteur sans risque de contamination ou de pollution majeur.

**Chapitre 04 :**  
**CONCEPTION ET**  
**DIMENSIONNEMENT**  
**DES OUVRAGES**

## Chapitre IV : CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

### Introduction

Dans ce chapitre, on va aborder une conception de la station d'épuration collective à partir de la qualité de l'effluent et le débit des eaux brutes en dimensionnant leurs ouvrages et estimant les résultats de traitement de chaque filière.

### IV.1 Les analyses de qualité des rejets liquides

Le tableau ci-dessous présente les résultats des analyses effectuées au niveau de laboratoire sur les eaux usées de l'industrie de conserverie de thon VIVA

**Tableau IV.1:** résultats des analyses de rejets.

Paramètres	Unité	Résultats	Méthode de mesure
Débit journalier	m <sup>3</sup> /j	240	Méthode instrumental
MES	mg/l	405	ISO : 11923 ; 1997
DCO	mg/l	2150	ISO : 6060 ; 1989
DBO <sub>5</sub>	mg/l	1022	Méthode instrumental
Température	°C	15	Multi paramètres
Ph	-	8	Multi paramètres
Magnésium	mg/l	50	NF T 90
Azote total	mg/l	40	ISO : 5663 ; 1984
Phosphore total	mg/l	15	ISO : 6878 :2004

#### IV.1.1 Biodégradabilité

$$I = \frac{[DCO]_0}{[DBO5]_0}$$

Avec :

I : l'indice adimensionnel de biodégradabilité

$$I = \frac{2150}{1022} = 2.1037$$

L'indice de biodégradabilité indique un effluent chargé en matière organique moyennement biodégradable.

## IV.2 Calcul de base pour le dimensionnement

### A. Calcul du débit de rejet industriel

D'après les données du projet à réaliser le débit maximal horaire du rejet industriel égal:

$Q_{re}$  : débit du rejet industriel  $Q_{rej} = 15 \text{ m}^3 / \text{h}$

Travail :  $2 \times 8 \text{ h}$  donc :

$$Q_{rej} = 240 \text{ m}^3$$

$$Q_{rej} = 4,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{S}$$

### B. La charge de totale de DCO

$$(\text{DCO})_0 = [\text{DCO}]_0 Q_{rej}$$

Tel que:

- $(\text{DCO})_0$  : charge moyenne journalière en DCO.
- $[\text{DCO}]_0$  : concentration journalière en DCO.
- $Q_0$  : Le débit rejeté total

$$(\text{DCO})_0 = 2150 \times 240 \times 10^{-3} = 516 \text{ kg / j}$$

$$(\text{DCO})_0 = 516 \text{ kg/j}$$

### C. La charge de totale de $\text{DBO}_5$

$$(\text{DBO}_5)_0 = [\text{DBO}_5]_0 \times Q_0$$

- $(\text{DBO}_5)_0$  : charge moyenne journalière en  $\text{DBO}_5$ .
- $[\text{DBO}_5]_0$  : concentration journalière en  $\text{DBO}_5$ .

$$(\text{DBO}_5)_0 = 1022 \times 240 \times 10^{-3} = 245.280 \text{ kg/j}$$

$$(\text{DBO}_5)_0 = 245.280 \text{ kg/j}$$

### D. La charge de totale de la MES

$$(\text{MES})_0 = [\text{MES}]_0 \times Q_0$$

- $(\text{MES})_0$  : charge moyenne journalière en MES.
- $[\text{MES}]_0$  : concentration journalière en MES.

$$(\text{MES})_0 = 405 \times 240 \times 10^{-3} = 97.200 \text{ kg/j}$$

$$(\text{MES})_0 = 97.200 \text{ kg/j}$$

### IV.3 Le dimensionnement des ouvrages de la station

#### IV.3.1 Bassin d'homogénéisation

➤ **Le but de cet Bassin**

- ✚ Permet d'obtenir un effluent parfaitement homogénéisé
- ✚ Le bassin d'égalisation permet, en plus d'homogénéiser le mélange, de réguler son pH par ajout de chaux ou d'acide sulfurique
- ✚ Fixé Le débit à la sortie du bassin d'égalisation de  $Q = 240 \text{ m}^3/\text{j}$

- Calcul du volume

On prend :  $V = 150\% Q = 1.5 \times 240 = 480 \text{ m}^3$

**$V = 360 \text{ m}^3$**

Pour une hauteur  $H = 2\text{m}$

- Calcul de la surface

$S = V/H = 360/2 = 180 \text{ m}^2$

**$S = 180 \text{ m}^2$**

- Calcul du diamètre

$D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 180}{\pi}} = 15.13 \text{ m}$

**$D = 15.13 \text{ m}$**

- Calcul du temps de séjour  $T_s$

$T_s = V/Q = 360/240 \times 24$

$T_s = 36 \text{ h}$

**Tableau IV.2:** Dimensionnement du bassin d'homogénéisation

Paramètres	Unité	Valeur
Volume	m <sup>3</sup>	360
Surface	m <sup>2</sup>	180
Diamètre	m	15.13
Temps de séjour	h	36

### IV.3.2 Le prétraitement

#### IV.3.2.1 Le dégrilleur

Pour dimensionner un dégrilleur, on doit déterminer la surface de la grille qui a pour rôle d'éliminer les déchets solides relativement volumineux. La formule est donnée par **KIRCHMER**.

La surface de la grille : est déterminée par la formule de KIRCHMER

$$S = \frac{Q_0}{a \cdot v_e \cdot c} \quad (\text{m}^2)$$

Avec :

S : la surface de la grille

Q<sub>re</sub> : le débit rejeté total par les usines

v<sub>e</sub> : Vitesse de l'écoulement à travers la grille (m/s) ; tel que v<sub>e</sub> = (0,6 à 1,4) m/s.

a : Coefficient de passage libre donné par la relation suivante :

$$a = \frac{d}{d+e}$$

tel que :

d : le diamètre de barreau      e : l'espacement entre barreau

**Tableau IV.3:** Les caractéristiques dimensionnelles des grilles.

	Dégrillage grossier	Dégrillage fine
d(diamètre en cm)	2	1
e(Espacement en cm)	De 5 à 10	De 0.3 à 1

**c** : coefficient de colmatage normalement renseigné par les constructeurs des dégrilleurs varie de :

0,10 à 0,30 pour une grille manuelle (généralement 0.25)

0,40 à 0,50 pour une grille automatique (généralement 0.5)

Dans notre cas on prend la grille automatique donc :  $C = 0.5$

#### A. Dégrillage fin

a.1) calcul de la surface de la grille

$$Q_{rej} = 240 \text{ m}^3/\text{j} = 4,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$a = \frac{d}{d+e} = \frac{1}{1+0,7} = 0.58$$

$$C = 0,5$$

4.  $V_e$  : une vitesse de passage inférieure à 0,6m/s provoque un dépôt de sable au fond du canal, Donc on prend  $V_e = 0,8 \text{ m/s}$ .

Donc par l'application numérique à la formule de KIRCHMER

$$S = \frac{0.00416}{0,58 \cdot 0,8 \cdot 0,5} = 0.02 \text{ m}^2$$

**S = 0,018 m<sup>2</sup>**

a.2) calcul de la largeur de la grille

On doit déterminer la largeur de la grille qui fait le rôle d'éliminer les déchets solides relativement volumineux. La formule est donnée par KIRCHMER

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max}(1-a)C}$$

Tel que :

- S : surface de la grille.

-  $h_{\max}$  : hauteur maximum d'eau dans le canal ; et  $h_{\max} = (0,2 \text{ à } 1,4) \text{ m}$ .

-  $\alpha$  : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal =  $60^\circ$ .

-  $S=0,018 \text{ m}^2$

-  $a = 0,58$

-  $h_{\max} = 0,7 \text{ m}$

-  $C = 0,5$

-  $\alpha = 60^\circ$

Donc  $L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max}(1-a)C} = \frac{0,018 \cdot \sin 60^\circ}{0,7(1-0,58)0,5} = 0,106 \text{ m}$

**L = 0.107 m**

a.3) calcul des pertes de charges

Les pertes de charges à travers la grille sont données par l'équation de Kirchmer

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} \sin \alpha \left(\frac{V^2}{2g}\right)$$

- d : diamètre des barreaux (cm)

- e : espacement entre les barreaux (cm)

-  $\alpha$  : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal =  $60^\circ$

-  $\beta$ : coefficient qui tient compte de la forme des barreaux ; (forme circulaire  $\beta=1.79$ )

- V : vitesse d'écoulement dans la grille (m/s).

