

المدرسة الوطنية العليا للري Hydraulic Higher National School of

المكتبة The Library

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري Digital Repository of ENSH



The title (العنوان):

Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la  
laiterie de Candia (w. Sétif).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 3-0003-22

APA Citation ( APA توثيق ):

Zaitri, Benaissa (2022). Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la  
laiterie de Candia (w. Sétif). [Mémoires d'ingénieur, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم لإنتاج لأساتذة باحثي المدرسة

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (طروحات) بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب... و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا .

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: Réutilisation Des Eaux Non Conventionnelles**

**THEME :**

**Conception d'une station d'épuration des eaux usées  
de la laiterie de Candia (Wilaya de Sétif)**

**Présenté par :**

**ZAITRI BENAÏSSA**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr: KAHLLARES Djilali	M.C.A	Président
Mme: KHALED HOULI	M.A.A	Membre
Mme: BETATACHE Hayat	M.C.B	Membre
Mme: TAFAT Leila	M.A.A	Membre
Mme: MEDJDOUB LEUMI Sonia	M.C.B	Promotrice

**Session Septembre 2022**

## *Remerciements*

Je ne laisserai pas cette occasion passer sans remercier l'établissement Laiterie Candia ainsi que l'ensemble du personnel ENSH et toutes les personnes qui m'ont accordé leur soutien. J'adresse mes vifs remerciements aux membres de jurys pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma gratitude à notre enseignante et encadrante Mme S.MEDJDOUB LEULMI pour son suivi et soutien.

## ملخص:

الغرض من مشروعنا هو تحديد حجم محطة معالجة مياه الصرف الصناعي في مدينة كانديا في المنطقة الصناعية سطيف للحفاظ على البيئة والصحة العامة. ترتكز هذه الدراسة على جانبين رئيسيين : الأول هو دراسة خصائص مياه الصرف الصناعي هذه ، حيث أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المياه كانت شديدة التلوث وقابلة للتحلل البيولوجي. الجزء الثاني يتعلق بأبعاد محطة المعالجة بناءً على تحليل مياه الصرف الصناعي. **الكلمات المفتاحية:** محطة معالجة مياه الصرف الصحي ، مياه الصرف الصناعي ، التحلل البيولوجي

## Résumé:

Le but de notre projet est de dimensionner la station d'épuration industrielle de la Laiterie Candia dans la zone industrielle-Sétif pour sauver çà Environnement et santé publique, Cette étude porte sur deux aspects principaux :

La première consiste à étudier les propriétés de ces eaux résiduaires industrielles. Les résultats obtenus ont montré que l'eau était fortement polluée et une facilement biodégradable.

La deuxième partie concerne les dimensions de la station d'épuration Basé sur l'analyse des eaux usées industrielles .

**Mots clés :** station d'épuration, eau usée industrielle, biodégradable.

## Abstract :

The purpose of our project is to size the industrial wastewater treatment plant of the Candia Dairy in the industrial zone-Sétif to save the environment and public health . This study focuses on two main aspects.The first consists in studying the properties of these industrial waste waters. The results obtained showed that the water was highly polluted and easily biodegradable.The second part concerns the dimensions of the treatment plant based on the analysis of industrial wastewater.

