

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR  
HYDRAULICS

"The MujahidAbdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للري  
"المجاهد عبد الله عرباوي"

ⵎⴰⵔⵉⵜ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ ⵏ ⵙⵉⵎⵓⵔ

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: REUTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELLES**

**THEME :**

Dimensionnement d'une unité d'épuration des eaux usées  
industrielles d'une usine de peinture ENAP de LAKHDARIA  
(w:Bouira)

**Présenté par :**

**GUERIANI Sidali**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
DJELLAB Mohamed	Professeur	Président
LEULMI MEDJDOUB Sonia	MCB	Examinatrice
BETATACHE Hayat	MCA	Examinatrice
KOLIAI Djaffer	MAA	Examineur
SAIL Nadhira	MAA	Promotrice

**Session :2022/2023**

## **REMERCIEMENTS**

*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 ma promotrice*

***Mme, SAIL Nadhira** pour ses orientations, ses précieux conseils et sa contribution dans l'élaboration de ce travail.*

*Mes grands remerciements :*

*Aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail*

*A tous les enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire*

*Jusqu'au cycle universitaire.*

# ملخص

الهدف من هذا العمل هو قياس الهياكل الهيدروليكية لمحطة معالجة مصنع الدهانات بالمنطقة الصناعية الواقعة ببلدية الأخرية ولاية البويرة لتجنب طرح المياه المستعملة من هذا المصنع مباشرة إلى الطبيعة. سيساعد إنشاء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الحفاظ على موارد المياه الجوفية والسطحية وحماية البيئة والصحة العامة. وسيتم إعادة استخدام المياه النقية المعالجة إما للتنظيف أو التبريد.

## Résumé :

L'objectif du présent travail consiste à dimensionner les ouvrages hydrauliques d'une station d'épuration de l'usine de peintures dans la zone industrielle située dans la commune de Lakhdaria afin d'éviter de jeter l'eau usée issue de cette usine directement dans la nature. La mise en place d'une station d'épuration permettra de préserver la ressource en eau souterraine et superficielle, protéger l'environnement et la santé publique. L'eau épurée traitée sera réutilisée, soit pour le nettoyage ou le refroidissement.

## Abstract

The aim of this work is to measure the hydraulic works of the treatment plant of the paint factory in the industrial zone located in the commune of Lakhdaria to avoid discharging wastewater from this factory directly into nature. . The creation of a wastewater treatment plant will help conserve ground and surface water resources and protect the environment and public health. The treated pure water will be reused either for irrigating agricultural land or for cleaning or cooling.

# Sommaire

Introduction générale .....	1
<b>Chapitre I :Présentation de la zone d'étude</b>	
I.1. Introduction.....	4
I.2. Présentation de la zone d'étude.....	4
I.2.1. Situation géographique .....	4
I.2.2. Situation climatologique .....	5
I.2.3. Température.....	6
I.2.4. Vents .....	7
I.2.5. Les activités industrielles dans la zone d'étude :.....	7
I.3. Processus de fabrication des peintures :.....	7
I.3.1. Equipements et taches du Laboratoire de l'usine .....	8
I.3.2. Pesage des matières premières .....	8
I.3.3. Dispersion.....	8
I.3.4. Premier mélange .....	8
I.3.5. Broyage des pigments .....	8
I.3.6. Contrôle de finesse.....	9
I.3.7. Contrôle de couleur.....	9
I.3.8. Contrôle de stabilité .....	9
I.3.9. Remplir les emballages .....	9
I.4. Effluents de l'industrie des peintures.....	9
I.4.1. Les effluents de fabrication .....	9
I.4.2. Les effluents particuliers .....	10
I.4.3. Les rejets occasionnels .....	10
I.5. Les caractéristiques des différents effluents .....	10
I.5.1. Demande biologique d'oxygène (DBO5) .....	10
I.5.2. Azote ammoniacal et phosphore.....	10
I.5.3. Matières en suspension (MES).....	10
I.5.4. Huiles et graisses .....	11

I.6. Conclusion .....	11
-----------------------	----

## **Chapitre II :Caractéristiques des eaux usées industrielles**

II.1. Introduction .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2. Définition des eaux usées .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.1. Origines des eaux usées .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.2. Les types d'eaux usées.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.2.1. Les eaux usées domestiques .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.2.2. Les eaux usées industrielles.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.2.3. Les eaux agricoles .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.2.4. Les eaux pluviales et de ruissellement .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.3. Nature de la pollution .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.3.1. Micropolluants organique.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.3.2. Métaux lourds .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.3.3. Substances nutritives .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.3.4. Micropolluant organiques et non organiques ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.3.5. Pollution toxique .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.3.6. La pollution thermique .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.4. Caractéristiques des eaux usées.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.4.1. Caractéristiques physiques .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.4.2. Caractéristiques chimiques .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.4.3. Caractéristiques organoleptiques .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.5. Normes de rejets des eaux usées .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.5.1. Normes internationales.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.5.2. Les polluants dans les eaux d'une usine de peintures ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.5.3. Les normes de rejets industriels (algérienne) ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.3. Conclusion.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

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

III.1. Introduction .....	13
III.2. Choix de procédé de traitement pour l'industrie de peinture .....	13
III.2.1. Evaluation de la pollution des eaux.....	13
III.2.2. La pollution des eaux industrielles.....	13
III.2.3. Les étapes de traitement des eaux usées .....	14
III.3. Les prétraitements.....	14

III.3.1. Le dégrillage .....	14
III.3.2. Le tamisage .....	15
III.3.3. Le dessablage .....	15
III.3.4. Le dégraissage .....	16
III.3.5. Refroidissement .....	17
III.4. Le traitement primaire.....	17
III.4.1. La décantation.....	18
III.5. Le traitement secondaire .....	19
III.5.1. Traitement par voie physico-chimique.....	19
III.5.1.1. La coagulation floculation.....	19
III.5.2. Traitement par voie biologique .....	20
III.5.2.1. Nitrification .....	21
III.5.2.2. Dénitrification.....	21
III.5.2.3. Le lagunage .....	21
III.5.2.4. Le lagunage naturel.....	21
III.5.2.5. Le lagunage aéré .....	22
III.5.2.6. Lit bactérien.....	22
III.5.2.7. Principe de la boue activée .....	23
III.5.2.8. Les Disques biologiques .....	24
III.6. Traitement tertiaire .....	24
III.6.1. Elimination de l'Azote et du Phosphore.....	24
III.6.1.1. Elimination de l'azote .....	24
III.6.1.2. Elimination du phosphore .....	25
III.7. La Désinfestation.....	25
III.7.1. Le rayonnement ultraviolet.....	26
III.8. Conclusion.....	26

#### **Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages**

IV.1. Introduction .....	28
IV.2. Les analyses de qualité des rejets liquides .....	28
IV.3. Calcul de base pour le dimensionnement .....	28
IV.4. Le dimensionnement des ouvrages de la station .....	29
IV.4.1. Le prétraitement .....	30
IV.4.1.1. Le dégrilleur .....	30

IV.4.1.2. Ledessablage-déshuilage.....	34
IV.5. Letraitementphysico–chimique .....	35
IV.5.1. Traitementchimique .....	35
IV.5.1.1. Bassindecoagulation .....	35
IV.5.1.2. Bassin de floculation.....	36
IV.5.2. Traitement physique.....	36
IV.6. Le traitement biologique .....	38
IV.6.1. Le bassin d'aération .....	38
IV.6.1.1. Dimensionnement d'un bassin biologique.....	38
IV.6.1.2. Détermination du volume du bassin .....	39
IV.6.2. Besoin en oxygène .....	40
IV.7. Conclusion .....	41

### **Chapitre V :Calcul hydraulique**

V.1. Introduction .....	43
V.2. Le puisard .....	43
V.3. Relevage .....	43
V.3.1. Levolumedubassin.....	43
V.3.2. Calculdudiamètredelaconduitedere foulement.....	44
V.3.3. La hauteur manométrique de la pompe .....	44
V.4. Choixdelapompe .....	45
V.5. Profilehydraulique .....	45
V.6. Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages.....	46
V.6.1. Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotes piézométriques .....	47
V.7. Conclusion.....	50
Conclusion générale.....	51
Référencebibliographique .....	53

## **Liste des figures**

<b>Figure I. 1:</b> Carte de wilaya de Bouira.....	4
<b>Figure I. 2:</b> Localisation de ENAP l'industrie du peinture (source : Google earth).....	5
<b>Figure II. 1:</b> Schéma de la nature de la pollution des eaux. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Figure III. 1:</b> Les étapes de traitement des eaux usées industrielles. ....	14
<b>Figure III. 2:</b> Photo d'une grille.....	15
<b>Figure III. 3:</b> Dessableur.....	16
<b>Figure III. 4:</b> Déshuileur. ....	17
<b>Figure III. 5:</b> Traitement biologique.....	20
<b>Figure III. 6:</b> Lagunage naturel. ....	22
<b>Figure III. 7:</b> lagunage aère.....	22
<b>Figure III. 8:</b> Lit bactérien. ....	23
<b>Figure III. 9:</b> Traitement avec la boue activée. ....	23
<b>Figure III. 10:</b> Disque biologique.....	24

## Liste des planches

1. **Plan de masse de station**
2. **Ouvrage de station**
3. **Profile hydrauliques**



## Liste des tableaux

<b>Tableau I. 1:</b> Les jour de prècipitation à Lakhdaria pendant l'annèe .....	5
<b>Tableau I. 2:</b> Quantité des pluies à Lakhdaria pendant l'annèe .....	6
<b>Tableau I. 3:</b> Les jours les plus humides de l'annèe.....	6
<b>Tableau I. 4:</b> Variation de température à Lakhdaria pendant l'annèe .....	7
<b>Tableau I. 5:</b> La vitesse de vent à Lakhdaria pendant l'annèe .....	7
<b>Tableau I. 6:</b> Les caractéristiques de rejet de l'industrie de peintures (ENAP) .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
<b>Tableau II. 1:</b> Classification des eaux d'après leur pH.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tableau II. 2:</b> Norme de rejets internationaux. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tableau II. 3:</b> Les normes algériennes de rejet effluent liquides. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tableau II. 4:</b> Paramètres unité valeurs °n limites toléra aux valeurs limites anciennes. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>Tableau II. 5:</b> Méthodes de dosage selon normes européennes et américaines. .... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>Tableau IV. 1:</b> Résultats des analyses de rejets.....	28
<b>Tableau IV. 2:</b> Dimensionnement du bassin d'homogénéisation.....	30
<b>Tableau IV. 3:</b> Les caractéristiques dimensionnelles des grilles. ....	30
<b>Tableau IV. 4:</b> Les valeurs de $\beta$ sont représentées dans le tableau suivant. ....	32
<b>Tableau IV. 5:</b> Les résultats de dimensionnement de dégrilleur.....	33
<b>Tableau IV. 6:</b> Dimensionnement du dessableur-déshuileur .....	35
<b>Tableau IV. 7:</b> Les résultats de dimensionnement du bassin de coagulation .....	37
<b>Tableau IV. 8:</b> Les résultats de dimensionnement du bassin de floculation.....	38
<b>Tableau IV. 9</b> les résultats de dimensionnement du Décanteur primaire. ....	38
<b>Tableau IV. 10:</b> Les charges du bassin d'aération .....	39
<b>Tableau IV. 11:</b> valeur des coefficients a' et b' en fonction de la charge massique. (Cours épuration).....	40
<b>Tableau IV. 12:</b> Les concentrations après le traitement biologique.....	41
<b>Tableau V. 1:</b> Les valeurs de K, m et $\beta$ .....	44
<b>Tableau V. 2:</b> Cotes moyennes du terrain naturel d'implantation des différents ouvragesde la station. ....	45
<b>Tableau V. 3:</b> Longueurs théoriques supposées des conduites entre les ouvrages de la STEP. ....	46
<b>Tableau V. 4:</b> Récapitulatif des différentes cotes des ouvrages de la STEP.....	50



# **Introduction générale**

# Introduction générale

---

Le traitement des eaux usées industrielles occupe une place importante dans les soucis environnementaux de notre pays car les rejets d'eaux résiduaires ont fortement évolués en quantité et qualité depuis quelques décennies. Les pollutions présentes dans l'eau sont d'origines diverses: industrielle dans notre cas

Les activités de (ENAP) produisent de nombreux déchets qui sont traités systématiquement par des technologies en constante évolution. L'épuration des eaux résiduaires industrielles est réalisée dans des stations d'épuration où leurs différents polluants sont séparés ou dégradés par des procédés physiques, chimiques ou biologiques.