Les valeurs de  $\beta$  sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.4:** Les valeurs de  $\beta$  sont représentées dans le tableau suivant

Type de barreau	$\beta$
Section rectangulaire	2.42
Section rectangulaire en semi-circulaire à l'amont	1.83
Section rectangulaire avec arrondi semi-circulaire à l'amont et à l'aval	1.67
Section circulaire	1.79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0.76

Alors :

$$\Delta H = \beta \left( \frac{d}{e} \right)^{4/3} \sin \alpha \left( \frac{v^2}{2g} \right) = 1.79 \left( \frac{1}{0.7} \right)^{4/3} \sin(60) \left( \frac{(0.8)^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.081 \text{ m}$$

$$\Delta H = 0.081 \text{ m}$$

## B. Dégrillage grossier

b.1) calcul de la surface de la grille

On utilise la même méthode pour le calcul de la surface

$$S = \frac{Q_0}{a \cdot v_e \cdot c}$$

$$a = \frac{e}{d+e}$$

Avec :  $d = 7 \text{ cm}$  et  $e = 2 \text{ cm}$  (pour la grille grossier).

$$\text{Alors : } a = \frac{d}{d+e} = \frac{2}{2+7} = 0.22$$

$$S = 0.054 \text{ m}^2$$

$$\text{Donc : } s = \frac{0.00416}{0.22 \cdot 0.7 \cdot 0.5} = 0.054 \text{ m}^2$$

b.2) calcul de la largeur de la grille

On utilise la même méthode pour le calcul de la largeur

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max}(1-a)C}$$

$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max}(1-a)C} = \frac{0.054 \cdot \sin 60^\circ}{0.7(1-0.22)0.5} = 0.17 \text{ m}$$

$$L = 0.17 \text{ m}$$

b.3) calcul de la perte de charge

On utilise la même méthode pour le calcul de la perte de charge

$$\Delta H = \beta \left( \frac{d}{e} \right)^{4/3} \sin \alpha \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

$$\Delta H = \beta \left( \frac{d}{e} \right)^{4/3} \sin \alpha \left( \frac{v^2}{2g} \right) = 1.79 \left( \frac{2}{7} \right)^{4/3} \sin(60) \left( \frac{(0.8)^2}{2 \times 9.81} \right) = 9.51 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta H = 9.51 \times 10^{-3} \text{ m}$$

**Tableau IV.5:** les résultats de dimensionnement de dégrilleur.

Ouvrage : dégrilleur	Unité	Valeur
Débit de la station	m <sup>3</sup> /s	4,16*10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s
<b>Grille fine</b>		
Epaisseur des barreaux d	cm	1
Espacement des barreaux e	cm	0.7
a	/	0.58
Largeur de la grille	m	0.107
Perte de charge		0.081
hmax	m	0,7
Vitesse d'écoulement	m/s	0.8
<b>Grille grossière</b>		
Epaisseur des barreaux d	cm	2
Espacement des barreaux e	cm	7
a	/	0.22
Largeur de la grille	m	0.17
Surface de la grille	m <sup>2</sup>	0.054
Perte de charge	m	9.51× 10 <sup>-3</sup>
hmax	m	0,7
Vitesse d'écoulement	m/s	0.8

#### IV.3.2.1 Le dessablage-déshuilage :

On opte pour un déssableur-déshuilleur de type rectangulaire.

- Le volume de ce dernier est donné par la relation suivante :

$$V_d = Q_{\max} * T_s$$

Tel que :

- $V_d$  : volume du déssableur-déshuilleur ( $m^3$ ).
- $T_s$  : temps de séjours de l'eau dans le dessableur (entre 3 et 10 min).

Pour notre cas on prend  $T_s = 5 \text{ min}$ .

On aura alors :  $V_d = Q_{\max} * T_s = (4,16 * 10^{-3}) * 20 * 60 = 4,992 \text{ m}^3$

$$V_d = 4,992 \text{ m}^3$$

#### A. Calcul de la surface horizontale

- profondeur du déssableur-déshuilleur  $H = (1-3) \text{ m}$

Pour notre cas on prend  $H = 1 \text{ m}$

La surface horizontale est donnée par la relation suivante :

$$S_h = \frac{V_d}{H}$$

Tel que :

- $S_h$  : surface horizontale du déssableur-déshuilleur ( $m^2$ )
- $V_d$  : volume du déssableur-déshuilleur ( $m^3$ ).
- $H$  : profondeur du déssableur-déshuilleur (m)

Donc :  $S_h = \frac{V_d}{H} = \frac{4,992}{1} = 4,992 \text{ m}^2$

$$S_h = 4,992 \text{ m}^2$$

#### B. Calcul la longueur et la largeur du déssableur-déshuilleur

##### 1) La longueur

On opte pour un déssableur-déshuilleur de type rectangulaire, on calcul la largeur suivant la relation suivante :

La hauteur  $H = 1 \text{ m}$

$$L = 5H = 5 * 1 = 5 \text{ m}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

##### 2) La largeur (l)

$$l = \frac{S_h}{L} = \frac{4,992}{5} = 1 \text{ m}$$

Le volume d'air à insuffler dans le dessableur

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5  $m^3$  d'air /  $m^3$  d'eau [3].

$$Q_{\text{air}} = 1 * Q_e$$

V : Volume d'air à injecter (m<sup>3</sup>), on prend  $V = 1 \text{ m}^3 \text{ (air)} / \text{m}^3 \text{ (eau)}$

$$Q_{\text{air}} = 4,16 * 10^{-3} * 1 = 4,16 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{air}} = 4,16 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tableau IV.6:** Dimensionnement du dessableur-déshuileur

Paramètre	Unité	Valeur
volume	m <sup>3</sup>	4,992
surface horizontale	m <sup>2</sup>	4,992
La longueur	m	5
La largeur	m	1
Le volume d'air à insuffler	m <sup>3</sup> /s	4,16*10 <sup>-3</sup>

## IV.4 le traitement physico – chimique

### IV.4.1 Traitement chimique

#### IV.4.1.1 Bassin de coagulation

La coagulation est un procédé chimique qui augmente le rendement de décantation physique, Cette étape se fait à l'aide de différents composés tels que les hydroxydes métalliques, polymères synthétiques...etc. qui favorisent l'agglomération et la séparation des particules colloïdales de l'eau.

Le fonctionnement de procédé nécessite une agitation rapide à 100 tr/m pendant 1 à 2 minutes.

#### A. Le volume de bassin de coagulation

$$V_{\text{BC}} = Q_e * t_c$$

Tel que :

$V_{BC}$  : le volume de réacteur de coagulation

$Q_e$  : le débit de rejet

$T_c$  : le temps de contact

par application numérique :

$$V_{BC} = 4,16 * 10^{-3} * 20 * 60 = 4.992 \text{ m}^3$$

$$V_{BC} = 4.992 \text{ m}^3$$

On fixe la hauteur de bassin (H) à 2,5 m

b) La surface du bassin est de :

$$S = \frac{V_{BC}}{H} = \frac{4.992}{2,5} = 1.9968 \text{ m}^2$$

$$S = 1.9968 \text{ m}^2$$

c) Le diamètre de bassin est de :

$$D = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{1.9968 \times 4}{\pi}} = 1.59 \text{ m}$$

$$D = 1.59 \text{ m}$$

#### IV.4.1.2 Bassin de floculation

Le but de la floculation est de dilater les floes formés dans l'étape de coagulation pour accélérer le processus de séparation solide-liquide ultérieure en appliquant une agitation lente le temps de contact ( $t_c$ ) est de 20 minutes minimum, pour le dimensionnement de volume de réacteur de floculation (VBF) le temps de contact est habituellement de 25 minutes

Le volume de bassin de floculation

$$V_{BF} = Q_{rej} * t_c = 4,16 * 10^{-3} * 25 * 60 = 6.24 \text{ m}^3$$

$$V_{BF} = 6.24 \text{ m}^3$$

On fixe la hauteur de bassin (H) à 2,5 m

a) La surface du bassin

$$S = \frac{V_{BF}}{H} = 2.496 \text{ m}^2$$

$$S = 2.496 \text{ m}^2$$

b) Le diamètre du bassin

$$D = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{2.496 \times 4}{\pi}} = 1.78 \text{ m}$$

$$D = 1.78 \text{ m}$$

#### IV.4.2 Traitement physique

Les principaux paramètres de calcul du décanteur sont

- La charge superficielle (vitesse de chute)  $V_c$  est entre 1 et 2.5 m/h.
- Le temps de séjours est compris  $T_s$  entre 1 et 3 heures.
- La hauteur d'eau dans l'ouvrage  $H$  est entre 2 et 6m

1. Surface horizontale du décanteur:

$$S_h = \frac{Q}{V_c}$$

$$S_h = \frac{Q}{V_c} = \frac{4,16 \times 10^{-3} \times 3600}{1.8} = 8,32 \text{ m}^2$$

$$S_h = 8.32 \text{ m}^2$$

Volume du décanteur

On prend  $T_s = 3\text{h}$

Alors :  $V = T_s * Q_{rej}$

$$V = T_s * Q_{rej} = 3 * 3600 * (4,16 * 10^{-3}) = 44.92 \text{ m}^3$$

$$V = 44.92 \text{ m}^3$$

On prend  $H = 4 \text{ m}$

Le diamètre du décanteur

$$D = \sqrt{\frac{V * 4}{\pi * H}}$$

$$D = \sqrt{\frac{V * 4}{\pi * H}} = \sqrt{\frac{44.92 * 4}{\pi * 4}} = 3.78 \text{ m}$$

$$D = 3.78 \text{ m}$$

Calcul de la charge polluante éliminée

La décantation avec coagulation-floculation permet d'éliminer 75 % de la DBO5 et DCO, 90% de MES.

❖ Les charges de pollution à l'entrée du décanteur sont :

- DBO5 = 245.28 Kg/j  $\Rightarrow$  1022 mg/l
- MES = 97.2 Kg/j  $\Rightarrow$  405 mg/l
- DCO = 516 Kg/j  $\Rightarrow$  2150 mg/l

❖ Les charges éliminées par la décantation primaire sont donc :

- DBO5é =  $0.75 * 245.28 = 183.96 \text{ Kg/j} \Rightarrow 766.5 \text{ mg/l}$
- MESé =  $0.9 * 97.2 = 87.48 \text{ Kg/j} \Rightarrow 362 \text{ mg/l}$

- $DCOé = 0.75 * 516 = 387 \text{ Kg/j} \Rightarrow 1612.5 \text{ mg/L}$

❖ Les charges à la sortie du décanteur primaire sont donc :

$$DBO5s = DBO5 - DBO5é = 245.28 - 183.96 = 61.32 \text{ Kg/j} \Rightarrow 255.5 \text{ mg/l}$$

$$MESs = MES - MESé = 97.2 - 87.48 = 9.72 \text{ Kg/j} \Rightarrow 40.5 \text{ mg/l}$$

$$DCOs = DCO - DCOé = 516 - 387 = 129 \text{ Kg/j} \Rightarrow 537.5 \text{ mg/l}$$

$$DBO5s = 255.5 \text{ mg/l}$$

$$MESs = 40.5 \text{ mg/l}$$

$$DCOs = 537.5 \text{ mg/l}$$

- les résultats de dimensionnement du traitement physico-chimique.