**Keywords:** wastewater treatment plant, industrial wastewater, biodegradable.

# Sommaire:

Introduction Générale.....	2
<b>Chapitre I: Présentation de la zone d'étude</b>	
I.1 Présentation de la Zone Industrielle de Sétif.....	4
I.2 Principale activité humaine .....	4
I.3 Ressources Hydrique .....	5
I.4 Système d'évacuation et traitement des eaux usées rejetées.....	5
<b>Chapitre II: Caractéristiques des eaux usées industrielles</b>	
Introduction.....	7
II.1 Définitions et généralités.....	7
II.1.1 Définition d'une eau usée.....	7
II.1.2 Définition d'une eau résiduaire industrielle.....	7
II.2 Origine et nature des rejets industriels.....	7
II.2.1 Eaux des circuits de refroidissement.....	8
II.2.2 Eaux de lavage des sols et des machines.....	8
II.2.3 Eaux de fabrication.....	8
II.2.4 Rejets des services généraux.....	8
II.3 Les caractéristiques des eaux usées industrielles.....	8
II.3.1 Paramètres physiques.....	8
II.3.1.1 Les matières en suspension (MES).....	8
II.3.1.2 La Conductivité Electrique (CE).....	9
II.3.1.3 La température (T).....	9
II.3.1.4 La Couleur.....	9
II.3.1.5 L'Odeur.....	9
II.3.1.6 La Turbidité.....	9
II.3.2 Paramètres chimiques.....	9
II.3.2.1 Le potentiel Hydrogène (pH).....	9
II.3.2.2 Le Demande chimique en oxygène (DCO).....	10
II.3.2.3 Demande biochimique en oxygène (DBO).....	10
II.3.2.4 La biodégradabilité.....	10
II.3.2.5 Carbone organique total (COT).....	10
II.3.2.6 Matières oxydables (MOX).....	10
II.3.2.7 Azote total (NT).....	10
II.3.2.8 Phosphore total (PT).....	11
II.3.2.9 Nitrates (NO <sub>3</sub> -).....	11
II.3.2.10 Nitrites (NO <sub>2</sub> -).....	11
II.3.2.11 Le sulfate.....	11
II.3.3 Paramètres microbiologiques.....	11
II.3.3.1 Les virus.....	11
II.3.3.2 Les bactéries.....	12
II.3.3.3 Les protozoaires.....	12
II.3.3.4 Les helminthes.....	12
II.4 Normes de rejet des effluents industriels.....	12
II.5 Caractéristiques des eaux usées de laiterie.....	13
II.6 Effets des eaux usées industrielles.....	14
II.6.1 Effet sur les eaux superficielles.....	14

II.6.2 Effet sur le sol et les cultures.....	14
II.6.3 Effet sur humains.....	14
II.7 Conclusion.....	15

### **Chapitre III: Epuration des eaux usées industrielles**

Introduction.....	17
III.1. Procédés d'épuration des eaux usées industrielles.....	17
III.1.1. Les prétraitements.....	18
III.1.1.1. Dégrillage .....	18
III.1.1.2. Tamisage.....	19
III.1.1.3. Dessablage.....	19
III.1.1.4. Dégraissage-déshuilage .....	20
III.1.1.5. Autres traitements préliminaires.....	20
III.1.1.6. Prétraitements chimiques.....	21
III.1.2. Les traitements primaires.....	21
III.1.2.1 Procédés chimiques.....	21
III.1.2.1.1 La coagulation.....	21
III.1.2.1.2 Floculation.....	21
III.1.2.2 Procédés physiques.....	22
III.1.2.2.1 Décantation.....	22
III.1.2.2.2 La flottation.....	23
III.1.3. Les traitements biologiques: .....	24
III.1.3.1 Procédés à cultures libres.....	24
III.1.3.1.1 Techniques principales utilisées.....	24
III.1.3.2 Procédés à cultures fixées.....	25
III.1.3.2.1 Cultures fixées sur matériau support minéral .....	25
III.1.3.2.2 Cultures fixées sur support plastique : les lits bactérie.....	26
III.1.3.2.3 Procédés avec bioréacteur à membranes.....	27
III.1.4 Les traitements tertiaires.....	27
III.1.4 .1 Nature de la pollution à traiter et les technologies applicables.....	27
III.1.5 Traitement des boues.....	28
III.1.5.1 Epaississement.....	28
III.1.5.2 Stabilisation.....	29
III.1.5.3 Conditionnement.....	29
III.1.5.4 Filtration.....	29
III.1.5.5 Séchage des boues.....	29
III.2 Conclusion.....	30