Inévitablement, la quasi-totalité des procédés d'épuration appliqués aux effluents résiduaires des secteurs industriel, qu'ils soient biologiques ou physico-chimiques, aboutissent à concentrer les polluants sous forme de suspension aqueuses ou de boues. Ces boues constituent des déchets volumineux, puisqu'elles contiennent généralement 95 à 99 % d'eau, et sont génératrices de nuisances dans la mesure où, souvent, elles contiennent des matières organiques fermentescibles et/ou des matières toxiques.

Pour cela, le traitement des boues est une phase difficile de la lutte contre la pollution. Par ailleurs, l'importance économique de ce problème est illustrée par l'importance du coût, tant en investissement qu'en exploitation qui peut représenter, notamment pour les stations d'épuration des grandes agglomérations, 40 à 60 % de l'ensemble du traitement des eaux. Les procédés biologiques de la lutte contre la pollution des eaux, font l'objet de recherches très actives.

# **Chapitre I**

## **Présentation de la zone d'étude**

# Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

## I.1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de présenter la ville de LAKHDARIA, en expliquant sa situation géographique, climatique, sa population ; sa géologie et son hydrologie ; On présentant les données de base de la station.

## I.2. Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Bouira dans son découpage administratif, dispose de 12 daïras et 45 communes. La Daïra de Lakhdaria dont fait partie notre zone d'étude se situe au Nord-Ouest de la wilaya de Bouira. Elle se compose des communes suivantes :

- Kadiria.
- Maala.
- Guerouma.
- Bouderbala.

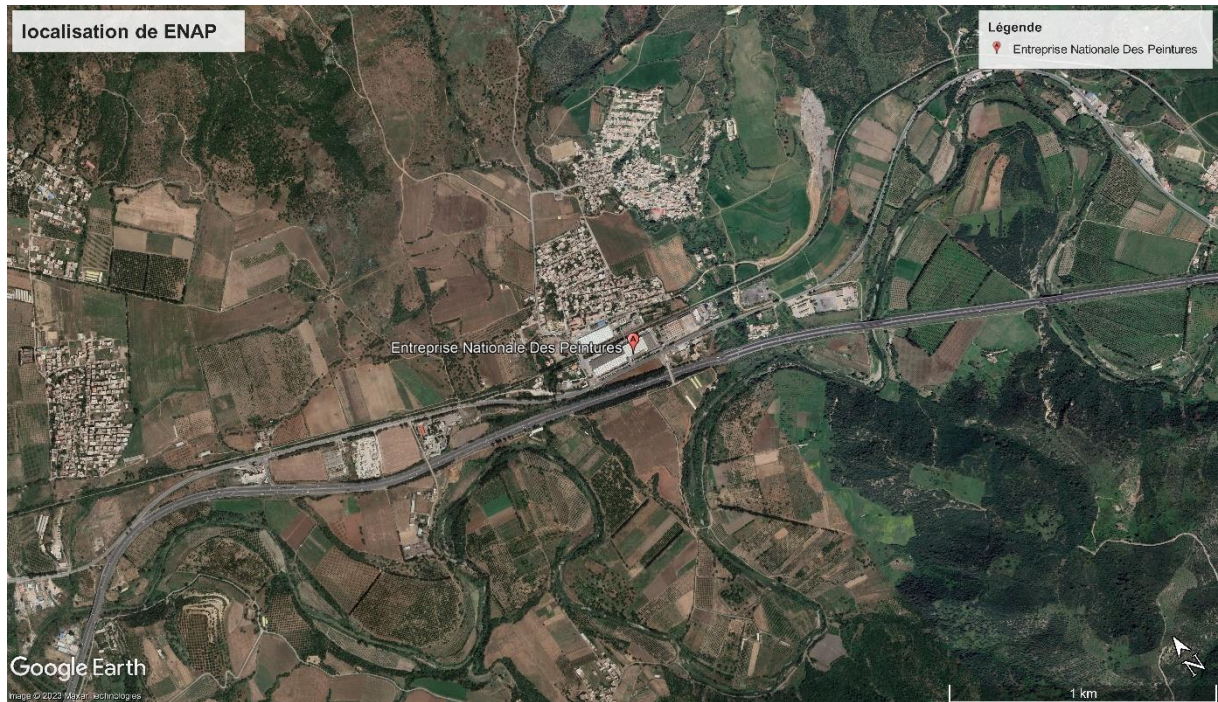


**Figure I. 1:**Carte de wilaya de Bouira. (source : Google).

### I.2.1. Situation géographique

La zone industrielle se situe à la Cité caprière dans la commune de Lakhdaria, à 50 km de la wilaya d'Alger. Elle est repérée par les coordonnées suivantes :

X Longitude UTM	557148 m E
Y Latitude UTM	4045408 m N



**Figure I. 2:** Localisation de ENAP l'industrie du peinture (source : Google earth).

## I.2.2. Situation climatique

À Lakhdaria, les étés sont courts, très chaud, sec et dégagé dans l'ensemble et les hivers sont long, frisquet, précipitation et partiellement nuageux.

### a. Les Précipitations :

Tout au long de l'année, l'apparition d'accumulations d'eau mesurant au moins 1 millimètre n'est pas constante à Lakhdaria. Ce type de jour est appelé jour de précipitation. Tout au long de l'année à Lakhdaria ; les précipitations sont classées en pluie, neige, ou une combinaison des deux les jours de temps pluvieux. Le mois avec le plus grand nombre de jours de pluie est février, avec une moyenne de 7,3 jours. Parmi les différentes formes de précipitations, la pluie est la plus fréquente, avec la plus grande probabilité de se produire le 19 novembre avec une probabilité de 28 %.[7]

**Tableau I. 1:** Les jour de prècipitation à Lakhdaria(de l'année 2022)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Pluie	7.8j	7.3j	6.7j	6.2j	5.4j	2.0j	0.9j	2.0j	4.7j	6.1j	7.5j	7.9j
Tous	8.0j	7.5j	6.8j	6.2j	5.4j	2.0j	0.9j	2.0j	4.7j	6.1j	7.5j	7.9j

Source : UN FAO climate info tool

## Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

### **b. La quantité de Pluie :**

Présenter les fluctuations des précipitations sur une base mensuelle ne réduira pas le problème, nous présentons donc les précipitations accumulées sur une période de 31 jours qui tourne autour de chaque jour de l'année. Lakhdaria observe un changement notable dans la quantité de précipitations chaque mois.

Du 25 août au 13 juin, Lakhdaria connaît une saison des pluies qui dure 9,6 mois. Les précipitations sont mesurées sur une période glissante de 31 jours et sont considérées comme survenues lorsqu'il y a au moins 0,5 pouce de précipitations. Décembre est le mois le plus humide à Lakhdaria, avec une pluviométrie moyenne de 71 millimètres.

Du 13 juin au 25 août, Lakhdaria connaît une période de 2,4 mois sans précipitations. Il ne tombe que 3 millimètres de pluie au cours du mois le plus sec de Lakhdaria. [7]

**Tableau I. 2:**Quantité des pluies à Lakhdaria(de l'année 2022)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Pluie (mm)	66.6	61.9	51.1	47.4	36.5	11.5	3.2	8.2	26.1	40.8	61.8	70.8

*Source :UN FAO climat info Tools*

### **c. Humidité :**

L'évaporation de la transpiration et le refroidissement du corps se produisent en fonction de l'humidité du point de rosée, c'est ainsi que nous évaluons les niveaux de confort. Une atmosphère humide est ressentie dans des conditions de points de rosée élevés, tandis qu'un environnement plus sec est ressenti dans des conditions de points de rosée bas. Les points de rosée ont tendance à fluctuer plus lentement que les changements de température entre le jour et la nuit. Par conséquent, après une journée lourde, il est courant qu'une nuit lourde suive, quelle que soit la baisse de température. L'humidité à Lakhdaria est ressentie différemment au fil des saisons. [7]

**Tableau I. 3:**Les jours les plus humides (de l'année 2022)

Mois	Jan	fev	Mars	avr	Mai	join	juil	Aout	Sept	oct	nov	dec
Temps lourd	0.0j	0j	0j	0j	0.3j	2.9j	8.6j	11.0j	5.9j	1.0j	0.0j	0.0j

*Source : UN FAO climate info tool*

### **I.2.3. Température**

La variation de température dans la région de Lakhdaria dépend principalement de la période de l'année, la période la plus chaude va de juin à septembre, avec une température maximale moyenne supérieure à 30°, et la période fraîche va de novembre à mars, avec une température maximale moyenne inférieure à 19°C. °[7]



## Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

**Tableau I. 4:** Variation de température à Lakhdaria (de l'année 2022)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T(max)C°	15	16	18	21	24	29	33	33	30	25	20	19
T(moy)C°	9	9.5	11.5	14	17.5	22	25.5	26	23	18.5	14	11.5
T(min)C°	3	3	5	7	11	15	18	19	16	12	8	4

Source : UN FAO climat info Tools

### I.2.4. Vents

La vitesse horaire moyenne du vent à Lakhdaria connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année.

La période la plus venteuse de l'année dure 5,8 mois, du 27 octobre au 19 avril, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 12,3 kilomètres par heure. Le mois le plus venteux de l'année à Lakhdaria est décembre, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 13,8 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 6,2 mois, du 19 avril au 27 octobre. Le mois le plus calme de l'année à Lakhdaria est juin, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 10,9 kilomètres par heure. [7]

**Tableau I. 5:** La vitesse de vent à Lakhdaria (de l'année 2022)

Mois	Jav	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Vent (Km/h)	13.7	13.5	12.8	12.5	11.3	10.9	11.2	11.0	11.1	11.8	13.3	13.8

Source : UN FAO climat info Tools

### I.2.5. Les activités industrielles dans la zone d'étude :

Il y a dans la zone de Lakhdaria deux grandes activités industrielles principales, la fabrication des peintures par l'entreprise nationale des peintures, et la fabrication de l'eau de javel dans l'usine des produits d'entretien (ENAD). Dans ce qui suit nous nous intéressons aux différents équipements et aux processus de fabrication de peintures de l'entreprise nationale de peintures.

### I.3. Processus de fabrication des peintures :

La production de peinture de haute qualité est un processus spécialisé et à forte intensité de main-d'œuvre. À cette fin, le personnel de production de ENAP a reçu une formation interne dispensée par des experts en laboratoire et a perfectionné ses connaissances de l'industrie sous la supervision de fabricants de peinture expérimentés. En combinant les développements de la technologie de peinture moderne avec les meilleures techniques du passé, la qualité des produits ENAP est désormais reconnue dans le monde entier. [8]

# Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

---

## **I.3.1. Equipements et taches du Laboratoire de l'usine**

Les laboratoires d'usine développent des recettes uniques pour chaque couleur avant de passer à la production. Au cours du processus de développement, ENAP a soigneusement vérifié la qualité du revêtement. Le laboratoire est également responsable du contrôle des matières premières et surveille la qualité du processus de fabrication du début à la fin. Une autre tâche importante du laboratoire est la recherche continue dans le domaine de nouvelles matières premières et de nouveaux systèmes de production. [8]

## **I.3.2. Pesage des matières premières**

Ce ne sont pas seulement des pigments et des charges, mais aussi des liants tels que les dextrines et la gomme arabique, qui peuvent être rendus liquides par dilution ultérieure. Au cours du processus de fabrication, la quantité requise de matière première sèche est soigneusement pesée au gramme près et préparée pour être expédiée au service suivant, le service qui produit le premier mélange. Tous les liants liquides et additifs sont stockés dans ce département de mélange. Remplir d'ingrédients secs prémesurés en tapotant la quantité requise. Ce déversement peut laisser une petite quantité de matière sèche sur le sac. Pour cette raison, il est important de contrôler chaque produit à chaque étape de fabrication pour éviter les variations de couleur et de viscosité. Grâce aux commandes, des ajustements peuvent être effectués au besoin. [8]

## **I.3.3. Dispersion**

Les pigments ne se dissolvent pas dans les liants. Par conséquent, ils doivent être uniformément répartis dans le liant, c'est-à-dire bien dispersés. La dispersion se fait en deux temps. Tout d'abord, le pigment est mélangé avec un agitateur et broyé pour déterminer la taille des particules. [8]

## **I.3.4. Premier mélange**

Les pigments sont fournis sous forme de poudre, et les zones pigmentées sont regroupées en "grappes". Lorsqu'ils sont mélangés pour la première fois, ces amas sont réduits et uniformément répartis dans le liant. Le pouvoir colorant est encore assez faible, mais il augmente lorsque le pigment est broyé[8]

## **I.3.5. Broyage des pigments**

Les amas de pigments sont broyés sur un broyeur à trois barils jusqu'à la finesse de broyage souhaitée. Il convient de veiller à ne pas endommager les pigments, car cela pourrait entraîner des écarts de couleur. Trois cylindres métalliques tournent les uns par rapport aux autres à des vitesses différentes. Le premier cylindre tourne plus lentement, le deuxième tourne 3 fois plus vite et le troisième tourne 9 ou 12 fois plus vite. Cela dépend du type de broyeur. Cette différence de vitesse répartit le pigment par friction et la peinture est transférée d'un rouleau à l'autre. Retirez enfin la peinture avec un grattoir. [8]

### **I.3.6. Contrôle de finesse**

La distance entre les rouleaux détermine la finesse du broyage. Ce processus peut être répété jusqu'à cinq fois. Plus la mouture est fine, plus l'intensité de la couleur est élevée. Le tambour est creux et refroidi à l'intérieur pour éviter que les pigments ne soient calcinés à cause de la chaleur de friction. Selon le type de pigment et l'utilisation finale de la peinture ou de l'encre, la taille de pulvérisation du pigment est comprise entre 2 et 55 microns.