**Tableau IV.7:** les résultats de dimensionnement du bassin de coagulation

Désignation	Unité	Résultat
Bassin de coagulation		
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	1.9968
Volume	m <sup>3</sup>	4.992
Hauteur	m	2,5
Diamètre	m	1.59

**Tableau IV.8:** les résultats de dimensionnement du bassin de floculation

Désignation	Unité	Résultat
Bassin de floculation		
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	2.496
Volume	m <sup>3</sup>	6.24
Hauteur	m	2,5
Diamètre	m	1.78

**Tableau IV.9:** les résultats de dimensionnement du Décanteur primaire

Désignation	Unité	Résultat
Décanteur primaire		
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	8.32
Volume	m <sup>3</sup>	44.92
Hauteur	m	4
Diamètre	m	3.78
DBO <sub>5</sub>	Kg/J	245.28
MES	Kg/J	97.2
DCO	Kg/J	516
DBO <sub>5</sub> é	Kg/J	183.96
MESé	Kg/J	87.48
DCOé	Kg/J	387
DBO <sub>5</sub> s	Kg/J	61.32
MESs	Kg/J	9.72
DCOs	Kg/J	129

## IV.5 Le traitement biologique

### IV.5.1 Le bassin d'aération

#### IV.5.1.1 Dimensionnement d'un bassin biologique

Le dimensionnement d'un bassin biologique revient à déterminer son volume, l'âge des boues présentes dans l'ouvrage et la taille de l'aérateur, à travers la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique et de l'azote.

### IV.5.1.1.1 Détermination du volume du bassin

La détermination du volume d'un bassin d'aération dépend principalement de 2 critères:

- La charge de polluant en entrée : DBO5 et DCO
- La charge volumique appliquée : elle représente la pollution journalière par mètre cube d'effluent dans le bassin, elle s'exprime en kgDBO5/m<sup>3</sup>.j

C'est cette charge volumique qui va nous permettre de déterminer le volume du bassin d'aération, il nous suffit de fixer la charge souhaitée.

La charge volumique dans le bassin peut prendre plusieurs valeurs, elles sont définies dans le tableau suivant présentant les différentes charges volumiques et leur degré :

**Tableau IV.10:** Les charges du bassin d'aération

Type de charge	Charge volumique appliquée	Appliquée Charge massique
Aération prolongée	$0,3 < C_v$	$0,1 < C_m < 0,2$
Faible charge	$0,3 < C_v < 0,8$	$0,2 < C_m < 0,5$
Moyenne Charge	$0,8 < C_v < 1,8$	$0,5 < C_m < 1$
Forte charge	$1,8 < C_v$	$1 < C_m$

Pour notre cas on est face d'un traitement a boues activées à faible charge.

- Une charge volumique :  $0,3 < C_v < 0,8$  kg DBO5/j/m<sup>3</sup>
- On prend une charge volumique :  $C_v = 0,7$  kg DBO5/j/m<sup>3</sup>
- Une charge massique :  $0,1 < C_m < 0,2$  (kg DBO5/kg MVS/j)
- On prend une charge massique :  $C_m = 0,2$  kg DBO5/kg MVS/j

#### Volume du bassin d'aération

$$V_{BA} = \frac{FLUX\ de\ DBO5}{C_v} = \frac{255,5 \times 10^{-3} \times 240}{0,7} = 87,6\ m^3$$

$$V_{BA} = 87,6\ m^3$$

On fixe la hauteur de bassin (H) à 3m

**Surface**

$$S = \frac{V}{H} = \frac{87.6}{3} = 29.2 \text{ m}^2$$

$$S = 29.2 \text{ m}^2$$

**Diamètre**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 29.2}{\pi}} = 6.1 \text{ m}$$

$$D = 6.1 \text{ m}$$

Temps de séjour hydraulique (TH)

$$T_h = \frac{V}{Q} = \frac{87.6}{240} = 0.365 \text{ J} = 9 \text{ h}$$

V : volume du bassin d'aération

Q : le débit de rejet

La masse de boues dans le bassin

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} = \frac{255.5 \times 10^{-3} \times 240}{0.2} = 306.6 \text{ Kg}$$

L0 : quantité du substrat initial (DBO5)

Concentration de boues dans le bassin

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{306.6}{87.6} = 3.5 \text{ g/l}$$

**IV.5.1.2 Besoin en oxygène**

Les installations d'épuration biologiques fonctionnent généralement en présence d'oxygène, notant toutefois que la vitesse de dégradation dépend de la qualité d'oxygène nécessaire pour la synthèse cellulaire et la respiration endogène, cela permet de réaliser un bon contact entre l'air et l'eau, la vitesse de dissolution de l'oxygène dans l'eau dépend de : la température, l'altitude, le débit, la concentration de la pollution et la géométrie du bassin.

Les besoins en oxygène sont définis par l'expression suivante :

$$q_{O_2} = a'Le + b'X_a$$

Avec :

$q_{O_2}$  : Besoin en oxygène (Kg/j).

Le : charge en DBO5 éliminée (Kg/j).

$X_a$  : la masse totale de boues présente dans le bassin d'aération (Kg).

$a'$  : la fraction de pollution transformé en énergie de synthèse au cours de l'épuration et c'est aussi la quantité d'oxygène à fournir aux bactéries pour qu'elles synthétisent la matière vivante à partir d'une pollution

$b'$  : coefficient de cinétique de respiration endogène.

Le tableau suivant donne les valeurs de  $a'$  et  $b'$  suivant la charge massique appliquée.

**Tableau IV.11:** valeur des coefficients  $a'$  et  $b'$  en fonction de la charge massique.  
(Cours épuration)

Cm	<0.1	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5>
$a'$	0.66	0.65	0.63	0.59	0.56	0.53	0.5
$b'$	0.06	0.07	0.075	0.08	0.085	0.09	0.1 à 1.2

Pour notre cas :  $a'=0.59$      $b'=0.08$

- La quantité d'oxygène journalière est :

$$qO_2 = a'(L_0 - l_f) + b'X_a = 0.59 (13.32) + 0.08 * 306.6 = 32.38 \text{ kgo}_2/\text{j}$$

- La quantité d'oxygène horaire :

$$qO_2(h) = \frac{32.38}{24} = 1.35 \text{ kgo}_2/\text{H}$$

Ce mode d'épuration permet d'éliminer 90 % de la DBO, 30 % de l'azote. Le tableau suivant représente les concentrations après le traitement biologique.

**Tableau IV.12:** les concentrations après le traitement biologique

Paramètres	Concentration (mg/l)	Normes de rejets
NTK	28	30
DCO	537.5	700
DBO5	25.55	200
MES	40.5	150

### IV.5.1.3 Dimensionnement du décanteur secondaire:

Le principe de calcul du décanteur secondaire (clarificateur) est le même que celui du décanteur primaire.

Le temps de séjour dans le décanteur secondaire (clarificateur) est entre 1 à 3 heures.

La vitesse ascensionnelle est comprise entre 2.5 et 3 m/h.

Le volume du décanteur est calculé avec la formule suivante :

$$\text{Volume} = Q_{re} * \text{temps de séjour (m}^3\text{)}$$

$$V = 2 * 3600 * (4,16 * 10^{-3}) = 44.928 \text{ m}^3$$

$$V = 14.976 \text{ m}^3$$

Surface horizontale du décanteur

$$S_h = \frac{V}{V_{ascensionnelle}}$$

$$S_h = \frac{14.976}{4,16 * 10^{-3} * 3600} = 5.34 \text{ m}^2$$

$$S_h = 5.34 \text{ m}^2$$

La hauteur du décanteur

par cette formule :  $H = \frac{V}{S_h}$  (m)

$$H = \frac{14.976}{5.34} = 2.80 \text{ m}$$

$$H = 2.80 \text{ m}$$

Le diamètre du décanteur

$$D = \sqrt{\frac{V \cdot 4}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{14.976 \cdot 4}{\pi \cdot 2.8}} = 2.60 \text{ m}$$

$$D = 2.60 \text{ m}$$

**Tableau IV.13:** les résultats de dimensionnement du décanteur secondaire

Désignation	Unité	Résultat
décanteur secondaire		
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	5.34
Volume	m <sup>3</sup>	14.976
Hauteur	m	2.80
Diamètre	m	2.60

## IV.6 Traitement des boues

### IV.6.1 Quantification des boues

La fonction de cet ouvrage est d'épaissir les boues, de diminuer leur taux d'humidité afin de pouvoir les envoyer sur les lits de séchage, avec un degré de concentration satisfaisant.