### **Chapitre IV: Dimensionnement de la station d'épuration**

Introduction.....	32
IV.1 Caractéristiques des eaux usées de la laiterie Candia.....	32
IV.2 Grille de qualité des Eaux résiduaires industrielles.....	33
IV.3. Dimensionnement de la station d'épuration.....	33
IV.3.1. Evaluation des charges polluantes .....	33
IV.3.2. Schéma du traitement des ERU de la laiterie.....	35
IV.3.3. Dimensionnement des ouvrages de la station d'épuration.....	36
IV.3.3.1. Bassin d'homogénéisation.....	36
IV.3.3.2. Prétraitement.....	38
VI.3.3.2.1 Déshuilage-dégraissage.....	43

VI.3.3.3 Traitement physico-chimique.....	46
VI.3.3.3.1 Traitement chimique.....	46
VI.3.3.3.1.1 coagulation.....	46
VI.3.3.3.1.2 Flocculation.....	47
VI.3.3.3.2 Traitement physique.....	43
VI.3.3.3.2.1 Décanteur primaire.....	43
VI.3.3.4 Traitement biologique.....	49
VI.3.3.4.1 Dimensionnement du bassin de boue activée.....	50
VI.3.3.4.2 Traitement de l'azote.....	51
VI.3.3.4.3 Dimensionnement de bassin anoxie.....	52
VI.3.3.4.4 Dimensionnement du décanteur secondaire.....	60
IV.3.3.5 Traitement tertiaire.....	58
IV.3.3.5.1 La désinfection.....	58
IV.3.3.6 Traitement des boues.....	60
IV.3.3.6.1 Production journalière des boues.....	60
IV.3.3.6.2 Dimensionnement de l'épaississeur.....	62
IV.3.3.6.3 Digesteur aérobie.....	62
IV.3.3.6.4 Filtre a bande.....	63
IV.4 Conclusion.....	67

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

Introduction.....	68
V.1 Calcul du diamètre de la conduite de refoulement.....	68
V.1.2 Calcul de la hauteur manométrique de la pompe.....	68
V.1.3 Choix de la pompe .....	69
V.2 Dimensionnement du poste de relevage.....	69
V.3 Profil hydraulique.....	71
V.4 Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages.....	72
V.5 Conclusion:.....	79

### **Chapitre VI: Gestion et entretien de la station**

Introduction.....	81
VI.1 La gestion de la station d'épuration.....	81
VI.1.1 Les objectifs de la gestion de la STEP.....	82
VI.1.2 Le chef d'exploitation de la station d'épuration.....	82
VI.1.3 Les avantages et les inconvénients de la station d'épuration.....	83
VI.1.3 Moyens et techniques d'exploitation de la station d'épuration.....	84
VI.4 Hygiène et sécurité.....	87
Conclusion générale .....	89
Références bibliographiques.....	89

## Liste des tableaux:

### Chapitre II: Caractéristiques des eaux usées industrielles

<b>Tableau II.1</b> Normes de rejet des effluents.....	13
--	----

### Chapitre III : Epuration des eaux usées industrielles

<b>Tableau III.1</b> : les différents agents de coagulation et de floculation.....	22
--	----

<b>Tableau III.2</b> : Caractéristiques techniques et applications des différents procédés de flottation.....	23
---	----

<b>Tableau III.3</b> : Mise en œuvre des différentes technologies a culture libre.....	25
--	----

<b>Tableau III.4</b> : Procédés et technologies applicables en traitement tertiaire .....	28
---	----

### Chapitre IV: Dimensionnement de la station d'épuration

<b>Tableau IV.1:</b> Caractéristiques des eaux usées de la laiterie Candia.....	32
---	----

<b>Tableau IV.2</b> : Grille de qualité des ERI.....	33
--	----

<b>Tableau IV.3</b> : paramètres de base du dimensionnement de la STEP.....	35
---	----

<b>Tableau IV.4:</b> Dimensionnement du bassin d'homogénéisation.....	38
---	----

<b>Tableau IV.5</b> : Espacement et épaisseurs des barreaux.....	38
--	----

<b>Tableau IV.6</b> : Les valeurs de $\beta$ .....	40
--	----

<b>Tableau IV.7</b> :les paramètres de dégrilleur.....	42
--	----

<b>Tableau IV.8</b> : les résultats de dimensionnement du déshilleurr-dégraisseur.....	45
--	----