Après le broyage, vérifiez la finesse à l'aide d'une "jauge Hegman". La profondeur des rainures de la jauge augmente progressivement et s'exprime en microns. Diluez la peinture jusqu'à une certaine viscosité, versez-la dans la rainure et lissez-la. Lorsque la fraction pigmentaire est supérieure à l'épaisseur de la couche picturale, ils dépassent la surface. C'est ici, visible à l'œil nu sous une lumière indirecte, que la finesse de la mouture est déterminée. [8]

### **I.3.7. Contrôle de couleur**

Ici, la nouvelle couleur est comparée à la couleur par défaut. En superposant les deux couleurs finement et épaissement, vous pouvez souligner la clarté et les nuances de la couleur. Il ne devrait y avoir aucune différence entre la nouvelle couleur et la couleur par défaut. [8]

### **I.3.8. Contrôle de stabilité**

Chaque lot est soumis à un contrôle pendant une période de temps déterminée afin de garantir que seuls des produits de qualité entrent sur le marché. Après cela, la peinture est à nouveau testée en laboratoire et, après vérification, transportée au service d'emballage. [8]

### **I.3.9. Remplir les emballages**

Le tube est rempli par le bas et le bouchon est déjà vissé. Le tube en plastique est ensuite scellé par un processus de cuisson. Le tube métallique est plié et serré plusieurs fois. Les bouteilles sont remplies, scellées et étiquetées. Enfin, assurez-vous que le paquet contient la bonne quantité de peinture. [8]

## **I.4. Effluents de l'industrie des peintures**

Alors que les eaux usées domestiques ont des propriétés relativement similaires, les eaux usées industrielles (IRE) sont si diverses que chaque industrie nécessite des recherches spécifiques et nécessite souvent l'utilisation de procédés spécifiques.

En plus des données analytiques importantes, il est essentiel de disposer d'informations suffisantes sur le processus de fabrication des peintures et la configuration des circuits pour comprendre les besoins et déterminer un traitement satisfaisant. [9]

### **I.4.1. Les effluents de fabrication**

La plupart des processus industriels produisent des émissions dangereuses pour l'environnement comme : les solvants, les pigments, les liants ...etc lorsque l'eau entre en contact avec des gaz, des liquides ou des solides. Ces rejets sont continus ou discontinus. La présence d'un bac d'homogénéisation est donc indispensable. [9]

### **I.4.2. Les effluents particuliers**

Certaines eaux usées peuvent être séparées pour un traitement spécifique. Cela permet de récupérer les matières premières et/ou l'eau lors de la production. Dans le deuxième cas, ces effluents sont envoyés vers un bac de collecte, éventuellement prétraités, puis réinjectés dans le circuit de traitement selon un débit pondéré. C'est le cas des bains de décapage et de galvanoplastie. L'écoulement de liquide dans un réservoir ou dans un tuyau résultant du traitement des eaux de chaufferie ou des eaux d'appoint, telles que les eaux de vannes, de chaudière et de flash de refroidissement. [9]

### **I.4.3. Les rejets occasionnels**

Il s'agit de liquides créés à la suite de déversements accidentels de produits, tels que l'eau de lavage des sols ou lors de la manipulation ou du stockage d'outils de production. Mais aussi de l'eau polluée. [9]

## **I.5. Les caractéristiques des différents effluents**

La composition des eaux usées varie fortement selon leur source (industrielle, domestique, etc.). Ils peuvent contenir de nombreuses substances sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. Varie en fonction des propriétés physiques, chimiques et biologiques et des risques pour la santé qu'elles entraînent. Leur caractérisation se fait donc en considérant plusieurs paramètres tels que : paramètres physique, paramètres chimiques, et organoleptiques[9]

### **I.5.1. Demande biologique d'oxygène (DBO5)**

Les effluents de l'usine des peintures constituent d'une grande quantité de matière plastique et l'un des principaux apports de matière organique et sont constitués de fractions solubles et de matières en suspension qui contribuent à une demande élevée en oxygène.

### **I.5.2. Azote ammoniacal et phosphore**

Les niveaux élevés d'azote dans les effluents sont causés non seulement par les boues et les désinfectants utilisés, mais également par les niveaux élevés de sang et de protéines contenus dans le flux de résidus liquides. Les formes dissoutes non ionisées d'azote ammoniacal sont toxiques et peuvent provoquer une accumulation de nutriments conduisant à l'eutrophisation. L'absorption du phosphore est également associée aux processus d'eutrophisation, qui nuisent au milieu aquatique. [9]

### **I.5.3 Matières en suspension (MES)**

Cela est dû à la forte concentration de lipides et de protéines dans les eaux usées. De fortes concentrations de matières en suspension s'accumulent à la surface des sédiments et peuvent provoquer une dégradation permanente de l'environnement, entraînant des modifications de la faune benthique et une perte de la vue et de l'odorat. [9]

# Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

---

## **I.5.4. Huiles et graisses**

La concentration de graisses et d'huiles dans les eaux usées est provoquée par le processus. La libération directe de graisses entraîne principalement une augmentation de la demande biochimique en oxygène.

## **I.6. Conclusion**

Dans cette partie du travail, nous avons pu collecter des données sur la qualité de différentes eaux usées, en rapport avec les différentes étapes de la chaîne de production de l'usine des peintures ENAP.

# **Chapitre II**

## **Les procédés d'épuration**

### **III.1. Introduction**

Les eaux usées des activités industrielles contiennent de nombreuses substances néfastes pour le milieu aquatique final et peuvent dans certains cas être nocives pour la santé. Il ne s'agit pas seulement des eaux usées des grandes usines chimiques, mais aussi des petites et moyennes entreprises (galvanoplasties, tanneries, usines textiles, etc.) largement répandues dans toute la Méditerranée qui produisent des eaux usées dangereuses déversant dans les eaux côtières et intérieures. S'applique aux eaux usées.

### **III.2. Choix de procédé de traitement pour l'industrie de peinture**

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 fait :

#### **III.2.1. Evaluation de la pollution des eaux**

Généralement il y a cinq principaux paramètres mesurent les matières polluantes des eaux usées urbaines :

- Les matières en suspension (MES) exprimées en mg par litre. Ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à  $1\mu\text{m}$  contenues dans l'eau. Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques et décantent spontanément.

- La demande biochimique en oxygène (DBO), exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle exprime la quantité de matières organiques biodégradables présentes dans l'eau. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour mesurer ce paramètre, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommé au bout de cinq jours. C'est la DBO<sub>5</sub>, demande biochimique en oxygène sur cinq jours.

- La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle représente la teneur totale de l'eau en matières oxydables. Ce paramètre correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir pour oxyder par voie chimique ces matières.

- Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants, à cause des problèmes d'eutrophisation.

- Les microorganismes excrétés avec les matières fécales. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes(memoireonline)[9]

#### **III.2.2. La pollution des eaux industrielles**

Sont des eaux rejetées après la fabrication des produits ou nettoyage Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont :

- Les métaux toxiques,
- Les toxines organiques,
- Les matières colorées,

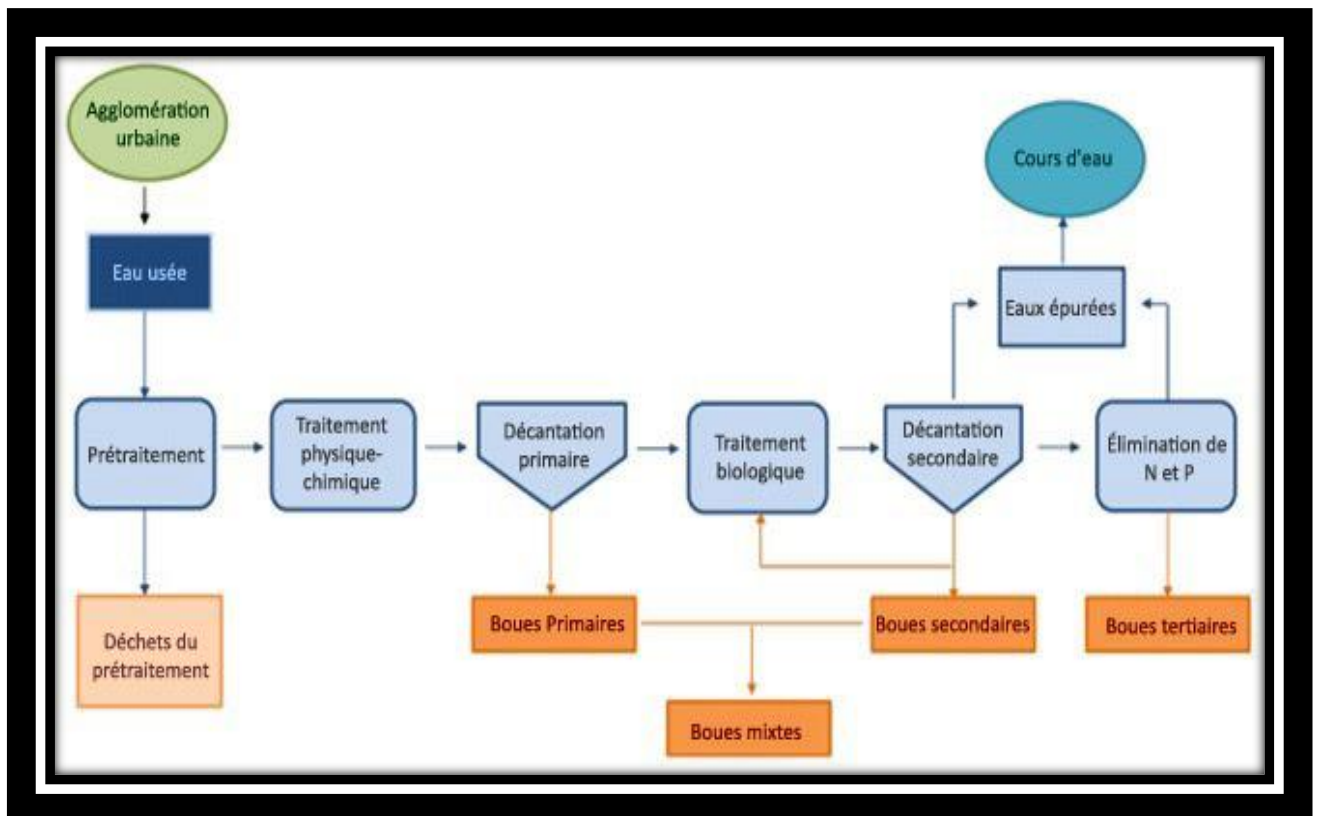
## Chapitre III : Les procédés d'épuration

- Les huiles et graisses,
- Les sels,

### III.2.3. Les étapes de traitement des eaux usées

- Prétraitement (physique)
- Traitement primaire (physique)
- Traitement secondaire (chimique et biologique)
- Le traitement tertiaire.

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. (source : google)

### III.3. Les prétraitements

Ils permettent d'éliminer les éléments les plus grossiers par des procédés de dégrillage, de dessablage ou de déshuilage-dégraissage.