- Boues issues du décanteur primaire

La boue primaire :  $DX_p = DBO_{5e} + MESe$

$$DX_p = 183.96 + 87.48 = 271.44 \text{ kg/j}$$

La quantité de boues en excès est déterminée par la formule d'ECKENFELDER :

$$\Delta X = X_{min} + X_{dur} + a \cdot Le - bX_a - X_{eff}$$

**X<sub>min</sub>** : Boues minérales (30% de MESs) en (kg/j)

$$X_{min} = 2.916 \text{ kg/j}$$

**X<sub>dur</sub>** : boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent (30 à 35%) des MVS.

$$X_{dur} = 0,3 \cdot (0,70 \cdot 9,72) = 2.0412 \text{ kg/j}$$

**Xa** : masse totale en MVS dans le bassin (Kg).

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} = \frac{255.5 \times 10^{-3} \times 240}{0.2} = 306.6 \text{ Kg}$$

$$b * X_a = 0.05 * 306.6 = 15.33 \text{ kg/j}$$

**Le** : quantité de DBO5 à éliminer (kg/j)

$$L_e = 55.188 \text{ (kg/j)}$$

$$a * L_e = 0.55 * 55.188 = 30.3534 \text{ kg/j}$$

**Xeff** : Fuite de MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, égale à 30 mg/L)

$$X_{\text{eff}} = 30 * 10^{-3} * Q_{\text{rej}} = 7.2 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 2.916 + 2.0412 + 30.3534 - 15.33 - 7.2 = 12.7806 \text{ Kg/j.}$$

Donc la quantité totale journalière des boues sera :

$$DX_t = X_p + \Delta X$$

$$DX_t = 271.44 + 12.7806 = 284.2206 \text{ kg/j}$$

#### IV.6.2 L'épaisseur

La concentration de la boue à l'entrée de l'épaisseur :

Pour les boues primaires S1 de 20 à 30 g/l

Pour les boues secondaires S2 de 10 à 30 g/l

Le débit d'extraction des boues du décanteur primaire :

$$Q_1 = X / S_1$$

$$Q_1 = 271.44 / 20 = 13.572 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit d'extraction des boues du décanteur secondaire :

$$Q_2 = \Delta X / S_2$$

$$Q_2 = 12.7806 / 10 = 1.27 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit total

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

$$Q_t = 14.842 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le volume d'épaisseur

e temps de séjour dans épaisseur est entre 1 à 15 jours, on prend un temps de séjour (ts) à l'ordre de 4 jours, donc le volume de l'épaisseur (Ve)

$$V_e = Q_t * t_s = 14.842 * 4 = 59.368 \text{ m}^3$$

La surface horizontale d'épaisseur ( $S_h$ ) :

Pour une hauteur (h) de 2 m la surface horizontale d'épaisseur est calculée comme suit :

$$S_h = V_e / h = 59.368 / 2 = 29.684 \text{ m}^2$$

Donc le diamètre de l'épaisseur

$$D = \sqrt{\frac{4 * S_h}{\pi}} = 6 \text{ m}$$

**Tableau IV.14:** Les résultats de dimensionnement de l'épaisseur

Le débit des boues entré (m3/j)	14.842
Le temps de séjour (j)	4
Le volume de l'épaisseur (m3)	59.368
La surface de l'épaisseur (m <sup>2</sup> )	29.684
Diamètre(m)	6

### IV.6.3 Déshydratation naturelle (séchage)

#### IV.6.3.1 Les lits de séchage

Le séchage des boues sur lits de sable est une technique de déshydratation naturelle. Elle n'est à retenir que sur des boues bien stabilisées (digérées anaérobies ou éventuellement d'aération prolongée). L'aire de séchage comprend deux couches :

- Une première couche support de graviers ou sont aménagés des drains.
- Une deuxième couche filtrante de sable.

Cette technique est basée sur une première phase de drainage et une deuxième de séchage atmosphérique. Cette dernière demeure tributaire des conditions climatiques. Ces lits de séchage sont mis sous serre pour non seulement tirer parti du phénomène d'évaporation

naturelle, mais aussi de l'accélérer par les rayons du soleil. On parle alors de séchage solaire. En sortie des lits de séchage, les boues sont solides.

### IV.6.3.2 Dimensionnement du lit de séchage

#### Le volume d'un lit :

- e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre (20 à 30) cm, on prend : e = 20 cm
- La longueur L = (20 à 30) m, on prend : L = 20 m.
- Hauteur : H = 0.5 m.
- Largeur : B = 8 m.

$$V = L \times B \times e = 20 \times 8 \times 0.20 = 32 \text{ m}^3$$

$$V = 32 \text{ m}^3$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l [17].

En prenant une concentration de 25 g/l le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_e = \Delta X_t / 25 = 284.2206 / 25 = 11.36 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_e = 11.36 \text{ m}^3/\text{j}$$

#### Volume des boues épandues par lit et par an :

On admet que le lit sert 10 fois par an :

$$\text{Donc: } V_a = 10 \times V = 10 \times 32 = 320 \text{ m}^3$$

$$V_a = 320 \text{ m}^3$$

#### Volume de boues sécher par an :

$$V_{an} = V_e \times 365 = 11.36 \times 365 = 4146.4 \text{ m}^3/\text{an}$$

$$V_{an} = 4146.4 \text{ m}^3/\text{an}$$

#### Nombre de lits nécessaire :

$$N = V_{an} / V_a = 4146.4 / 320 = 13 \text{ lits}$$

$$N = 13 \text{ lits}$$

La surface totale des lits de séchage sera :  $S_t = L \times B \times N = 20 \times 8 \times 13 = 2080 \text{ m}^2$ .

**Tableau IV.15:** Dimensionnement des lits de séchage

Désignation	unité	résultat
- longueur	m	20
- Hauteur	m	0.5
- largeur	m	8
- l'épaisseur des boues	cm	20
- volume d'un lit (V)	m <sup>3</sup>	32
- le volume journalier des boues épandues (Vé)	m <sup>3</sup> /j	11.36
- volume des boues épandues par lit et par an (Va)	m <sup>3</sup>	320
- volume de boues sécher par an (Van)	m <sup>3</sup> /an	4146.4
- Nombre de lit (N)	-	13

## Conclusion

Nous avons tenté d'expliquer dans ce chapitre les paramètres de base de dimensionnement, à savoir le dimensionnement des :

- Des ouvrages de prétraitement (dégrilleur et dessableur-déshuileur)
- Des ouvrages de traitement physico-chimique (réacteurs de coagulation -floculation et décanteur primaire)
- Des ouvrages de traitement biologique (bassin d'aération- décanteur secondaire)
- Des ouvrages de traitement des boues (épaississeur)
  - ☞ avec méthode Déshydratation naturelle (séchage)

# **Chapitre 05 : Calcul hydraulique**

## Chapitre V Calcul hydraulique

### Introduction

Dans ce chapitre, on traite les calculs des conduites et les ouvrages nécessaires pour le fonctionnement de la chaîne d'épuration et introduire le profil hydraulique associé à la chaîne d'épuration des eaux résiduaires industrielles.

### V.1 Le puisard

Un puisard est un ouvrage de protection qui est simplement une excavation située au niveau le plus bas des caves et dont la fonction est de recueillir l'eau afin de la pomper en cas d'inondation. C'est pourquoi une pompe est en général positionnée au fond du puisard. Le dimensionnement de puisard est basé sur un temps de séjour de 10 min avec une hauteur entre 2 et 5 m.

- Le volume de puisard est donc calculé par la formule :

$$V = Q_e * T_s$$

$$V = 4.16 * 10^{-3} * 60 * 10 = 2.496 \text{ m}^3$$

- La surface horizontale de puisard est calculée pour une hauteur de 2 m

$$S = V / H$$

$$S = 2.496 / 2 = 1.248 \text{ m}^2$$

On prend une largeur de 1 m

- La longueur de puisard est donc :

$$L = S/l = 1.248/1 = 1.248 \text{ m}$$

### V.2 Relevage

#### V.2.1 Le volume du bassin

Pour le dimensionnement du bassin d'aspiration de forme rectangulaire on utilise le débit maximal rejetée par l'usine, Donc il faut calculer le volume de bassin :

$$V = \frac{ts * Q_{rejt}}{4 * (N-1)}$$

$Q_{rej}$  : Le débit de pointe par temps sec (m<sup>3</sup>/s).

$t_s$  : L'intervalle entre deux démarrages successifs de la pompe qui varie (6-20) mn.

$n$  : Nombre de pompe.

$$V = \frac{4.16 \cdot 10^{-3} \times 17 \times 60}{4 \cdot (2-1)} = 1.06 \text{ m}^3$$

$$S = \frac{V}{H} = \frac{1.06}{1.5} = 0.7 \text{ m}^2$$

$$L = 2b$$

$$S = L \cdot b \text{ donc, } S = 2b \cdot b$$

$$b = 0.59 \text{ m} \quad \text{et} \quad L = 1.18 \text{ m}$$

### V.2.2 Calcul du diamètre de la conduite de refoulement

Pour le calcul du diamètre de la conduite de refoulement vers l'ouvrage d'entrée le dégrilleur sera calculé par la formule de Bonin :

$$D_{eco} = \sqrt{Q_{rej}} \text{ (m)}$$

$$D_{eco} = \sqrt{4.16 \cdot 10^{-3}} = 0.064 \text{ m}$$

Donc le diamètre normalisé est  $D = 80 \text{ mm}$

La vitesse d'écoulement est :

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

$$V = \frac{4 \cdot 4.16 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (0.08)^2} = 0.82 \text{ m/s}$$

### V.2.3 La hauteur manométrique de la pompe :

Elle est calculée selon la formule :

$$H = H_g + \sum h_{p \text{ lin}} + \sum h_{p \text{ sin}} + P_{exh}$$

Avec :

$H$  : pertes de charge totale dans la conduite sous pression, m ;

Hg : différence des cotes de plan d'eau entre le puisard et le dégrilleur m ;

$\Delta H$  :  $\sum h_p \text{ lin} + \sum h_p \text{ sin}$  : pertes de charge linéaire et singulière.

Pexh: pression a l'exaehre Pexh (1 :1.5) m

Le refoulement se fera avec une conduite de D = 80 mm et d'une longueur de L = 8 m vers les dégrilleurs.

$$H_g = h_2 - h_1$$

$$H_g = 40 - 37.23 = 2.77\text{m.}$$

- Hg : Hauteur géométrique

- h2 : côte au niveau de la bache de réception

- h1 : côte au niveau de l'ouvrage d'entrée (dégrilleur).