<b>Tableau IV.9</b> : Evaluation de la charge après désuillage-dégraissage .....	46
--	----

<b>Tableau IV.10</b> : dimensionnement du traitement physico-chimique.....	51
--	----

<b>Tableau IV.11</b> :Evaluation de la charge après le traitement primaire .....	53
--	----

<b>Tableau IV.12</b> : Dimensions du bassin d'aération et bassin anoxie .....	59
---	----

<b>Tableau IV.13</b> : Dimensionnement du décanteur secondaire.....	61
---	----

<b>Tableau IV.14</b> : Evaluation de la charge après traitement biologique .....	62
--	----

<b>Tableau IV.15</b> : Dimensionnement des ouvrages de traitement des boues.....	69
--	----

<b>Tableau IV.16</b> : Evaluation de la charge après traitement.....	71
--	----



## Chapitre V: Calcul hydraulique

<b>Tableau V.1</b> : Les valeurs de K, m et $\beta$ .....	75
<b>Tableau V.2</b> : Dimensions du poste de relevage.....	76
<b>Tableau V.3</b> : Profil hydraulique.....	77
<b>Tableau V.4</b> : Longueurs des conduites reliant les ouvrages.....	79
<b>Tableau V.5</b> : récapitulatif des différentes cotes des ouvrages de la STEP.....	85

## Liste des figures:

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

<b>Figure I.1</b> : Localisation de la zone d'étude.....	04
--	----

### Chapitre III: Epuration des eaux usées industrielles

<b>Figure III.1</b> : Procédés d'épuration des ERI .....	17
<b>Figure III.2</b> : Dessableur circulaire a alimentation tangentielle.....	19
<b>Figure III.3</b> : Ouvrage longitudinal aéré de dégraissage et déshuilage.....	20
<b>Figure III.4</b> : Décanteur circulaire a pont racleur.....	22
<b>Figure III.5</b> : Schéma de principe de traitement physico-chimique par aéro-flottation.....	23
<b>Figure III.6</b> : Principe de fonctionnement de la filtration biologique.....	26
<b>Figure III.7</b> : filière de traitement des boues.....	30

### Chapitre IV: Dimensionnement de la station d'épuration

<b>Figure IV.1</b> : Traitement biologique à boues activées.....	54
<b>Figure IV.2</b> : Schéma du traitement biologique avec bassin d'anoxie.....	57
<b>Figure IV.3</b> : Schéma d'un filtre a bande.....	68

# ***Introduction générale***

## Introduction générale

---

### *Introduction Générale:*

La pollution est l'un des plus graves problèmes auxquelles est confronté notre monde moderne. L'écosystème aquatique est de plus en plus menacé par différentes sources de pollution qui risquent de diminuer ses potentialités économiques et d'avoir des répercussions néfastes sur la santé humaine.

Les eaux usées doivent être épurées avant d'être rejetées dans le milieu naturel. C'est pour cela que les eaux usées devraient être dirigées vers des stations d'épuration afin de concentrer la pollution qu'elles contiennent sous forme de résidu, de rejeter l'eau épurée et cela grâce à des procédés physico-chimiques et biologiques .

les sites de transformation laitière génèrent d'importants volumes d'effluents chargés en matière organique. Plusieurs solutions peuvent être envisagées par les transformateurs pour traiter ces derniers : le traitement sur site, le rejet de ces effluents au réseau communal ou l'épandage sur des parcelles agricoles situées à proximité.

L'objectif de ce travail est de proposer un traitement adéquat aux eaux usées résiduaires de la Laiterie Tchén-Lait Candia (Sétif) afin de ramener les charges des polluants aux normes de rejets.

Nous avons commencé notre série de traitements en utilisant un bassin d'homogénéisation pour contrôler le flux entrant, suivi d'un prétraitement mécanique, d'un traitement physico-chimique et d'un traitement biologique par boues activées, enfin, nous avons complété la série par un traitement tertiaire utilisant la désinfection . Ce mode de traitement permet de rejeter les eaux usées dans le milieu naturel .