#### III.3.1. Le dégrillage

Il peut éliminer de l'eau les déchets grossiers tels que les textiles, les plastiques et le bois. Ces déchets ne peuvent pas être dégradés naturellement au fil du temps et doivent être traités physiquement et mécaniquement plutôt que biologiquement ou chimiquement. C'est pour cette raison que les transmissions automatiques sont fabriquées partout dans le monde. [9]



## Chapitre III : Les procédés d'épuration

La plupart de ces machines sont équipées de systèmes de nettoyage automatique pour éviter le colmatage. Cependant, des problèmes peuvent survenir lors de l'utilisation et provoquer des dysfonctionnements.



**Figure III. 2:** Photo d'une grille(source : google)

### III.3.2. Le tamisage

Le tamisage est le processus consistant à faire passer des particules à travers un tamis pour les séparer en différentes tailles. Ensuite, les matières les plus fines sont séparées par tamisage. Utilisé pour séparer les matières en suspension des liquides par filtration. En d'autres termes, le tamisage sépare mécaniquement les sédiments meubles en fractions homogènes à partir desquelles les fossiles et/ou minéraux peuvent être isolés par tri. Avant cela, les organismes peuvent être extraits du sol à l'aide d'un appareil Berlèse. Le dispositif Berlese permet de transférer des animaux microscopiques dans un conteneur où ils peuvent être examinés au microscope. [9]

### III.3.3. Le dessablage

En revanche, les déchets solides (sable, gravier, minéraux lourds) contenus dans les eaux usées qui dépassent 200  $\mu\text{m}$  sont éliminés à l'aide d'un bac de dessablage.

La séparation du sable est un processus mécanique effectué par un dessableur et consiste à éliminer le sable et les solides inertes (généralement des matières organiques plus lourdes et plus grossières). Cela entraîne des inconvénients tels que l'usure des pièces mécaniques et l'accumulation de substances inertes dans les sections suivantes. usine. Après séparation, éliminer périodiquement ou à intervalles réguliers les différents types de sable.

## Chapitre III : Les procédés d'épuration

---

Un dessableur est une opération hydraulique qui utilise la gravité pour séparer l'eau du sable et des matériaux transportés en suspension. Il s'agit généralement d'un réservoir en béton armé construit à proximité de la structure de prise d'eau et ayant une section transversale plus grande que celle du canal d'alimentation. Les pièges à sable sont utilisés dans les centrales hydroélectriques pour limiter l'usure des tourbillons et des canaux d'irrigation et réduire l'accumulation de boue et de sable. [9]



**Figure III. 3:** Dessableur. (source : google)

### III.3.4. Le dégraissage

Le dégraissage est effectué pour séparer l'eau des substances huileuses légères grâce au processus de flottabilité et de vitesse de montée. En d'autres termes, il suffit d'enlever la graisse, l'huile, la cire et autres saletés de la surface. Il s'agit d'un processus largement utilisé pour le nettoyage en profondeur des machines, équipements, outils et composants industriels. L'écumage joue un rôle important dans la sécurité alimentaire, la protection professionnelle et l'efficacité de la production dans divers domaines tels que la santé, l'alimentation et l'automobile. [9]



**Figure III. 4:** Déshuileur. (source : google)

### III.3.5. Refroidissement

La réfrigération est un système qui transfère l'énergie thermique d'un fluide interne vers l'air extérieur. Cela permet de valoriser les déchets thermiques des centrales thermiques et des centrales de refroidissement sans provoquer de pollution des rivières. Le refroidisseur d'air est constitué d'une surface d'échange et d'un dispositif de ventilation. Le liquide à refroidir circule à l'intérieur du tuyau, l'air extérieur circule autour du tuyau et des ailettes sont prévues pour augmenter le taux d'échange thermique.

Cette technologie est très utile en climatisation pour réduire la chaleur dégagée par le condenseur des unités de refroidissement eau-eau. Une tour de refroidissement est un système de refroidissement par eau conçu pour une utilisation en boucle fermée. Les tours de refroidissement conviennent à une capacité de refroidissement élevée et augmentent l'efficacité énergétique mesurée par d'autres dispositifs similaires (condenseurs à air, refroidisseurs à air sec, refroidisseurs à sec, etc.). L'efficacité énergétique décrit la relation entre les performances de l'appareil et la consommation d'énergie. Moins un appareil consomme d'énergie pour un même confort thermique, meilleur est le résultat en termes d'efficacité énergétique. [9]

### III.4. Le traitement primaire

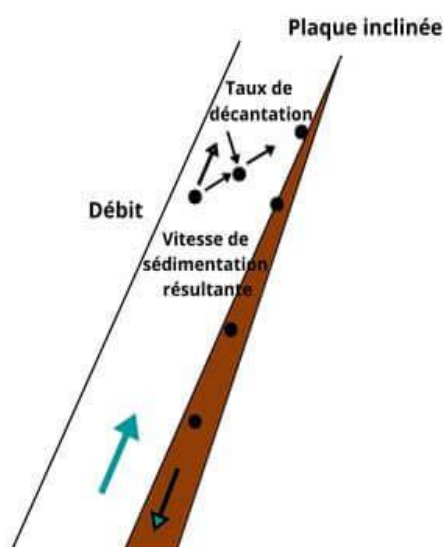
Dans le traitement des eaux usées, le traitement principal est la simple décantation, qui élimine la plupart des matières en suspension. Ces substances provoquent de la turbidité dans les eaux usées. Le fonctionnement s'effectue dans un bassin de décantation dont la taille dépend du type d'installation et de la quantité d'eau à traiter. De même, le temps de séjour des eaux usées dans ce bassin dépend de la quantité de matière évacuée et de la capacité du système à l'évacuer. La sédimentabilité des substances dans un étang est déterminée par l'indice de Mollman. Cet indicateur est mesuré quotidiennement dans les grandes stations d'épuration pour s'assurer du bon fonctionnement du système. A la fin de ce processus, environ 60 % des matières en suspension, 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO)

## Chapitre III : Les procédés d'épuration

et 30 % de la demande chimique en oxygène (DCO) ont pu être éliminés par décantation de l'eau. Cette partie de la DBO éliminée était causée par des matières en suspension. La charge organique à traiter est réduite d'autant. Les matières évacuées forment un lit de boues appelées « boues primaires » au fond du décanteur. En France, le traitement primaire des eaux usées domestiques est déjà sur le point de disparaître du fait de la généralisation du traitement secondaire par boues activées, qui comprend une étape de décantation<sup>5</sup>. Cela est particulièrement vrai si les eaux usées sont régulièrement diluées par l'eau de pluie et sont donc moins susceptibles de se déposer. Dans ce cas, il est plus économique d'omettre le traitement primaire et de surdimensionner le traitement secondaire. [9]

### III.4.1. La décantation

Lors de la décantation, le mélange hétérogène est laissé jusqu'à ce que les particules solides en suspension tombent au fond du récipient. Transférez ensuite soigneusement le mélange flottant dans un autre récipient. Un mélange presque homogène sera obtenu. La décantation est particulièrement adaptée pour séparer les composants qui ont tendance à couler au fond d'un liquide, comme le sable ou les boues. Il est également utilisé pour le traitement des eaux usées. La décantation se fait souvent très lentement. Pour accélérer cela, utilisez une centrifugeuse. En faisant tourner très rapidement le mélange hétérogène dans le tube, les particules sont poussées vers le fond du tube et séparées du liquide. Les entonnoirs séparateurs sont utilisés pour séparer deux liquides non miscibles. Un entonnoir séparateur a la forme d'un entonnoir allongé avec un tube long et fin qui se termine par un robinet. Lors de la décantation, un liquide plus dense est placé en dessous d'un liquide moins dense. Lorsque vous ouvrez le robinet, les deux liquides se séparent. [9]



## Chapitre III : Les procédés d'épuration

La vitesse de sédimentation d'une particule est sa vitesse théorique de descente dans une eau claire et stagnante. Les particules ne se déposeront que si :

- Dans un écoulement longitudinal, le rapport entre la longueur du réservoir et sa hauteur est supérieur au rapport entre la vitesse de l'eau et la vitesse de sédimentation. - En écoulement vertical ascendant, la vitesse de montée des eaux est inférieure à la vitesse limite de décantation.

- La décantation suit ce que l'on appelle la loi de Stokes. Cette loi stipule que la vitesse de chute d'une particule est proportionnelle au carré de la taille des particules et à la différence de densité entre la particule et le liquide. [9]

### III.5. Le traitement secondaire

#### III.5.1. Traitement par voie physico-chimique

Le traitement secondaire est le plus souvent réalisé par voie biologique, mais peut également être remplacé par des méthodes physico-chimiques et peut être utilisé pour favoriser la floculation et la coagulation des boues, permettre la fixation des phosphates, etc. Vous pouvez également y ajouter un traitement complémentaire.



Vue aérienne de clarificateurs. (source : google)

Cela comprend l'aération et le mélange de l'eau, mais aussi le nettoyage après décantation (appelé aussi collage).

A partir de ce dernier élément, l'eau épurée est évacuée (hors traitement tertiaire) et la majeure partie des boues décantées est renvoyée vers le bassin d'aération, tandis que le surplus est envoyé vers un circuit ou stockage spécifique.

Le traitement secondaire peut inclure une période de conditions anoxiques (ou une autre partie de conditions anoxiques) pour permettre la dégradation des nitrates.

##### III.5.1.1. La coagulation floculation

Coagulation la coagulation est un processus qui augmente le taux de sédimentation des particules solides en suspension dans un liquide. Des produits chimiques appelés coagulants sont ajoutés pour rendre les particules solides plus collantes et coaguler pour former des flocons. Ces flocons sont lourds et peuvent être facilement séparés du liquide par décantation.



## Chapitre III : Les procédés d'épuration

Cela permet de réduire le poids des particules et de limiter la taille du décanteur. De plus, certains éléments, comme le phosphore, sont précipités par l'ajout de produits chimiques. On ne les retrouve donc pas dans le surnageant. La purification par coagulation, qui est une combinaison de flocculation, de flocculation et de décantation, est souvent utilisée dans le traitement de l'eau. Élimine efficacement les matières en suspension et les impuretés de l'eau. [9]

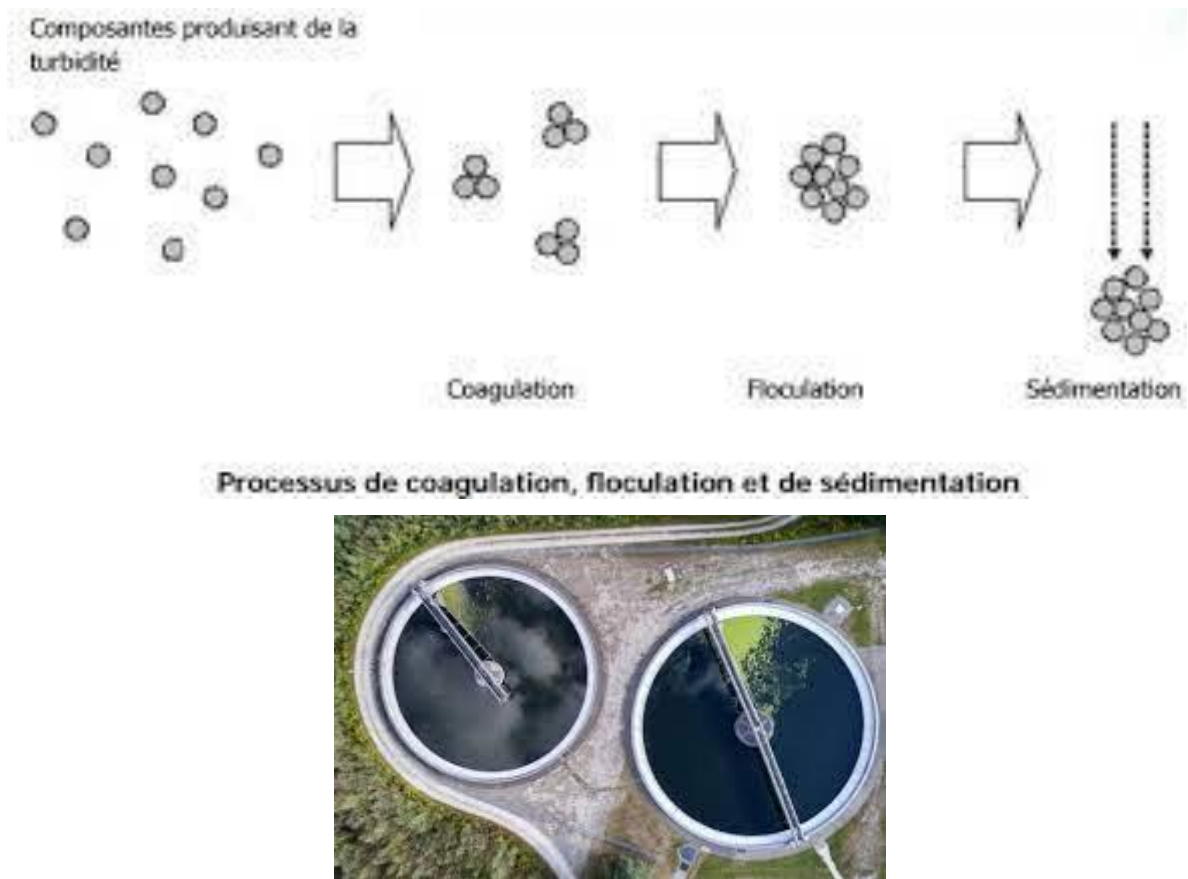


Figure III. 5: Traitement biologique. (source : google)