**Tableau V.1** : Les valeurs de K, m et  $\beta$ .

Tuyau	K	m	$\beta$
Acier	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Fonte	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Amiante ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,774	1,77

Pour l'acier, on a :

- ✓ K = 0,00179
- ✓ m = 5,2
- ✓  $\beta = 1,9$

L'expression de perte de charge linéaire s'écrit :

$$\Delta H_{lin} = 1.05 \frac{k * L * Q\beta}{D^m}$$

- ✓ K : coefficient de perte de charge (K = 0.00179).
- ✓  $Q_{tp}$  : débit totale pompé.
- ✓ L : longueur de la conduite.
- ✓ D : diamètre de la conduite.
- ✓ B : coefficient dépendant le régime d'écoulement.
- ✓ m : coefficient dépendant du type de matériau de la conduite.

$$\Delta H_{lin} = 1.05 \frac{0,00179 \times 8 \times (4.16 \times 10^{-3})^{1,9}}{0.08^{5,2}} = 0.22 \text{ m}$$

$$\text{HMT} = 2.77 + 0.22 + 1,5 = 4,49 \text{ m}$$

**HMT= 4,49 m**

### V.3 Choix de la pompe

On utilise des pompes d'assainissement pour le relevage des eaux usées de puisard vers l'ouvrage d'entrée. Donc pour choisir le type de pompe on utilise le catalogue Caprari (logiciel Caprari). Toutes les caractéristiques de la pompe et le moteur sont représentés sur la fiche technique de la pompe choisie. (Annexe)

### V.4 Profile hydraulique

Le profile hydraulique consiste à calculer les différents niveaux d'eau le long de la chaîne de traitement, qui nous renseignent sur la position de la ligne de charge. Les cotes moyennes du terrain naturel des zones d'implantation des ouvrages sont représentées sur le tableau ci-dessous :

**Tableau V.2** : cotes moyennes du terrain naturel d'implantation des différents ouvrages de la station

Désignation des ouvrages	Côtes du terrain naturel (m)
Dégrilleur	39.80
Déssableur - déshuileur	39.60
Bassin de coagulation	39.50
Bassin de floculation	39.01
Décanteur primaire	38.80
Le bassin d'aération	38.50
décanteur secondaire	37.80

### V.5 Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages

L'expression de perte de charge est exprimée par la formule de DARCY WEISBACH :

$$\Delta H = \frac{k * L * Q^\beta}{D^m} = C_{PA} - C_{PB}$$

Avec :

CPA : côte du plan d'eau au point A

CPB : côte du plan d'eau au point B

#### A. Diamètre :

D'après la formule de DARCY WEISBACH le diamètre est donné par cette formule :

$$D = \sqrt[m]{\frac{k * L * Q^\beta}{C_{PA} - C_{PB}}}$$

#### B. Longueurs des conduites

Dans notre cas on a :

**Tableau V.3:** longueurs théoriques supposées des conduites entre les ouvrages de la STEP.

Ouvrages	L théoriques supposées (m)
Dégrilleur → Déssableur - déshuileur	4
Déssableur - déshuileur → B. coagulation	6
B. coagulation → B. floculation	6
B. floculation → décanteur primaire	10
décanteur primaire → Le bassin d'aération	8
Le bassin d'aération → décanteur secondaire	8

### C. Calculs des cotes piézométriques des différents ouvrages

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de BERNOULLI donné par :

$$P1/W + V1^2 / 2g + Z1 = P2/W + V2^2 / 2g + Z2 + H_{1-2}$$

- $P1/W$  et  $P2/W$  : énergies de pression dans les sections (1) et (2).
- $V1^2 / 2g$  et  $V2^2 / 2g$  : énergies cinétiques en (1) et (2).
- $Z1$  et  $Z2$  : cotes des points (1) et (2).
- $H_{1-2}$  : pertes de charges dans le tronçon (1 – 2).

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées il vient :

$$P1/W + Z1 = P2/W + Z2 + H_{1-2}$$

$$\text{On pose : } P1/W = H1 \text{ et } P2/W = H2$$

$$\text{Donc : } H1 + Z1 = H2 + Z2 \quad CP1 = H1 + Z1 \quad CP2 = H2 + Z2$$

$$CP1' = CP2' + H_{1-2}$$

### V.5.1 Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotes piézométriques :

#### A Conduite Dégrilleur / Désableur - déshuileur

On a : Cote du radier du dégrilleur (A) : 39.80 m

Hauteur d'eau = 0,7 m

D'où :  $C_{PA} = 39.80 + 0,7 = 40.5$  m

Cote du radier du Désableur - déshuileur: 39.10 m

Hauteur d'eau : 1 m

D'où :  $C_{PB} = 39.10 + 1 = 40.1$  m

L = 4 m

#### A.1 Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{k * L * Q^\beta}{C_{PA} - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179 * 4 * (4.16 \times 10^{-3})^{1.9}}{40.5 - 40.1}} = 0.062 \text{ m}$$

Le diamètre nominal :  $D_n = 65$  mm

#### A.2 Cote piézométrique

$$D'où \text{ on aura : } C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{k * L * Q^\beta}{D^m} = 40.5 - \frac{0.00179 * 4 * (4.16 \times 10^{-3})^{1.9}}{0.05^{5.2}}$$

$C_{PB}' = 40.18$  m

#### B Conduite Désableur - déshuileur / B. coagulation

$C_{PA}' = 40.18$  m

Cote de radier du bassin coagulation (B) : 37.5 m

Hauteur d'eau : 2.5 m

D'où :  $C_{PB} = 37.5 + 2.5 = 40$  m

$L = 6$  m

### B.1 Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{k * L * Q^\beta}{C_{PA} - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179 * 6 * (4.16 \times 10^{-3})^{1.9}}{40.18 - 40}} = 0.078 \text{ m}$$

$D_n = 80$  mm

### B.2 Cote piézométrique

$$C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} = 40.01 \text{ m}$$

$C_{PB}' = 40.01$  m

### C Conduite coagulation / bassin de floculation

$C_{PA}' = 40.01$  m

Cote de radier du bassin de floculation (B) : 37.4 m

Hauteur d'eau : 2.5 m

D'où :  $C_{PB} = 36.01 + 2.5 = 39.9$  m

$L = 6$  m

### C.1 Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{k * L * Q^\beta}{C_{PA}' - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179 * 6 * (4.16 \times 10^{-3})^{1.9}}{40.01 - 39.9}} = 0.086 \text{ m}$$

$D_n = 90$  mm

**C.2 Cote piézométrique**

$$C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K \cdot L \cdot Q^\beta}{D^m}$$

$$C_{PB}' = 39.92 \text{ m}$$

**D Conduite bassin de floculation / décanteur primaire**

$$C_{PA}' = 39.92 \text{ m}$$

Cote de radier du bassin de décantation : 35m

Hauteur d'eau : 4 m

D'où :  $C_{PB} = 35 + 4 = 39 \text{ m}$

$$L = 10 \text{ m}$$

**D.1 Diamètre**

$$D = \sqrt[m]{\frac{K \cdot L \cdot Q^\beta}{C_{PA}' - C_{PB}'}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179 \cdot 10 \cdot (4.16 \times 10^{-3})^{1.9}}{39.92 - 35}} = 0.063 \text{ m}$$

$$D_n = 65 \text{ mm}$$

**D.2 Cote piézométrique**

$$C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K \cdot L \cdot Q^\beta}{D^m}$$

$$C_{PB}' = 39.12 \text{ m}$$

**E Conduite décanteur primaire / Le bassin d'aération**

$$C_{PA}' = 39.12 \text{ m}$$

Cote de radier du bassin d'aération: 36 m

Hauteur d'eau : 3 m

D'où :  $C_{PB} = 36 + 3 = 39 \text{ m}$

$$L = 8 \text{ m}$$

**E.1 Diamètre**

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{C_{PA} - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0,00179 * 8 * (4,16 \times 10^{-3})^{1,9}}{38,32 - 38}} = 0,089 \text{ m}$$

$$D_n = 90 \text{ mm}$$

**E.2 Cote piézométrique**

$$C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m}$$

$$C_{PB}' = 39 \text{ m}$$

**F Conduite bassin d'aération / décanteur secondaire**

$$C_{PA}' = 39 \text{ m}$$

Cote de radier du décanteur secondaire: 35.20 m

Hauteur d'eau : 2.8 m

$$D'ou : C_{PB} = 35,20 + 2,8 = 38 \text{ m}$$

$$L = 8 \text{ m}$$

**F.1 Diamètre**

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{C_{PA}' - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0,00179 * 8 * (4,16 \times 10^{-3})^{1,9}}{39 - 38}} = 0,059 \text{ m}$$

$$D_n = 60 \text{ mm}$$

**F.2 Cote piézométrique**

$$C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m}$$

$$C_{PB}' = 38,03 \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont résumés sur le tableau ci-dessous :

**Tableau V.4:** récapitulatif des différentes cotes des ouvrages de la STEP.

Désignation	Cote du terrain (m)	Cote de radier (m)	Plan d'eau (m)	Cote piézométrique
Dégrilleur	39.80	39.80	0.7	40.50
Déssableur - déshuileur	39.60	39.10	1	40.18
Bassin de coagulation	39.50	37.5	2.5	40.01
Bassin de floculation	39.01	37.4	2.5	39.92
Décanteur primaire	38.80	35	4	39.12
Le bassin d'aération	38.50	36	3	39
décanteur secondaire	37.80	35.20	2.8	38.03

### Conclusion :

Dans ce chapitre, on a effectué le calcul hydraulique de la station d'épuration dont le profil hydraulique de la station d'épuration et le dimensionnement des équipements et ouvrages hydrauliques nécessaires pour le fonctionnement de la chaîne d'épuration comme :

- Le puisard
- Le poste de relevage
- La pompe de relevage
- Les conduites qui relient les ouvrages de traitement.