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

### *1.1 Présentation de la Zone Industrielle de Sétif :*

Sur les 72 zones industrielles et 449 zones d'activités que compte le pays, la zone industrielle de Sétif, située à 02 km au sud de la ville de Sétif, est actuellement l'une des plus importantes zones industrielles en Algérie. Classée dernièrement meilleure zone viabilisée, elle puise son importance dans le nombre et la qualité des entreprises implantées. D'une superficie totale de 282 hectares, la zone compte actuellement 94 entreprises, dont 35 publiques et 59 privées, occupant respectivement la surface de 68 et de 144 hectares. Les entreprises exercent dans différents domaines d'activités touchant à l'industrie du plastique, de l'électrochimie, de la réalisation, de l'agroalimentaire, les minoteries, les briqueteries et l'emballage.

La zone industrielle est bordée:

- à l'est par le chemin de wilaya CW N°112 menant vers Batna ;
- à l'ouest par la voie ferrée du tronçon Constantine-Alger ;
- Au Sud par l'agglomération dite Ain Trik ;
- Au Nord rattachée à la zone d'activités.



**Figure I.1:** Localisation de la zone d'étude

### *1.2 Principale activité humaine :*

À longueur d'année, l'activité y est intense dans et aux alentours de la zone. Ce ne sont en effet pas moins de 10.000 employés qui s'y rendent quotidiennement pour travailler.

***1.3 Ressources Hydrique :***

La région de Sétif s'exclut du stress hydrique que connaît le pays depuis plusieurs années maintenant en raison d'une pluviométrie abondante ( $P_{max.j}$  calculée sur 29 ans = 33mm), la présence de barrages important comme le barrage Ain-Zada et la présence de ressources hydriques souterraines exploitables.

En plus des besoins domestiques, la région connaît une activité industrielle considérable accompagnée par une demande hydrique importante d'où l'importance du suivi de cette ressource, son exploitation ainsi que ses rejets.

***1.4 Système d'évacuation et traitement des eaux usées rejetées:***

Les eaux usées domestiques ainsi qu'industrielles suivent un traitement et finissent donc par rejoindre le cours d'eau naturel , les eaux sont rejetées à Oued Bouaroua puis Oued-Echouk Puis Oued-Guelal , en fin Oued-Boussalem qui est l'exutoire et c'est le principale affluent qui draine le Barrage de Ain-zada.

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

## Chapitre II: Caractéristiques des eaux usées industrielles

### *Introduction:*

Suivant le développement de l'activité industrielle, spécialement au bord des cours d'eau, la consommation des eaux ainsi que leurs rejets augmentent également, ceci constitue un objet de nombreuses recherches avant lesquelles nous devons mieux comprendre les eaux usées industrielles

### *II.1 Définitions et généralités:*

#### *II.1.1 Définition d'une eau usée:*

Une eau usée, appelée encore une eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration. La pollution des eaux dans son sens le plus large est défini comme étant « tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologique ou physico-chimiques) dont des causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » [2]

#### *II.1.2 Définition d'une eau résiduaire industrielle:*

L'article n 2 du Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels, définit les eaux résiduaires industrielle comme suit : « on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle. » [2]

Une eau est dite résiduaire industrielle si elle provient d'une usine après avoir servi à une production, nettoyage, refroidissement ou autre procédé

### *II.2 Origine et nature des rejets industriels:*

La diversité des activités industrielles engendre des rejets spécifiques de caractéristiques variables et de composition hétérogène souvent fluctuante. Ce qui implique une investigation propre à chaque type d'industrie. Il est donc fondamental d'être parfaitement informé sur les procédés de fabrication et l'organisation des circuits d'alimentation en eau de l'usine ainsi que des réseaux d'assainissement assurant l'évacuation de la production polluante.