### III.5.2. Traitement par voie biologique

Le traitement biologique le plus simple consiste à éliminer les composés organiques tels que les sucres, les graisses et les protéines. La décomposition de ces composés organiques nécessite la consommation de dioxygène dissous dans l'eau, indispensable à la survie des animaux aquatiques et donc nocif pour l'environnement. L'exposition aux polluants organiques est généralement mesurée à l'aide de la DBO5 (demande biologique (ou biochimique) en oxygène sur 5 jours) ou de la demande chimique en oxygène (DCO). Les bactéries responsables de la décomposition des composés organiques sont hétérotrophes. Pour accélérer la décomposition des composés organiques, de l'oxygène doit être artificiellement ajouté aux eaux usées. [9]

### III.5.2.1. Nitrification

Si le temps de contact entre les eaux usées et les bactéries dans le bioréacteur est suffisant, il est possible de réaliser un deuxième niveau de traitement, la nitrification. L'ammoniac est oxydé en nitrite, qui est ensuite oxydé en nitrate par des bactéries nitrifiantes<sup>6</sup>. L'ammoniac est toxique pour les poissons. Les bactéries nitrifiantes sont autotrophes (les bactéries nitrifiantes fixent le carbone présent dans l'air, le CO<sub>2</sub>, nécessaire à leur croissance). Par conséquent, leur croissance est beaucoup plus lente que celle des plantes hétérotrophes. Les stations d'épuration des eaux usées doivent d'abord éliminer les composés organiques avant la nitrification. [3]

### III.5.2.2. Dénitrification

Une troisième étape optionnelle consiste à dénitrifier (ou dénitriquer) les nitrates formés lors de la nitrification. Cette conversion peut être réalisée en pompant une partie de l'eau contenant des nitrates en fin de traitement biologique et en la mélangeant avec l'eau alimentaire en tête de traitement. La dénitrification a lieu dans un réacteur anoxique en présence de composés organiques et de nitrates. Le nitrate (un nutriment qui provoque des infestations d'algues dans certains océans, notamment la mer du Nord) est réduit en diazote (N<sub>2</sub>) et s'échappe dans l'air. La dénitrification est généralement réalisée dans des stations d'épuration de petite taille au sein du même bassin que la nitrification par syncope (interruption de la ventilation, phase anoxique). Cette initiative est de plus en plus répandue afin de protéger le milieu naturel.

### III.5.2.3. Le lagunage

Le principe est que les eaux usées sont guidées par gravité dans une série de réservoirs, où le métabolisme des organismes vivants (bactéries, plantes, etc.) assure la détoxification (phytoépuration) de l'eau, et le substrat et les plantes assurent la filtration.

### III.5.2.4. Le lagunage naturel

Les deuxième et troisième bassins sont plantés de roseaux et d'autres plantes. Les performances attendues sont similaires à celles d'un lagon naturel, mais avec les limitations opérationnelles suivantes : B. Culture annuelle de macrophytes. Elle doit être réalisée par une entreprise spécialisée à la fin de l'été (risque de détérioration de la bêche ou risque de détérioration du sol compacté).-

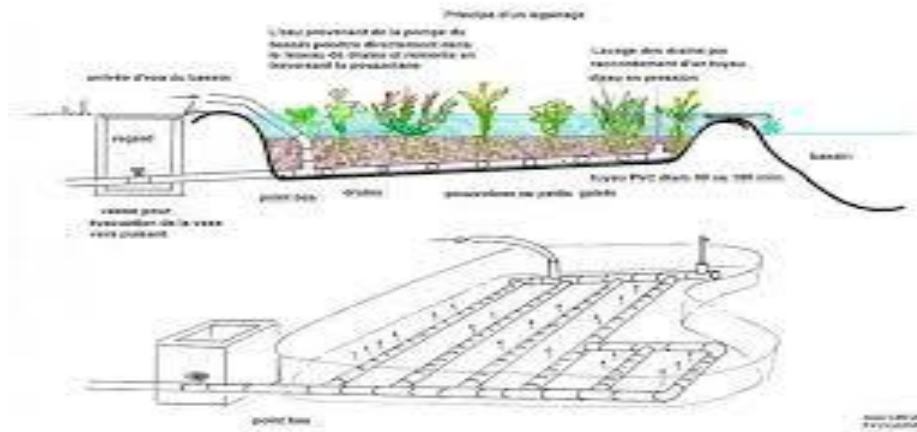


Figure III. 6: Lagunage naturel. (source : google)

### III.5.2.5. Le lagunage aéré

Il se compose de deux à trois réservoirs, dans le premier réservoir un système d'aération électromécanique facilite le transfert de l'oxygène dans l'eau, après quoi les autres réservoirs deviennent des décanteurs : un si la capacité est inférieure à 1 000 EW, deux avec courant alternatif si la capacité dépasse 1 000 SPORT. Les performances obtenues dépassent légèrement celles attendues dans un lagon naturel.

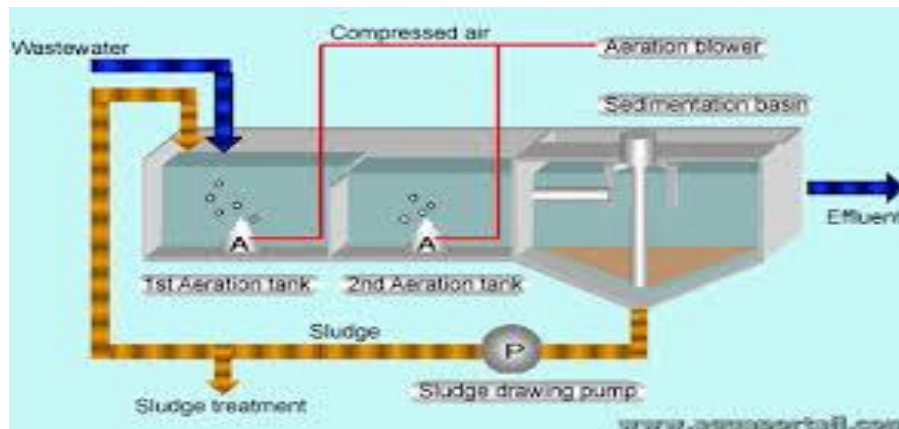


Figure III. 7: lagunage aéré. (source : google)

### III.5.2.6. Lit bactérien

La purification de l'eau sur lit bactérien est une méthode de purification biologique qui utilise des cultures à l'état solide. Ce système est le plus souvent utilisé pour les eaux fortement contaminées provenant de l'industrie alimentaire, de la production viticole et d'autres secteurs.

Dans cette technique, les micro-organismes nettoyants sont soutenus par des matériaux poreux ou spongieux. L'eau à traiter est dispersée dans la tête du réacteur et peut passer par le garnissage pour alimenter la recirculation. Dans des lits bactériens (ou filtres bactériens ou biofiltres), les substances actives des micro-organismes sont fixées sur un support poreux inerte (minéraux comme les pouzzolanes et le coke métallurgique, plastiques, roches volcaniques, galets) d'une porosité d'environ 50 %. La cible de traitement est filtrée.





Figure III. 8: Lit bactérien(source : google)

### III.5.2.7. Principe de la boue activée

La méthode des boues activées est une technologie de purification biologique de l'eau. Il s'agit d'une alternative efficace et relativement respectueuse de l'environnement (sans utilisation de produits chimiques) aux techniques de nettoyage les plus couramment utilisées, qui permet de récupérer les eaux usées en introduisant des concentrés de diverses bactéries. Un brassage mécanique est ajouté à ce mélange pour apporter l'oxygène nécessaire au bon fonctionnement des bactéries et tout le nécessaire à la décomposition de la matière. Cette dernière « mange » les polluants et les transforme en boues.

Ce processus élimine les molécules de phosphore, d'azote et de carbone présentes dans les eaux usées. Il est également relativement sécuritaire car les différents éléments nécessaires à son fonctionnement sont faciles à contrôler. Elle est plus efficace et plus rapide que la technologie des lits bactériens. Enfin, il n'y a pas de nuisances comme les odeurs ou les mouches, et cela nécessite peu d'espace d'installation.

Ce système est intéressant à partir d'un minimum de 400 équivalents habitants et peut être étendu jusqu'au traitement de 100 000 à 200 000 équivalents habitants. [9]

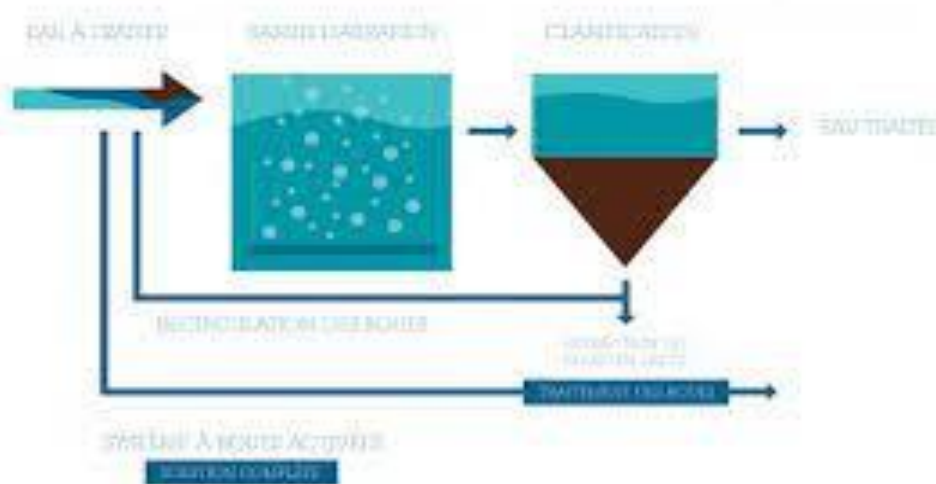


Figure III. 9: Traitement avec la boue activée(source : google)

### III.5.2.8. Les Disques biologiques

Cette technologie, également appelée « contacteur biologique rotatif » (RBC) par les Anglo-Saxons, remonte au XIX<sup>ème</sup> siècle. La biomasse est fixée sur un disque qui tourne autour d'un axe horizontal et est partiellement emportée par l'eau à traiter. La rotation met la biomasse en contact alterné avec l'eau à traiter et l'oxygène de l'air.

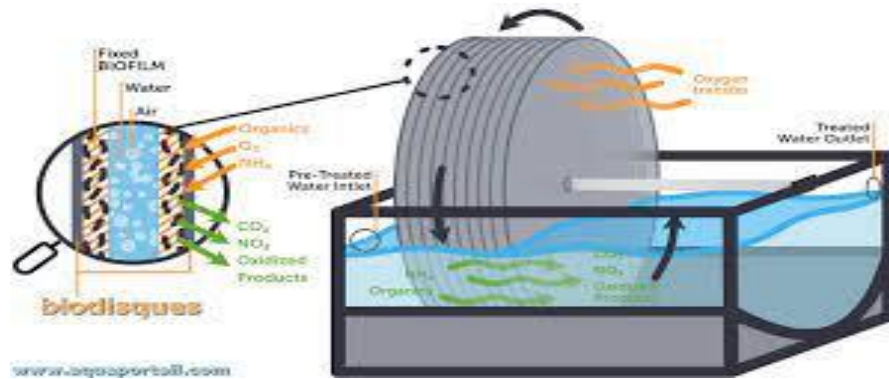


Figure III. 10: Disque biologique(source : google)

## III.6. Traitement tertiaire

Le traitement tertiaire, également appelé traitement avancé, se produit généralement après le traitement biologique, suivi d'une étape de séparation « solide-liquide ». Les traitements tertiaires peuvent être de diverses natures, notamment la déphosphoration, la désinfection, la réduction de l'azote ammoniacal, voire la réduction de l'azote total. Ce chapitre décrit les traitements tertiaires.