# **Chapitre 06 :**

# **Gestion et entretiene**

# **la station**

## Chapitre VI Gestion et entretien de la station

### Introduction

Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. Il faut veiller donc au maintien au parfait état de propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, mûrs, etc...

### VI.1 Gestion et entretien de la station:

Le but de la station d'épuration ou bien la station de traitement des eaux polluées est de faire traiter les eaux usées provient afin de leur rejets ou réutiliser, cette opération est très difficile et compliqué nécessite une gestion précis et régulière pour bien contrôler les équipements dela station donc la gestion de la STEP est l'ensemble des techniques et moyens faire par des techniciens et des agents pour le fonctionnement correct et efficace de la station.

Elle consiste donc à :

- ✓ Relever les compteurs et indicateurs de fonctionnement.
- ✓ Réaliser les simples tests d'analyses et leurs interprétations.
- ✓ Régler l'aération, la recirculation et l'extraction des boues.
- ✓ Tenir un journal de bord.
- ✓ Planifier les taches d'entretien et de maintenance.

#### VI.1.1 Etablissement de documents :

Une station d'épuration comportant des appareillages de diverses natures, il est indispensable d'établir, au préalable, un nombre de documents permettant une organisation rationnelle de leur entretien.

##### VI.1.1.1 Documents d'ordre des opérations à effectuer :

Les documents permettant de déterminer les opérations à effectuer et d'on ordonner l'exécution sont :

- ✓ Un tableau général du matériel : les caractéristiques et les organes de chaque appareil y sont mentionnés.

- ✓ Les fiches d'entretien par appareil : les fiches d'entretien établies pour chaque appareil doivent indiquer toutes les opérations à y effectuer avec mention de leur fréquence.

### **VI.1.1.2 Documents de contrôle :**

- ✓ Les feuilles de temps de marche mentionnent les temps de marche journaliers et éventuellement, la puissance absorbée.
- ✓ Les fiches de contrôle qui permettant d'apprécier les baisses de rendement et de déterminer le moment opportun de remplacement.

Des rapports d'exploitation détaillés sont indispensables pour contrôler la marche de la station. La comparaison des rapports mensuels s'étendant sur de longue période, permet de constater

les variations dues aux changements de population, de la station, de méthodes d'exploitation ou d'autres facteurs.

## **VI.1.2 Moyens et techniques d'exploitation de la station :**

### **VI.1.2.1 Moyens humains :**

La complexité de la plupart des ouvrages d'épuration nécessite un personnel qualifié et spécialisé en la matière.

Le tableau suivant explique comment les gens et les techniciens faire pour le bon fonctionnement de la station d'épuration :

**Tableau VI.1 : Les rôles des personnes dans la STEP.**

Personnels	Rôles
- Le chef de la station	- Tache administrative (organisation du personnel).
- Technicien de laboratoire	- Responsable sur les analyses et l'échantillonnage.
- Electromécanicien	- Dépannage de toutes les filières (eau et boues) peut devenir chef d'exploitation d'une filière sophistiquée.
- Des ouvriers	- Entretien des filières simples
- Agent d'exploitation	- l'entretien et l'exploitation des différents ouvrages épuratoires. - Assure l'ensemble des opérations.
- Des gardiens	- Assure la sécurité de la STEP.

### VI.1.3 Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration

L'exploitant doit effectuer un certain nombre de mesures et contrôles entrant dans le cadre de l'exploitation et la gestion de la station, dont les principaux sont :

- Mesure de débit
- Mesure de pH et de la température

La mesure de pH doit être faite à l'entrée de la station, afin de prendre toutes les dispositions nécessaires pour le déroulement des traitements sensibles à ce paramètre.

Pour maintenir la température optimale du bon fonctionnement de certains ouvrages de traitement (dégraisseur, bassin d'aération), la mesure de la température est très recommandée.

- ✚ Mesure de débit.
- ✚ Mesure de pH et de la température.
- ✚ Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)
- ✚ Mesure de la demande biologique en oxygène (DBO5)
- ✚ Mesure de la quantité d'oxygène dissous
- ✚ Mesure de la quantité des sels nutritifs (azote et phosphore).

- ✚ Temps de marche journalier des principales machines tournantes (pompes, agitateur).
- ✚ Mesure des boues.

#### VI.1.4 Contrôle de fonctionnement

Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. Il faut veiller donc au maintien en parfait état de propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs...etc.

Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de les protéger contre la corrosion

Les ouvrages en béton doivent être régulièrement inspectés. Les vérifications doivent porter sur l'étanchéité, la détection des fissures, les ruptures des joints de dilatation. Il faut lubrifier et graisser régulièrement tous les équipements mécaniques et électromécaniques et veiller à leur fonctionnement.

Pour les équipements immergés, une vidange une fois par ans des ouvrages où ils sont disposés est nécessaire pour leur entretien. Les équipements d'aération doivent être également inspectés régulièrement en nettoyant les orifices de diffusion de l'air.

Ce qui nous mène à exiger une attention distinctive afin d'assurer de façon continue l'épuration conforme des effluents. Elle doit s'exercer à plusieurs niveaux :

➤ Contrôle journalier

Ces contrôles peuvent être effectués par l'exploitant, différentes épreuves ou observations permettent d'apprécier la rationalisation de la conduite de la station d'épuration :

- ✚ le test de décantation et de turbidité.
- ✚ les odeurs.
- ✚ les couleurs des boues.

Le manque d'oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noire. Afin de permettre des contrôles périodiques plus précis, il est important que l'exploitant tienne un journal de bord sur lequel il consignera les résultats des tests et les observations faites.

➤ Contrôles périodiques

Le but essentiel de ces contrôles est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d'apporter au maître de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation en proposant toutes les améliorations ou rectifications qui s'imposent.

## **VI.1.5 Entretien des ouvrages**

### **VI.1.5.1 Le dégrilleur :**

Les déchets seront évacués quotidiennement, le nettoyage des parois des grilles se fait par un jet d'eau et l'enlèvement des matières adhérentes putrescibles par les râteaux.

- Noter les quantités des refus journalier.
- Vérifier le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique des râteaux automatisé.

### **VI.1.5.2 Désableur-Déshuileur :**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement de l'installation.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement du pont roulant et des procédés de raclage, suivi du déroulement complet d'un cycle de fonctionnement.
- Faire fonctionner 24/24 h le pont roulant et l'insufflation d'air.

### **VI.1.5.3 Bassin d'aération :**

- Chaque jour contrôler et intervenir pour tous les équipements d'aération fonctionnement convenablement.
- Vérifier et entretenir les procédures automatiques de démarrage et d'arrêt des aérateurs.
- Noter les paramètres de fonctionnement (débit et oxygène).
- Mesure et noter quotidiennement la charge en DBO<sub>5</sub> entrante et la concentration des boues dans le bassin.

### **VI.1.5.4 Clarificateur :**

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.

- Vérifier tous les six mois le bon fonctionnement des dispositifs de pompes des écumes.
- Analyser contractuellement l'eau après clarification (DBO, DCO, MES).
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôle et entretien des structures immergées.

#### **VI.1.5.5 Epaisseur :**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Mesurer quotidiennement la hauteur du voile de boues, le garde boue ne doit pas être inférieur à 2m.
- Contrôler et noter chaque jour le PH des eaux surversées e et des boues épaissies.
- Relever les volumes des boues soutirées des épaisseur.
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées.

#### **VI.1.5.6 Lits de séchage :**

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, les lits de sable devront être soigneusement dés herbé et ratissé afin de détisser la masse filtrante et la régulariser.
- Les quantités de boues à admettre sur les lits de séchage ne devront pas dépasser une épaisseur de 40 cm.
- Après deux à trois utilisations du lit, la couche superficielle est renouvelée par un sable propre.
- Tous les deux ans, il faut changer les lits de séchage (les lits seront refais complètement les drains seront colmatés ou brisés).
- Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrants par les précipitations.

### **VI.2 Impact sur l'hygiène et sécurité du personnel :**

La station d'épuration prévue peut constituer une source de danger et de nuisance pour le personnel qui est amené à y travailler.

Il est donc indispensable de prendre des précautions afin d'éviter les accidents suivantes :

### **VI.2.1 Risques due à la circulation :**

Les chutes et les glissades comptent parmi les accidents les plus fréquents. Elles sont généralement dues à l'absence de balustrades et à l'étroitesse des abords des bassins.

### **VI.2.2 Risques d'incendie et d'exploitation :**

Les défaillances des dispositifs de protection électriques pourraient provoquer des incendies. Il n'y pas de gaz de digestion donc risque d'explosion est à éliminer.

### **VI.2.3 Risques mécaniques :**

Les risques mécaniques résultant d'organes en mouvement, sont susceptibles d'entraîner des chocs, des cisaillements et des coupures.

### **VI.2.4 Risques dus aux réactifs :**

Un certains nombre des réactifs qui seront utilisés dans le conditionnement des boues ou la désinfection de l'effluent épuré, avant rejet, sont fortement corrosifs. Les poussières de chaux sont susceptibles de porter atteinte au système respiratoire et aux yeux.

Les dangers du chlore sont également redoutables, quelques inhalations d'un mélange d'air et de chlore suffisent pour entraîner une mort immédiate.

### **VI.2.5 Risques d'infections :**

Un contact direct avec l'eau usée et les boues, peut provoquer des risques d'infections.