Les eaux résiduaires industrielles (ERI) se différencient, en fonction de l'utilisation de l'eau, en différentes catégories



### ***II.2.1 Eaux des circuits de refroidissement:***

Les eaux des circuits de refroidissement, abondantes et généralement non polluées, car non en contact avec les produits fabriqués, peuvent être recyclées. Elles sont souvent rejetées encore chaudes (30 à 50°C). Si elles ne sont pas à une température incompatible avec un traitement

physique (risque de courants de convection dans les décanteurs) ou biologique, elles peuvent être utilisées pour diluer des rejets très concentrés avant le traitement. [4]

### ***II.2.2 Eaux de lavage des sols et des machines:***

Ces eaux sont chargées de produits divers : matières premières ou liqueurs de fabrication, hydrocarbures et huiles de machines, produits détergents, bactéricides ou bactériostatiques utilisés en désinfection. La production et le degré de pollution de ces effluents résiduels sont souvent importants à la fin de la période de travail et au cours des nettoyages de fin de semaine et des périodes de congés. [4]

### ***II.2.3 Eaux de fabrication:***

La plupart des procédés conduisent à la fabrication ou à la transformation d'un produit à des rejets polluants qui proviennent du contact de l'eau avec les gaz, les liquides ou les solides. Ces rejets sont continus ou discontinus. Dans l'industrie alimentaire, ces eaux représentent l'essentiel de la pollution organique dissoute. [4]

### ***II.2.4 Rejets des services généraux:***

Ce sont essentiellement les eaux usées domestiques de l'usine qui présentent des caractéristiques particulières et sont biodégradables. [4]

## ***II.3 Les caractéristiques des eaux usées industrielles:***

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

### ***II.3.1 Paramètres physiques:***

#### ***II.3.1.1 Les matières en suspension (MES):***

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. La teneur en matières en suspension est obtenue par la pesée après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Elles sont exprimées en milligramme par litre (mg/l). [3]

### ***II.3.1.2 La Conductivité Electrique (CE) :***

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau).

La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètres et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. [3]

### ***II.3.1.3 La température (T):***

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et dénitrification biologique et dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier l'O<sub>2</sub>) dans l'eau, ainsi que la détermination du pH et la vitesse des réaction chimiques . [3]

### ***II.3.1.4 La Couleur :***

La couleur des ERI est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde colloïdale, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes. [3]

### ***II.3.1.5 L'Odeur :***

Les Eaux Résiduaires Industrielles se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition. [3]

### ***II.3.1.6 La Turbidité:***

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau. [3]

## ***II.3.2 Paramètres chimiques:***

### ***II.3.2.1 Le potentiel Hydrogène (pH):***

Exprimant l'acidité, la neutralité ou l'alcalinité de la solution aqueuse Ces derniers sont déterminées par rapport à la concentration en H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (noté H<sup>+</sup>). On utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H<sup>+</sup> .  $\text{PH} = \log 1/ [\text{H}^+]$ . Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7.5 et 9. [3]

### ***II.3.2.2 Le Demande chimique en oxygène (DCO):***

Ce paramètre permet de quantifier la matière oxydable contenue dans l'eau par la mesure du taux d'oxygène nécessaire pour la dégrader. La DCO est exprimée en mg d'O<sub>2</sub>/l. [3]

### ***II.3.2.3 Demande biochimique en oxygène (DBO):***

Exprimé la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées. [3]

### ***II.3.2.4 La biodégradabilité:***

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K qui permet de qualifier la biodégradabilité d'un effluent, avec  $K = \frac{DCO}{DBO5}$

- $K < 2$  : effluent facilement biodégradable ;
- $2 < K < 4$  : effluent moyennement biodégradable ;
- $K > 4$  : effluent difficilement biodégradable.

Le coefficient K très élevé se traduit par la présence des éléments inhibiteurs dans l'eau et de la croissance bactérienne, tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures...etc. la valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter. Si l'effluent est biodégradable, on applique un traitement biologique, sinon, on applique un traitement physico-chimique. [3]

### ***II.3.2.5 Carbone organique total (COT):***

La mesure du carbone organique totale permet de donner une indication directe de la charge organique d'une eau. Les composés organiques dont d'une part les protéines, les lipides, les glucides et les substances humiques et d'autre part, les substances organiques carbonées élaborées ou utilisées par l'industrie chimique, pharmaceutique, pétrolière... [3]