### III.6.1. Elimination de l'Azote et du Phosphore

Comme indiqué précédemment, l'élimination complète des éléments nutritifs tels que le phosphore et l'azote ne devrait être effectuée que dans certains cas de réutilisation. En effet, si l'eau traitée doit être réutilisée pour l'irrigation, il est logique de préserver les nutriments contenus dans les eaux usées. Le concept de combinaison de l'irrigation et de la fertilisation, appelé « fertilisation », prend aujourd'hui de plus en plus d'importance. Le principe de réutilisation joue un rôle important dans son développement. Cependant, pour d'autres applications (comme le nettoyage des routes), il est indispensable d'éliminer les pollutions azotées et phosphorées pour éviter les risques d'eutrophisation. Bien entendu, les étapes de traitement en amont doivent être fiables afin que le traitement ultérieur puisse optimiser l'élimination des contaminants. [9]

#### III.6.1.1. Elimination de l'azote

Dans certains cas, l'élimination de l'azote souhaitée à la sortie de la station peut ne pas être obtenue. Un substrat contenant du carbone peut ensuite être ajouté pour ajouter une étape de nitrification et/ou de dénitrification au processus de traitement. Cette étape est généralement réalisée après un traitement biologique secondaire et est appelée traitement

## Chapitre III : Les procédés d'épuration

---

tertiaire à l'azote. Les procédés combinant traitement biologique et filtration, comme les biofiltres (Biofor de Degrémont, Biostyr de Veolia), sont particulièrement efficaces pour éliminer la pollution azotée résiduelle. Couramment utilisé pour la nitrification tertiaire. Dans la dénitrification tertiaire, du carbone soluble (méthanol ou acétate) est ajouté pour fournir aux bactéries dénitrifiantes une source de carbone organique, puisque les bactéries dénitrifiantes sont hétérotrophes. Un tel traitement permet de réduire au maximum la concentration en azote dans les eaux usées.

### III.6.1.2. Elimination du phosphore

L'élimination des phosphates est une étape importante du traitement tertiaire. En fait, l'utilisation massive de phosphates dans les détergents et dans l'agriculture est en augmentation, provoquant de graves problèmes pour les masses d'eau. La biomasse accumule alors du phosphore. Cette déphosphatation est souvent associée à des traitements biologiques secondaires. Des traitements physicochimiques peuvent également être effectués. Dans ce cas, l'ajout de chlorure ferrique amène les ions phosphate à former un précipité de phosphate de fer, qui est ensuite éliminé par une étape de séparation. Dans le but de restaurer la concentration en phosphore, la recherche de nouveaux procédés permettant de réduire efficacement la concentration en phosphore est devenue très active ces dernières années. Par exemple, le procédé Actiflo de Veolia est capable de précipiter presque complètement le phosphore (95 %) grâce à un processus de clarification tertiaire à grande vitesse. Afin d'apporter des solutions aux stations d'épuration plus ancrées dans l'esprit du « développement durable », la précipitation du phosphore sous forme de struvite fait depuis peu l'objet de nombreuses recherches. Ce composé, issu d'un excès d'azote ammoniacal et de phosphate, possède d'excellentes propriétés fertilisantes. Sa précipitation peut également être obtenue à partir d'alcalis, de lixiviats ou de boues très concentrées. Ce procédé permet également de réduire l'ajout de produits chimiques qui conduisent actuellement à une surproduction de boues. Cependant, une petite quantité de magnésium doit être ajoutée pour favoriser la précipitation des struvites. Le procédé le plus récent et le plus efficace d'élimination et de récupération du phosphore a été mis en œuvre par Veolia en utilisant le procédé Struvia. [9]

### III.7. La Désinfestation

L'élimination des phosphates est une étape importante du traitement externe. En fait, l'utilisation massive de phosphates dans les détergents et dans l'agriculture est en augmentation, provoquant de graves problèmes pour les masses d'eau. La biomasse accumule alors du phosphore. Cette déphosphatation est souvent associée à des traitements biologiques secondaires. Des traitements physiques et chimiques sont également possibles. Dans ce cas, l'ajout de chlorure ferrique amène les ions phosphate à former un précipité de phosphate de fer, qui est éliminé par l'étape de séparation. Afin de restaurer la concentration en phosphore, la recherche de nouvelles méthodes permettant de réduire efficacement la concentration en phosphore est devenue très active ces dernières années. Par exemple, le procédé Actiflo de Veolia peut précipiter presque complètement (95 %) le phosphore grâce à un processus de clarification tertiaire à grande vitesse. Afin d'apporter des solutions aux stations d'épuration

## Chapitre III : Les procédés d'épuration

---

plus ancrées dans l'esprit du « développement durable », la précipitation du phosphore sous forme de struvite fait depuis peu l'objet de nombreuses recherches. Ce composé, issu d'un excès d'azote ammoniacal et de phosphate, possède d'excellentes propriétés fertilisantes. Sa précipitation peut également être obtenue à partir d'alcalis, de lixiviats ou de boues très concentrées. Ce procédé permet également de réduire l'ajout de produits chimiques qui conduisent actuellement à une surproduction de boues. Cependant, une petite quantité de magnésium doit être ajoutée pour favoriser la précipitation des struvites. Le procédé le plus récent et le plus efficace d'élimination et de récupération du phosphore a été mis en œuvre par Veolia en utilisant le procédé Struvia. [9]

### III.7.1. Le rayonnement ultraviolet

L'irradiation ultraviolette pour la désinfection des eaux usées devient une technique de plus en plus populaire. L'eau passe par un canal ouvert doté de tuyaux permettant de désinfecter les eaux usées traitées à l'aide de lampes ultraviolettes.

La lumière UV constitue donc un moyen de désinfection très intéressant. Par exemple, comparé à la chloration-déchloration, à coût comparable, la lumière UV est plus efficace pour inactiver les virus, est plus sûre pour le personnel des stations d'épuration et le public (et nécessite moins de transport de produits chimiques), on constate qu'il y a peu de mal au corps humain environnement.

### III.8. Conclusion

Pour compenser cela, le traitement tertiaire est devenu un processus de décontamination efficace, et de nombreuses technologies utilisées à la sortie des stations d'épuration sont désormais facilement disponibles, permettant le traitement des eaux usées municipales en fonction de l'utilisation finale de l'eau. Cela comprend un processus de filtration, mais surtout un processus de désinfection qui élimine la plupart des agents pathogènes.

# **Chapitre III**

## **Conception et dimensionnement des ouvrages**

# Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

## IV.1. Introduction

Ce chapitre aborde la conception d'une station d'épuration collective en dimensionnant l'ouvrage et en estimant les résultats de traitement de chaque département en fonction de la qualité des eaux usées et du débit d'eau brute.

## IV.2. Les analyses de qualité des rejets liquides

Le tableau ci-dessous présente les résultats des analyses effectuées au niveau du laboratoire sur les eaux usées de l'industrie de peintures ENAP.

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

Parametres	Unités	Résultats	Méthode de mesure
Débit journalier	m <sup>3</sup> /j	45	Méthode instrumental
MES	mg/l	310	ISO:11923;1997
DCO	mg/l	410	ISO:6060;1989
DBO <sub>5</sub>	mg/l	170	Méthode instrumental
Température	°C	19.7	Multiparamètres
Ph	-	6.8	Multiparamètres
Magnésium	mg/l	50	NFT 90
Azotetotal	mg/l	35	ISO:5663;1984
Phosphoretotal	mg/l	18	ISO:6878:2004

### Biodégradabilité

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

Avec:

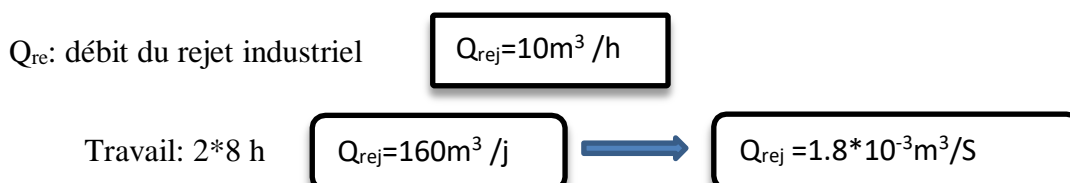
I : l'indice adimensionnel de biodégradabilité  $I = \frac{410}{170} = 2.411764$

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

## IV.3. 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 :



## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

### B. La charge de totale de DCO

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

Tel que :

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

$$(DCO)_0 = 410 \times 160 \times 10^{-3} = 65.6 \text{ kg/j}$$

$$(DCO)_0 = 65.6 \text{ kg/j}$$

### C. La charge de totale de DBO<sub>5</sub>

$$(DBO_5)_0 = [DBO_5]_0 \times Q_0$$

- $(DBO_5)_0$ : charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub>.
- $[DBO_5]_0$ : concentration journalière en DBO<sub>5</sub>.
- $(DBO_5)_0 = 170 \times 160 \times 10^{-3} = 27.2 \text{ kg/j}$

$$(DBO_5)_0 = 27.2 \text{ kg/j}$$

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

$$(MES)_0 = [MES]_0 \times Q_0$$

- $(MES)_0$ : charge moyenne journalière en MES.
- $[MES]_0$ : concentration journalière en MES.
- $(MES)_0 = 310 \times 160 \times 10^{-3} = 49.6 \text{ kg/j}$

$$(MES)_0 = 49.6 \text{ kg/j}$$

## IV.4. Le dimensionnement des ouvrages de la station

### 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  $Q = 160 \text{ m}^3/\text{j}$

- Calcul du volume

$$\text{On prend: } V = 150\% Q = 1.5 \times 160 = 240 \text{ m}^3$$

$$V = 240 \text{ m}^3$$

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

- Calcul de la surface

$$S = V/H = 240/2 = 120 \text{ m}^2$$

$$S = 120 \text{ m}^2$$

## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

- Calcul du diameter

$$D = \sqrt{\frac{4 \times s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 120}{\pi}} = 12.36m$$

D=12.36 m

- Calcul du temps de séjour Ts

$$T_s = V/Q = 240/160 \times 24$$

$$T_s = 36 \text{ h}$$

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

Paramètres	Unité	Valeur
Volume	m <sup>3</sup>	240
Surface	m <sup>2</sup>	120
Diamètre	m	12. 36
Temps de séjour	h	36

### IV.4.1. Le prétraitement

#### IV.4.1.1. Le dégrilleur

Pour dimensionner le tamis, vous devez déterminer la surface du tamis qui servira à éliminer les déchets solides relativement gros. Cette formule vient de Kirchmer.

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

$$S = \frac{Q_{re}}{a \cdot v_e \cdot c} (m^2)$$

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(diameter en cm)	2	1
e(Espacement en cm)	De5 à10	De0.3 à1



## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

$c$  : 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

Calcul de la surface de la grille  $Q_{rej}=160\text{m}^3/\text{j}=1,85*10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$

$$a = \frac{a}{a + e} = \frac{1}{1 + 0,7} = 0,58$$

$C=0,5$

4.  $V_e$ : une vitesse de passage inférieure à 0,6 m/s provoque un dépôt de sable au fond du canal,

Donc on prend  $V_e=0,8$  m/s.

Donc par l'application numérique à la formule de KIRCHMER

$$S = \frac{0,00185}{0,58 \times 0,8 \times 0,5} = 0,01\text{m}^2$$

**S=0,01 m<sup>2</sup>**

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°.
- S=0,01m<sup>2</sup>
- a=0,58
- $h_{\max}=0,7$  m
- C =0,5
- $\alpha=60^\circ$

Donc 
$$L = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max}(1 - a)C} = \frac{0,01 \cdot \sin 60}{0,7(1 - 0,58)0,5} = 0,058\text{m}$$

**L = 0.058 m**

## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

Calcul des pertes de charges

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

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

- d: diamètre des barreaux(cm)
- e: espacement entre les barreaux(cm)
- $\alpha$ : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal=60°
- $\beta$ : 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	B
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:

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

### B. Dégrillage grossier

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

Calcul de la surface de la grille

On utilise la même méthode pour le calcul de la surface

$$S = \frac{O_0}{a \cdot \text{ve} \cdot c}$$

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

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

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

Donc:  $S = \frac{0.0018}{0.22 \cdot 0.7 \cdot 0.5} = 0.023 \text{ m}^2$

$S = 0.023 \text{ m}^2$

**Nb :** Les dimensions du dégrilleur sont trop petites, donc il faut le remplacer par une grille commerciale de 1m x 1m

### Calcul de la largeur de la grille

On utilise la même méthode pour le calcul de la largeur

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

$$L = \frac{S^* \sin a}{h_{\max}(1-a)C} = \frac{0.023 \cdot \sin 60^\circ}{0.7(1-0.22)0.5} = 0.08 \text{ m}$$

**L=0.1 m**

Calcul de la perte de charge

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

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

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

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

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

Ouvrage:dégrilleur	Unité	Valeur
Débit de la station	m <sup>3</sup> /s	1.8*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	0.058
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	0.1
Surface de la grille	m <sup>2</sup>	0.023
Perte de charge	m	9.51×10 <sup>-3</sup>
hmax	m	0,7
Vitesse d'écoulement	m/s	0.8

### IV.4.1.2. Le dessablage-déshuilage

On opte pour un dessableur-déshuilleur de type rectangulaire.