Ceci serait d'autant plus prononcé, lors d'un mauvais fonctionnement de la station. En effet, il y a diffusion de produits tels que mousses et éléments pathogènes.

## **VI.3 Etude d'impact sur l'environnement :**

La présente étude d'impacts sur l'environnement vise à évaluer les perturbations sur les milieux physiques, biologiques, humains, ainsi que l'exploitation de la station d'épuration technique est susceptible d'entraîner et de proposer la solution environnementale optimale pour l'intégration de ce projet dans l'environnement et de cette étude, il s'agit également

d'obtenir les autorisations environnementales nécessaires pour l'implantation et l'exploitation de ce projet [17].

### **VI.3.1 Impact sur la qualité de vie de populations riveraines et la salubrité :**

Les effets néfastes engendrés par le fonctionnement d'une STEP sont les suivantes :

- effets sonores.
- les émissions olfactives.
- les émissions polluantes.

### **VI.3.2 Impact liés aux nuisances sonores :**

Les nuisances sonores peuvent porter atteinte à l'équilibre social, physique et physiologique de l'individu. Les effets de la pollution sonore se caractérisent par :

- une diminution de l'acuité auditive.
- des difficultés au niveau de la communication.
- une diminution de l'efficacité des individus sur leur lieu de travail et un allongement du temps de réaction.
- des troubles de sommeil.
- une réaction des sensations subjectives de bien être.

### **VI.3.3 Impact sur l'air :**

Compte tenu de la nature du site d'exploitation de la future station d'épuration qui est un terrain alluvionnaire, les émissions de poussières qui seront engendrées par les travaux. Les déblaiements et terrassement seront minimes. Elles n'auront aucun effet sur la santé des ouvriers du chantier.

### **VI.3.4 Impacts liés aux nuisances olfactives :**

Généralement, les odeurs qui s'échappent d'une installation de traitement des eaux usées sont des matières volatiles qui sont soit des composants de l'eau, soit des produits de décomposition gazeux. Toutes les émissions olfactives ayant lieu au cours des diverses phases de l'épuration des eaux usées et de traitement des boues dépendent largement de la composition de l'eau brute et de processus de traitement appliqué.

Cependant, le procédé retenu pour le traitement des eaux résiduaires à faible charge ne génère pas à priori des odeurs désagréables fortes.

### **VI.3.5 Impacts liés aux émissions d'aérosols :**

Dans une installation de traitement des eaux usées, la formation de l'aérosol concerne surtout les niveaux suivants :

- ouvrages de chute à ciel ouvert ;
- Secteurs d'admission et d'écoulement à fortes turbulences ;
- ensemble des bassins aérés (bassin de dessablement, de traitement biologique, etc.)

Dans les conditions normales d'exploitation et selon les connaissances actuelles dont nous disposons dans ce domaine, les aérosols ne possèdent aucun risque sanitaire à proximité des stations d'épuration.

### **VI.3.6 Impacts sur la ressource hydrique :**

Le traitement des eaux usées urbaines par le projet permettra d'assurer la sauvegarde de la qualité des milieux récepteurs et protéger les eaux souterraines pour la consommation et l'irrigation.

### **VI.3.7 Impacts sur la santé publique :**

La collecte des eaux usées permettra d'éviter les maladies à transmission hydrique susceptibles d'apparaître.

La station d'épuration des eaux usées écarte les risques sur la santé provenant de la population bactérienne des eaux usées et met à la disposition des agriculteurs un volume d'eau épurée affecté à l'irrigation sans risque majeur sur la santé.

### **VI.3.8 Impacts liés à l'élimination des boues :**

Les boues de la station d'épuration sont le résultat du traitement des eaux lors de l'élimination de la charge organique et minérale qu'elles contiennent. Elles sont représentées sous forme d'une suspension dans l'eau de matières minérales.

La qualité et les caractéristiques des boues produites dépendent non seulement des caractéristiques de l'effluent à traiter mais du procédé de traitement choisi.

Tout rejet occasionnel ou accidentel des boues au milieu récepteur est plus préjudiciable qu'un rejet d'effluent brut en raison des risques accrus de sédimentation dès MES.

L'évacuation et le transport des boues d'épuration dans des camions, vu que le site d'implantation est à proximité de la route.

### **VI.3.9 Impacts liés à l'arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration :**

Les facteurs pouvant engendrer un arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration seront due :

- Au mauvais fonctionnement du procédé ou à des pannes l'appareillage.
- A une pollution accidentelle : rejet industriel sans aucun traitement préalable.
- A des erreurs humaines dans le control de la station.
- A une faute de maintenance du système d'assainissement.

Tous ces facteurs contribuent à un rejet d'eau usée pareillement ou non traitée chargée en polluants divers et dont la qualité sera évidemment non conforme aux normes prescrites.

### **VI.4 Mesures et recommandations :**

Cette partie de l'étude traitera des mesures à envisager de façon à maîtriser et à réduire les impacts du projet sur l'environnement. Ces mesures se subdivisent en trois catégories :

#### **VI.4.1 Mesures à prendre contre la pollution de l'air :**

Il est indispensable qu'une station soit implantée loin d'habitation ou de ne laisser pas des habitations se construire trop près de la station. En effet, l'éloignement à prévoir doit dépasser les 300m. Il est souhaitable que les contraintes correspondantes soient fixées ou confirmées par des documents d'urbanisme.

La réduction des émissions d'odeurs est possible si certaines conditions sont respectées :

- ✓ Un bon fonctionnement du réseau d'assainissement.
- ✓ Un bon dimensionnement des ouvrages de la STEP
- ✓ Limitation de la durée de stockage des sables et des refus de dégrillage.

### **VI.4.2 Mesures à prendre en cas de pollution accidentelle :**

Bien que la future station d'épuration soit prévue pour les eaux usées urbains mais, une pollution accidentelle n'est jamais à exclure comme un déversement accidentel de produits toxiques. Afin de ne pas altérer le fonctionnement de la station d'épuration, un by-pass général en amont de la station est prévu.

### **VI.4.3 Mesures à prendre pour la sécurité et l'hygiène du personnel :**

✓ **Risque de circulation :**

Les glissades être évitées par :

- un nettoyage quotidien des sols ;
- une élimination des flaques d'eau ou des boues.

✓ **Risque d'infection :**

Quelques mesures préventives sont indispensables pour éviter les risques d'infections lors du fonctionnement de la station d'épuration, nous pouvons citer :

- une protection par vaccination appropriée contre les maladies à transmission hydrique ;
- une désinfection immédiate et protection des maladies.

Toutes ces mesures doivent être données à tout le personnel (formation pédagogique, affichage).

✓ **Risque d'incendie :**

Une ventilation efficace et une scrutation avant la mise en marche de tout appareil susceptible de provoquer une déflagration seront un moyen de prévention contre tout incident.

✓ **Risque mécanique :**

Le port de gants limite considérablement les accidents de coupures ou de brûlures.

✓ **Risques électriques :**

La plupart des appareils tournants, dans les stations d'épuration sont entraînés par un moteur électrique et les tensions employées sont souvent très élevées.

Les principales mesures de sécurité sont les suivantes :

- Toute réparation de dispositifs électriques ne doit être effectuée que par un électricien qualifié.
- Le port de gant et de chaussures à semelles isolantes. Recommandations pour l'esthétique de la station d'épuration :

Pour bien intégrer la station d'épuration dans le milieu naturel décrit précédemment et afin que l'aspect paysager ne subisse pas une grande modification, nous recommandons de ceinturer le site par une rangée d'arbres (type cyprès).

En plus de cette fonction, ces arbres constitueront une brise vent et un rideau contre la propagation du bruit et des odeurs.

### **Conclusion**

Une station d'épuration est un outil d'amélioration de qualité de l'eau qui demande un pilotage précis et rigoureux. En effet, des techniciens et agents compétents sont nécessaires afin d'obtenir des rendements épuratoires satisfaisants et compatibles avec les normes de rejets imposés par la police de l'eau. De plus, ces agents sont également indispensables au bon fonctionnement des autres équipements de l'assainissement collectif.

# **Chapitre 07 : Aspect économique**

## Chapitre VII Aspect économique

### Introduction

Après avoir établi les différentes chaînes de traitement d'eau usée, on doit élaborer un devis estimatif et quantitatif pour les différents volumes de travaux et les divers éléments composant la station.

Le coût estimatif du projet est rétabli sur la base du coût du mètre cube (m<sup>3</sup>) d'eau épurée par la station.

☞ Le coût d'investissement :

- Coût des travaux de génie civil (terrassment et coût des ouvrages en béton).
- Les équipements (racleurs, turbine, pompes aérateurs, tuyauterie...).

$$C_{Ti} = C_{gc} + C_{eq} + C_{vrd}$$

☞ Le coût de fonctionnement :

- Coût d'exploitation courante.
- Coût de renouvellement du matériel électromécanique.
- Frais financiers et de la main d'œuvre.

### VII.1 Coût d'investissement

#### VII.1.1 Coût de terrassment

L'épaisseur de la couche végétale sera estimée à 20 cm.

Le prix du mètre cube de terrassment sera évalué à 300 DA. On calculera le volume de la couche végétale par l'expression :

$$V = 0.2 \times Sh_i$$

Avec :

V : volume de terrassment de l'ouvrage considéré.  $Sh_i$  : surface horizontale de l'ouvrage considéré.