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

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

Tel que:

- Vd: volume du dessableur-déshuilleur(m<sup>3</sup>).
- Ts: temps de séjours de l'eau dans le dessableur(entre 3 et 10min).

Pour notre cas on prend Ts=7min.

On aura alors :  $V_d = Q_{\max} \times T_s = (1.8 \times 10^{-3}) \times 20 \times 60 = 4,992 \text{ m}^3$

$$V_d = 2.16 \text{ m}^3$$

#### A. Calcul de la surface horizontale

- Profondeur du dessableur-déshuilleur H= (1-3) m Pour notre cas on prend H=1 m

La surface horizontale est donnée par la relation suivante:

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

Tel que:

- Sh: surface horizontale du dessableur-déshuilleur(m<sup>2</sup>)
- Vd: volume du dessableur-déshuilleur(m<sup>3</sup>).
- H : profondeur du dessableur-déshuilleur (m)

Donc :  $S_h = \frac{V_d}{H} = \frac{2.16}{1} = 2.16 \text{ m}^2$

$$S_h = 2.16 \text{ m}^2$$

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

1) La longueur

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

La hauteur H=1m

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

2) La largeur(l)

$$l = \frac{S_h}{L} = \frac{2.16}{5} = 0.432 \text{ m}$$

$$l = 0.432 \text{ m}$$

Le volume d'air à insuffler dans le dessableur

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5 m<sup>3</sup> d'air/m<sup>3</sup> d'eau[3].

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

## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

V : Volume d'air à injecter (m<sup>3</sup>), on prend V= 1 m<sup>3</sup> (air) / m<sup>3</sup> (eau)

$$Q_{\text{air}}=1.8 \times 10^{-3} \times 1=4,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{air}}=1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

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

Paramètre	Unité	Valeur
volume	m <sup>3</sup>	2.16
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	2.16
La longueur	m	5
La largeur	m	1
Le volume d'air à insuffler	m <sup>3</sup> /s	1.8×10 <sup>-3</sup>

### IV.5. Le traitement physico-chimique

#### IV.5.1. Traitement chimique

##### IV.5.1.1. Bassin de coagulation

La coagulation est un processus chimique qui augmente le rendement de la décantation physique. Ce procédé est réalisé à l'aide de divers composés tels que des hydroxydes métalliques et des polymères synthétiques. Favorise l'agglomération des particules colloïdales et la séparation de l'eau. Le flux du processus nécessite une agitation rapide à 100 tr/min pendant 1 à 2 minutes. [4]

a) Le volume de bassin de coagulation

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

Tel que:

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

$Q_e$ : le débit de rejet

$T_c$  : le temps de contact par application numérique:

$$V_{\text{BC}}=1.8 \times 10^{-3} \times 20 \times 60=0.432 \text{ m}^3$$

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

$$V_{\text{BC}}=2.16 \text{ m}^3$$

b) La surface du bassin est de:

$$S = \frac{V_{\text{BC}}}{H} = \frac{2.16}{2.5} = 0.864 \text{ m}^2$$

$$S=0.864 \text{ m}^2$$

c) Le diamètre de bassin est de :

$$D = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.864 \times 4}{\pi}} = 1.04 \text{ m}$$

$$D=1.04\text{m}$$

### IV.5.1.2. Bassin de floculation

Le but de la floculation est de dilater les agglomérats formés lors de l'étape de coagulation et de faciliter la séparation solide-liquide ultérieure par une agitation lente. Le temps de contact (TC) est d'au moins 20 minutes. Pour le dimensionnement volumétrique des réacteurs de floculation (VBF), le temps de contact est typiquement de 25 minutes.

Le volume de bassin de floculation

$$V_{BF} = Q_{rej} \times tc = 1.8 \times 10^{-3} \times 25 \times 60 = 2.7 \text{ m}^3$$
 On fixe la

$$V_{BF}=2.7\text{m}^3$$

hauteur de bassin(H) à 2,5 m

a) La surface du bassin

$$S = \frac{V_{BF}}{H} = 1.08 \text{ m}^2$$

$$S=1.08\text{m}^2$$

b) Le diamètre du bassin

$$D = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{1.08 \times 4}{\pi}} = 1.17 \text{ m}$$

$$D=1.17\text{m}$$

### IV.5.2. 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 6 m

1. Surface horizontale du décanteur :

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

$$S_h = \frac{Q}{V_c} = \frac{1.8 \times 10^{-3} \times 3600}{1.8} = 3.6 \text{ m}^2$$

$$S_h=3.6\text{m}^2$$

Volume du décanteur On prend  $T_s = 3\text{h}$  Alors:  $V = T_s \times Q_{rej}$

$$V = T_s \times Q_{rej} = 3 \times 3600 \times (1.8 \times 10^{-3}) = 19.44 \text{ m}^3$$

$$V=19.44\text{m}^3$$

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

Le diamètre du décanteur

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

$$D=2.48 \text{ m}$$

## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

$$D = \sqrt{\frac{V \times 4}{\pi \times H}} = \sqrt{\frac{44.92 \times 4}{\pi \times 4}} = 2.48 \text{ m}$$

Calcul de la charge polluante éliminée

La décantation avec coagulation-floculation permet d'éliminer 75 % de la DBO<sub>5</sub> et DCO, 90% de MES.

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

- DBO<sub>5</sub> = 27.9 Kg/j      ⇒ 170 mg/l
- MES = 49.7 Kg/j ⇒ 210 mg/l
- DCO = 65.5 Kg/j ⇒ 410 mg/l

❖ Les charges éliminées par la décantation primaire sont donc:

- DCO<sub>é</sub> = 0.75 \* 65.5 = 49.125 Kg/j ⇒ 307.5 mg/l
- MES<sub>é</sub> = 0.9 \* 49.5 = 44.9 Kg/j ⇒ 40.41 mg/l
- DBO<sub>5é</sub> = 0.75 \* 27.9 = 20.9 Kg/j ⇒ 127.5 mg/L

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

DCO<sub>s</sub> = DCO - DCO<sub>é</sub> = 65.5 - 49.125 = 16.375 Kg/j ⇒ 103 mg/l

MES<sub>s</sub> = MES - MES<sub>é</sub> = 49.5 - 44.9 = 4.6 Kg/j ⇒ 169.59 mg/l

DBO<sub>5s</sub> = DBO - DBO<sub>5é</sub> = 27.9 - 20.9 = 7.9 Kg/j ⇒ 42.5 mg/l

DBO<sub>5s</sub> = 20.9 mg/l

MES<sub>s</sub> = 44.69 mg/l

DCO<sub>s</sub> = 49.125 mg/l

- Les résultats de dimensionnement du traitement physico-chimique.

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

Désignation	Unité	Résultat
<b>Bassin de coagulation</b>		
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	0.864
Volume	m <sup>3</sup>	2.16
Hauteur	m	2,5
Diamètre	m	1.04

## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

**Tableau IV. 8:** Les résultats de dimensionnement du bassin de flocculation.

Désignation	Unité	Résultat
Bassin de flocculation		
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	1.08
Volume	m <sup>3</sup>	2.7
Hauteur	m	2,5
Diamètre	m	1.17

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

Désignation	Unité	Résultat
Décanteur primaire		
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	3.6
Volume	m <sup>3</sup>	19.44
Hauteur	m	4
Diamètre	m	2.48
DBO <sub>5</sub>	Kg/J	27.9
MES	Kg/J	49.5
DCO	Kg/J	65.5
DBO <sub>5</sub> é	Kg/J	16.375
MESé	Kg/J	4.6
DCOé	Kg/J	7.9
DBO <sub>5s</sub>	Kg/J	49.125
MESs	Kg/J	44.49
DCOs	Kg/J	20.9

### IV.6. Le traitement biologique

#### IV.6.1. Le bassin d'aération

##### IV.6.1.1. Dimensionnement d'un bassin biologique

Pour déterminer la taille d'un bassin biologique, il faut déterminer son volume, l'âge des boues présentes dans la structure, la taille de l'aérateur et la quantité d'oxygène nécessaire à la décomposition des matières organiques et de l'azote.



## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

### IV.6.1.2. Détermination du volume du bassin

Le volume du bassin d'aération est essentiellement déterminé par deux critères :

- Charge de pollution en entrée : BSB5 et COD
- Charge volumétrique appliquée : représente la pollution journalière par mètre cube d'eaux usées dans le bassin, exprimée en kgDBO5/m<sup>3</sup>.j.

Le volume du bassin d'aération peut être déterminé en fonction de cette charge volumétrique. Définissez simplement la charge souhaitée.

Il existe plusieurs valeurs de chargement volumétrique dans une piscine, qui sont définies dans le tableau ci-dessous, qui présente les différents chargements volumétriques et leurs degrés.

**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 :  $0,3 < C_v < 0,8$  kgDBO5/j/m<sup>3</sup>
- On prend une charge volumique:  $C_v = 0,7$  kgDBO5/j/m<sup>3</sup>
- Une charge massique :  $0,1 < C_m < 0,2$  (kgDBO5/kgMVS/j)
- On prend une charge massique:  $C_m = 0,2$  kgDBO5/kgMVS/j

#### Volume du bassin d'aération

$$V_{BA} = \frac{\text{FLUX de DBO5}}{C_v} = \frac{42.5 \times 10^{-3} \times 240}{0.7} = 14.57 \text{ m}^3 \quad V_{BA} = 14.57 \text{ m}^3$$

On fixe la hauteur de bassin (H) à 3m

#### Surface

$$S = \frac{V}{H} = \frac{14.57}{3} = 4.8 \text{ m}^2 \quad S = 4.8 \text{ m}^2$$

#### Diamètre

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 4.8}{\pi}} = 2.5 \text{ m} \quad D = 2.5 \text{ m}$$

Temps de séjour hydraulique (TH)

$$T_h = \frac{V}{Q} = \frac{14.57}{240} = 0.06 \text{ J} = 1.5 \text{ h}$$

## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

V : volume du bassin d'aération Q: le débit de rejet

La masse de boues dans le bassin

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} = \frac{42.5 \times 10^{-3} \times 240}{0.2} = 51 \text{Kg}$$

L0 : quantité du substrat initial (DBO5) Concentration de boues dans le bassin

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{51}{14.57} = 3.5 \text{ g/l}$$

### IV.6.2. Besoin en oxygène

Les systèmes de purification biologique fonctionnent généralement en présence d'oxygène. Cependant, le taux de dégradation dépend de la qualité de l'oxygène nécessaire à la synthèse cellulaire et à la respiration endogène. Cela permet d'obtenir de bons taux de contact air-eau et de dissolution, et la teneur en oxygène de l'eau est déterminée par la température, l'altitude, le débit, la concentration en contaminants et la géométrie de la piscine. [2]

La demande en oxygène est définie par la formule suivante :

$$qO_2 = a'(L_0 - l_f) + b'X_a$$

Avec:

$qO_2$ : 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:  $a'=0.59$

$b'=0.08$

## Chapitre IV : Conception et dimensionnement des ouvrages

- La quantité d'oxygène journalière est:

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

- La quantité d'oxygène horaire:

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

Ce mode d'épuration permet d'éliminer 90% de la DBO, et 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.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons tenté d'expliquer les paramètres de dimensionnement de base, à savoir le dimensionnement de :

- Travaux de prétraitement (écran, décapant d'huile de sable)
- Station de traitement physique et chimique (réacteur de coagulation-floculation et décanteur primaire)
- Travaux de traitement biologique (décanteur secondaire du bassin d'aération)
- Station d'épuration des boues (épaississeur)
- Adoption d'une méthode de déshydratation naturelle (séchage).

# **Chapitre IV**

## **Calcul hydraulique**

## V.1. 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.2. Le puisard

Un puisard est simplement une structure de protection pour une excavation au niveau le plus bas du sous-sol, et sa fonction est de collecter et de pomper l'eau en cas d'inondation. Pour cette raison, la pompe est généralement placée au fond du puisard. La taille du puisard est basée sur un temps de séjour de 10 minutes à une hauteur de 2 à 5 m. [1]

- Le volume de puisard est donc calculé par la formule:  
$$V = Q_e \times T_s = 1.85 \times 10^{-3} \times 60 \times 10 = 1.11 \text{ m}^3$$
- La surface horizontale de puisard est calculée pour une hauteur de 2 m

$$S = V / H$$

$$S = 1.11 / 2 = 0.555 \text{ m}^2 \text{ On prend une largeur de } 1 \text{ m}$$

- La longueur de puisard est donc :  $L = S / l = 0.555 / 1 = 0.555 \text{ m}$

## V.3. Relevage

### V.3.1. 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:

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

$Q_{rej}$ : Le débit de pointe par temps sec ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

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

$n$ : Nombre de pompe.

$$V = \frac{1.85 \times 10^{-3} \times 17 \times 60}{4 \times (2 - 1)} = 0.47175 \text{ m}^3$$

$$S = \frac{V}{H} = \frac{0.47175}{1.5} = 0.3145 \text{ m}^2$$

$$L = 2b$$

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

## Chapitre V : Calcul hydraulique

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

### V.3.2. 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 :

$$D_{\text{eco}} = \sqrt[3]{Q_{\text{rejt}}(\text{m})}$$

$$D_{\text{eco}} = \sqrt[3]{1.85 \times 10^{-3}} = 0.04301162633\text{m}$$

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

La vitesse d'écoulement est:

$$V = \frac{4 \times Q}{D^2}$$
$$V = \frac{4 \times 1.85 \times 10^{-3}}{(0.08)^2} = 1.15625\text{ m/s}$$

### V.3.3. La hauteur manométrique de la pompe

Elle est calculée selon la formule:

$$H = H_g + \sum h_{\text{plin}} + \sum h_{\text{psin}} + P_{\text{exh}}$$

Avec:

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

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

$\Delta H$ :  $\sum h_{\text{p lin}} + \sum h_{\text{p sin}}$  : pertes de charge linéaire et singulière.  $P_{\text{exh}}$ : pression à l'exaure  $P_{\text{exh}}$  (1 : 1.5)m

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

$$H_g = h_2 - h_1$$

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

-  $H_g$ : Hauteur géométrique

-  $h_2$ : coteau niveau de la bache de réception

-  $h_1$ : cote au niveau de l'ouvrage d'entrée (dégrilleur).

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

Tuyau	K	m	B
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

## Chapitre V : Calcul hydraulique

Pour l'acier, on a:

- ✓  $K=0,00118$
- ✓  $m = 4,89$
- ✓  $\beta = 1,85$

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

$$\Delta H = 1.1562 \frac{k \times L \times Q^\beta}{D^m}$$

- ✓ K:coefficient de perte de charge( $K = 0.00179$ ).
- ✓  $Q_{tp}$  :debit 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.

$$\Delta H_{lin} = 1.05 \frac{0.00118 \times 8 \times (1.85 \times 10^{-3})^{1.9}}{0.08^{5.2}}$$

$$HMT=2.77+0.0176228356+1,5 =4,29 \text{ m}$$

**HMT= 4,29m**

### V.4. Choix de la pompe

Les pompes à eaux usées sont utilisées pour déplacer les eaux usées du puisard vers la structure de prise d'eau. Utilisez donc le catalogue Caprari (logiciel Caprari) pour sélectionner le type de pompe. Toutes les caractéristiques de la pompe et du moteur se trouvent dans la fiche technique de la pompe sélectionnée. (Pièce jointe) [2]

### V.5. Profile hydraulique

Un profil hydraulique consiste en des calculs de différents niveaux d'eau tout au long de la chaîne de traitement et fournit des informations sur l'emplacement des lignes de charge. La hauteur moyenne du terrain naturel dans la zone où l'ouvrage est installé est indiquée dans 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	49.80
Déssableur-déshuileur	50.00
Bassin de coagulation	49.98
Bassin de floculation	50.01

## Chapitre V : Calcul hydraulique

Décanteur primaire	49.61
Le bassin d'aération	49.65
Décanteur secondaire	49.71

### V.6. Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages

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

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

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:

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

#### 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	3
Déssableur -déshuileur  B.coagulation	4
B.coagulation  B.floculation	4
B.floculation  décanteur primaire	7
Décanteur primaire  Lebassin d'aération	6
Lebassin d'aération  décanteur secondaire	6

#### 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<sup>2</sup>/2g et V2<sup>2</sup>/2g: énergies cinétiques en(1)et(2).
- Z1 et Z2: cotes des points(1)et(2).
- H1-2: pertes de charges dans le tronçon(1-2).



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

$$P1/W+Z1=P2/W +Z2+H1-2$$

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

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

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

### V.6.1. Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotes piézométriques

#### A. Conduite Dégrilleur/Déssableur-déshuileur

On a : Cote du radier du dégrilleur (A) : 49.80 m Hauteur d'eau=0,7 m

D'où:  $C_{PA}=49.80+0,7=50.5\text{m}$

Cote du radier du Déssableur - déshuileur : 48.05 m

Hauteur d'eau : 1m

D'où:  $C_{PB}=48.05 +1=49.05 \text{ m}$

$L=4\text{m}$

- **Diamètre**

$$D = \frac{m \sqrt{k \times L \times Q^\beta}}{\sqrt{C_{PA} - C_{PB}}} = \frac{5.2 \sqrt{0.0176 \times 4 \times (1.85 \times 10^{-3})^{1.9}}}{\sqrt{50.5 - 49.05}} = 0.056 \text{ m}$$

Le diameter nominal:

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

- **Cote piézométrique**

$$\text{D'où on aura : } CPB' = CPA' - \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m} = 50.5 - \frac{0.0176 \times 4 \times (1.85 \times 10^{-3})^{1.9}}{0.056^{4.89}}$$

$$C_{PB}'=49.9 \text{ m}$$

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

$$C_{PA}'=49.90\text{m}$$

Cote de radier du bassin coagulation (B):47.98m

Hauteur d'eau: 1.5m

D'où :  $C_{PB}= 47.98+ 1.5 =49.48 \text{ m}$   $L=6\text{m}$

- **Diamètre**

## Chapitre V : Calcul hydraulique

$$D = \sqrt[m]{\frac{k \times L \times Q^\beta}{C_{PA} - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.0176 \times 6 \times (1.85 \times 10^{-3})^{1.9}}{49.90 - 49.48}} = 0.076 \text{ m}$$

Dn=75mm

- **Cote piézométrique**

$$C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m} = 49.6 \text{ m}$$

$C_{PB}' = 49.60 \text{ m}$

### C. Conduite coagulation /bassin de floculation

$C_{PA}' = 49.6 \text{ m}$

Cote de radier du bassin de floculation (B) : 48.40m

Hauteur d'eau : 1 m

D'où :  $C_{PB} = 48.40 + 1 = 49.4 \text{ m}$

- **Diamètre**

$$D = \sqrt[m]{\frac{k \times L \times Q^\beta}{C_{PA}' - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.0176 \times 6 \times (1.85 \times 10^{-3})^{1.9}}{49.60 - 49.40}} = 0.088 \text{ m}$$

Dn=88mm

- **Cote piézométrique**

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

$C_{PB}' = 47.51 \text{ m}$

### D. Conduite bassin de floculation /décanteur primaire

$C_{PA}' = 47.51 \text{ m}$

Cote de radier du bassin de décantation : 45.81m Hauteur d'eau : 1.5 m

D'où :  $C_{PB} = 45.81 + 1.5 = 47.29 \text{ m}$

- **Diamètre**

$$D = \sqrt[m]{\frac{k \times L \times Q^\beta}{C_{PA}' - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.0176 \times 10 \times (1.85 \times 10^{-3})^{1.9}}{47.29 - 45.81}} = 0.096 \text{ m}$$

Dn=95 mm

- Cote piézométrique

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

$$C_{PB'} = 45.29 \text{ m}$$

### E. Conduite décanteur primaire/Le bassin d'aération

$$C_{PA'} = 50 \text{ m}$$

Cote de radier du bassin d'aération : 47.32 m

Hauteur d'eau : 3 m

D'où:  $C_{PB} = 47.32 + 3 = 50.32 \text{ m}$

- Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{k \times L \times Q^\beta}{C_{PA} - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.0176 \times 8 \times (1.85 \times 10^{-3})^{1.9}}{50.32 - 50}} = 0.0507 \text{ m}$$

$$D_n = 50 \text{ mm}$$

- Cote piézométrique

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

$$C_{PB'} = 40 \text{ m}$$

### F. Conduite bassin d'aération /décanteur secondaire

$$C_{PA'} = 40 \text{ m}$$

Cote de radier du décanteur secondaire : 49.29 m

Hauteur d'eau : 2.8 m

D'où :  $C_{PB} = 49.29 + 2.8 = 52.09 \text{ m}$

- Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{k \times L \times Q^\beta}{C_{PA} - C_{PB}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.0176 \times 8 \times (1.85 \times 10^{-3})^{1.9}}{52 - 40}} = 0.030 \text{ m}$$

$$D_n = 30 \text{ mm}$$

- Cote piézométrique

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

$$C_{PB'} = 28.46 \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont très utiles pour le tableau ci-dessous :

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

Désignation	Cotes du terrain(m)	Cotes de radier(m)	Plan d'eau(m)	Cotes piézométriques
Dégrilleur	49.80	39.80	0.7	50.50
Déssableur -déshuileur	50.00	50.05	1	49.90
Bassin de coagulation	49.98	47.98	1.5	49.6
Bassin de floculation	50.01	48.4	1.5	47.51
Décanteur primaire	49.61	50	4	45.29
Le bassin d'aération	49.65	47.32	3	40
Décanteurs econdaire	49.69	49.29	2.8	28.46

### V.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons effectué les calculs hydrauliques de la station d'épuration, incluant le profil hydraulique de la station d'épuration, le dimensionnement des équipements et les ouvrages hydrauliques nécessaires au fonctionnement de la chaîne de traitement, et qui sont comme suit :

- Marais
- Station de relevage
- Pompe de relevage
- Conduites reliant les stations d'épuration.

# **Conclusion générale**

## Référence bibliographique

---

Vu la consommation importante de l'eau dans le procédé industrielles de peintures, l'opération d'épuration des effluents constitue un objectif primordial afin de garantir une économie substantielle de l'eau pour sa réutilisation.

Les effluents industriels de peintures se trouvent fortement concentrés de polluant d'origine chimiques et toxiques dont la faible biodégradabilité rend les traitements biologiques difficilement applicables.

Le bassin biologique constitue le cœur de l'unité d'épuration et les éléments réactionnels nécessaires à la dégradation de la pollution nécessitent des soins particuliers. A cet effet notre projet s'est concentré sur

« Etude de dimensionnement des ouvrages de traitement des eaux usées d'une usine de peintures ».

Le dimensionnement effectué sur les ouvrages dans la nouvelle station à (ENAP) de Lakhdaria avant et après traitement montrent que :

les débits, le diamètre, la surface, le volume et l'hauteur sont exigées par les normes.

Les analyses effectuées sur les effluents liquides dans la nouvelle station à l'industrie de peintures à Lakhdaria

avant et après traitement montrent que :

-Les pH sont dans la fourchette de neutralité exigée par la norme.-

Les valeurs de la DCO sont dans la norme, à cause de la présence d'une faible quantité de matières.-Les valeurs de MES sont dans la norme.

Au vu des résultats trouvés, nous pouvons dire que le fonctionnement de l'unité de traitement des eaux usées industrielles de peintures est efficace.

# Références bibliographique et sitographique

- [1] AbdelkaderGAID, épuration biologique des eaux usées urbaines,tome1.OPU,2003.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [6] Bioréacteurs à membranes et traitement des eaux usées. Technique de l'ingénieur,2007.
- [5] Bechac. P, Pierre. Boutin, B. Mercier, P. Nuer. Traitement des eaux usées. EYROLLES Paris 1987.
- [4] Iain Truc, Traitements tertiaires des effluents industriels. Techniques de l'ingénieur,G1310, 2007.



# sitographique

[7] fr.weatherspark.com a été indexé pour la première fois par Google en septembre 2017.

[8] www.royaltalens.com a été indexé par Google

[9] www.memoireonline.com a été indexé par Google il y a plus de 10 ans