Le coût d'un ouvrage sera donc :  $C = 300 \times V$

**Tableau VII.1** : Le coût de terrassement de chaque ouvrage

Ouvrages	nombre	Volume (m <sup>3</sup> )	Coût (DA)
- Déssableur-déshuilleur	01	1	300
- Décanteur primaire	01	1.664	499.2
- Bassin d'aération	01	5.84	1752
- Décanteur secondaire	01	1.068	320.4
- Bassin d'homogénéisation	01	36	10800
- Epaisseur	01	5.93	1779
- Lit de séchage	13	416	124800

Donc le coût total du terrassement est  $C_{terr} = 140250.6 \text{ DA}$

### VII.1.2 Coût du béton armé :

Le coût du béton revient actuellement à  $P_u = 20000 \text{ DA/m}^3$ .

$$C_b = P_u \times V_{tb}$$

$C_b$  : le coût du béton.

$V_{tb}$  : le volume total du béton.

Épaisseur des murs de l'ouvrage  $e_m$  : (0.15 à 0.5) m.

Épaisseur en radiers de l'ouvrage  $e_r$  : (0.3 à 0.4) m.

#### ✓ Calcul du volume de béton armé :

Le volume total du béton pour chaque ouvrage sera la somme des deux volumes :

$$V_{tb} = V_r + V_m$$

Tel que :

- $V_r = S_h \times e_r$
- $V_m = P \times H \times e_m$

On prend :

L'épaisseur du mur  $e_m = 0.15 \text{ m}$

L'épaisseur du radier  $e_r = 0.3 \text{ m}$

$V_r$  : volume du radier.

$V_m$  : volume du mur.

$P$  : périmètre de l'ouvrage.

$H$  : Hauteur de l'ouvrage.

**Tableau VII.2** : Le coût du béton armé de chaque ouvrage.

Ouvrages	nombre	Volume (m <sup>3</sup> )		$V_{tb}$	Coût (DA)
		$V_m$	$V_r$		
- Dessableur-déshuilleur	01	1.8	1.5	3.3	66000
- Décanteur primaire	01	7.125	2.496	9.621	192420
- Bassin d'aération	01	8.62	8.76	17.38	347600
- Décanteur secondaire	01	2.973	1.602	4.575	91500
- Bassin d'homogénéisation	01	14.25	54	68.25	1365000
- Epaisseur	01	5.65	8.9	14.55	290000
- Lit de séchage	13	54.6	249.6	304.2	6084000

Coût total du béton armé est  $C_{ba} = 8436520$  DA

### VII.1.3 Coût total du génie civil :

Le total du génie civil est la somme des deux coûts calculé précédemment :

$$C_{gc} = C_{terr} + C_{gc} = 140250.6 + 8436520 = 8576770.6 \text{ DA}$$

### VII.1.4 Coût des VRD :

Le coût des VRD est estimé à 25% du coût du génie civil donc :

$$C_{VRD} = 0.25 \times 8576770.6 = 2144192.65 \text{ DA}$$

### VII.1.5 Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques :

Il est estimé à 40% du ( $C_{gc} + C_{VRD}$ )

$$C_{eq} = 0.4 \times (8576770.6 + 2144192.65) = 4288385.3 \text{ DA}$$

### VII.1.6 Coût total des investissements de la station :

$$C_{Ti} = C_{gc} + C_{VRD} + C_{eq} = 8576770.6 + 2144192.65 + 4288385.3 = 15009348.55 \text{ DA}$$

**VII.2 Coût de fonctionnement :****VII.2.1 Le coût de main d'œuvre :**

Le coût de main d'œuvre est estimé à 5% du coût d'investissement :

$$C_{m.o} = 0.05 \times C_{Ti} = 0.05 \times 15009348.55 = 750467.42 \text{ DA}$$

**VII.2.2 Le coût de renouvellement du matériel électromécanique :**

Il est estimé à 5% du coût d'investissement total

$$C_{rm} = 0.05 \times 15009348.55 = 750467.42 \text{ DA}$$

**VII.2.3 Le coût des frais financiers :**

Il est estimé à 5% du coût d'investissement total

$$C_{ff} = 0.05 \times 15009348.55 = 750467.42 \text{ DA}$$

**VII.2.4 Le coût de fonctionnement total :**

$$C_{Ft} = C_{mo} + C_{rm} + C_{ff} = 750467.42 \times 3$$

$$C_{Ft} = 2251402.26 \text{ DA}$$

**VII.3 Cout du projet d'une somme égale:**

$$I = 15009348.55 + 2251402.26 = 17260750.81 \text{ DA}$$

**Conclusion**

L'estimation effectuée nous a permis d'avoir une idée sur le cout du projet de conception d'une unité d'épuration des eaux usées industrielles de l'usine de conserves thon VIVA. Sise à la wilaya de BOUMERDES, zone d'activité HAMADI. Ce dernier est estimé à 17260750.81 DA.

# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale**

L'objectif du traitement des eaux résiduaires est l'obtention d'une eau épurée qui répond aux normes de rejets imposées par la législation et pouvant par suite être évacuée sans danger dans le milieu naturel ou bien être utilisée dans le cadre de mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage). Dans cette optique, l'objectif de notre travail est la conception d'une station d'épuration des eaux usées une unité de conserverie de thon. Les eaux usées produites par cette industrie sont de bonne biodégradabilité, en vue d'obtenir une eau de haute qualité réutilisable dans cette industrie agroalimentaire. Ce dispositif présente de résoudre les risques sanitaires et environnementales liés à la réutilisation des eaux usées traitées par les procédés conventionnels.

Nous avons comparés les résultats obtenus du dimensionnement des BRM avec ceux du dimensionnement d'un bassin de traitement biologique à boue activées. Nous avons remarqué que l'installation d'un BRM permet d'avoir un gain d'espace considérable.

Mais aujourd'hui, il ne suffit pas de construire des stations d'épuration mais il faut savoir comment les gérer car une station d'épuration sans une bonne gestion ne peut pas tenir longtemps ; car les performances épuratoires sont obtenues par un bon entretien des ouvrages de la station et un contrôle quotidien des équipements, et des paramètres indiquant la qualité d'eau à épurer.

Les stations d'épuration nécessitent un personnel qui doit être toujours présent et percevant pour prendre quotidiennement des observations et assurer le bon déroulement des différentes étapes de traitement ; et en contrepartie le personnel doit être protégé contre n'importe quel danger dont il est tout le temps exposé.

# **Référence bibliographique**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Boubkeri Mustapha, Vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines en contexte industriel: cas de la zone de Hassi Ameur (région d'Oran Algérie) ,2013
2. Limam faiza, Valorisation des sous-produits issus des unités de transformation de poissons, 2017.
3. Jean Jobidon, document, lignes directrices sur les usines de transformation de produits marins, 2013.
4. Jaques Bernard, Technique de l'ingénieur : La pollution de l'eau d'origine industrielle, 2008.
5. Jean-Claude BOEGLIN. Technique de l'ingénieur : Pollution industrielle de l'eau, G1210,V2, 2008.
6. Jean-Claude BOEGLIN, Traitements physico-chimiques de la pollution soluble. Techniques de l'ingénieur, 2008.
7. Ministère de l'Environnement Français. Techniques d'épuration actuelles et évolution. Document no 27 (1994), Conception des stations d'épuration -Cahier technique (1996). INTROUVABLE
8. Jean-Claude BOEGLIN, Traitements physico-chimiques de la pollution insoluble. Techniques de l'ingénieur, G1270, 2008.
9. SAWADOGO Boukary. Thèse de Doctorat : Traitement des eaux usées industrielles par des procédés membranaires. Université de Montpellier 2018.
10. Ghofrane taktak, Étude de différentes approches visant la réduction des Polluants de rejets d'eaux usées d'une industrie Agroalimentaire, Université de Montréal, 2016.
11. Raynal Sylvain. Etude expérimentale et numérique des grilles ichtyo- compatibles. Thèse de Doctorat, Université de Poitier, 2013.
12. Alain Truc, Traitements tertiaires des effluents industriels. Techniques de l'ingénieur, G1310, 2007.
13. Abdelkader GAID, épuration biologique des eaux usées urbaines, tome 1. OPU, 2003.
14. Traitement des eaux usées industrielle. Suez Handbook
15. Jean-Pierre Canler, Performances des systèmes de traitement biologique aérobie des graisses, Graisses issues des dégraisseurs de stations d'épuration traitant des effluents à dominante domestique, Fiche n°24 de la FNDAE.
16. Abid et Zohri, Etude comparative entre le traitement physico-chimique, des rejets de textile par un bio flocculant et le traitement au niveau d'une station de pré-traitement au sein d'une unité industrielle de textile, Revue des Energies Renouvelables Vol. 21 N°2 (2018) 165 - 171.
17. Abid et Zohri, Dimensionnement d'une station automatique et continue de traitement physico-chimique des rejets liquides de traitement de surface. Afrique SCIENCE 06(2) (2010) 93 – 107.
18. Bioréacteurs à membranes et traitement des eaux usées. Technique de l'ingénieur, 2007.
19. EMILIAM Koller, Traitement des pollutions industrielles, édition DUNOD, 2005.
20. Julian Tosoni, Compréhension des facteurs de contrôle des performances de la déshydratation mécanique des boues résiduelles en filtre-pressé. Thèse de Doctorat,

Université Blaise Pascal- Clairmont II, 2016.

21. Jean Monfet, Évaluation du coefficient de ruissellement à l'aide de la méthode SCS modifiée. Rapport Gouvernement du Québec Ministère des Richesses naturelles : Service de l'hydrométrie 1979.
22. Dimensionnement du bassin de régulation des eaux pluviales. Note du département de la Seine et Marne.
23. dimensionnement mécanique de tuyaux, Rapport du Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton 2017.
24. W. Echenfeldr, Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, Technique et documentation Paris.
25. Bechac. P, Pierre. Boutin, B. Mercier, P. Nuer. Traitement des eaux usées. EYROLLES Paris 1987.