### ***II.3.2.6 Matières oxydables (MOX):***

Ce paramètre est utilisé pour caractériser la pollution organique de l'eau. Il se définit à partir de la DBO5 et la DCO selon la formule suivante

$$MOX = \frac{2DBO5+DCO}{3}. \quad [3]$$

### ***II.3.2.7 Azote total (NT):***

Exprimé en mg/L, ce paramètre devient de plus en plus important. C'est la somme d'azote de forme réduites (organique et ammoniacal) appelé azote de KJELDAL et la forme oxydée (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). [3]

### ***II.3.2.8 Phosphore total (PT):***

Le phosphore se retrouve dans les ERI sous formes

- ✓ D'ortho phosphate, soluble  $H_2PO_4^-$
- ✓ De poly phosphate qui a tendance à s'hydrolyser en ortho phosphate
- ✓ De phosphate non dissous. [3]

### ***II.3.2.9 Nitrates (NO<sub>3</sub>-):***

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur présence dans l'eau, si la source est organique, atteste que l'autoépuration a joué. Ils proviennent du lessivage

des engrais et des rejets urbains et industriels. Les nitrates sont l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux. [3]

### ***II.3.2.10 Nitrites (NO<sub>2</sub>-):***

Les nitrites NO<sub>2</sub> ou azote nitreux, représentent une forme moins oxygénée et moins stable. C'est un passage entre les nitrates et l'ammonium, c'est une forme toxique. Les nitrites sont répandus dans le sol, les eaux et dans les plantes mais en quantités relativement faibles. [3]

### ***II.3.2.11 Le sulfate:***

La présence de sulfate dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de dé-chloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates. [3]

## ***II.3.3 Paramètres microbiologiques:***

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. [3]

### ***II.3.3.1 Les virus:***

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte.

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10<sup>3</sup> et 10<sup>4</sup> particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. [3]

### ***II.3.3.2 Les bactéries:***

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ . Les eaux usées contiennent environ  $10^6$  à  $10^7$  bactéries/100 ml dont 105 proteus et entérobactéries,  $10^3$  à  $10^4$  streptocoques et  $10^2$  à  $10^3$  clostridium. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonella dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermotolérants. [3]

### ***II.3.3.3 Les protozoaires:***

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées. [3]

### ***II.3.3.4 Les helminthes:***

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de  $10^1$  à  $10^3$  œufs/l. Il faut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata*.

Beaucoup de ces helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire. Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. [3]

**II.4 Normes de rejet des effluents industriels:**

Les rejets d'effluents liquides industriels dans le milieu naturel sont réglementés en Algérie par le décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006.

Les valeurs limites maximales de rejet des installations de déversement industrielles sont illustrées d'une manière détaillée dans le tableau suivant :

**Tableau II.1** Normes de rejet des effluents

N°	Paramètres	Unité	Valeurs limites
1	Température	°C	30
2	pH	-	6,5-8,5
3	MES	mg/L	35
4	Azote KJELDAHL	//	30
5	Phosphore total	//	10
6	DCO	//	120
7	DBO <sub>5</sub>	//	35
8	Aluminium	//	3
9	Substances toxiques bioaccumulables	//	0,005
10	Cyanures	//	0,1
11	Fluor et composés	//	15
12	Indice de phénols	//	0,3
13	Hydrocarbures totaux	//	10
14	Huiles et graisses	//	20
15	Cadmium	//	0,2
16	Cuivre total	//	0,5
17	Mercure total	//	0,01
18	Plomb total	//	0,5
19	Chrome total	//	0,5
20	Etain total	//	2
21	Manganèse	//	1
22	Nickel total	//	0,5
23	Zinc total	//	3
24	Fer	//	3
25	Composés organiques chlorés	//	5

### ***II.5 Caractéristiques des eaux usées de laiterie:***

On peut trouver dans les effluents de laiterie deux catégories principales de polluants :

- Les produits laitiers eux-mêmes, matières premières ou produits finis.
- Les réactifs utilisés pour les lavages et qui sont le plus souvent des produits acides (acide nitrique), des produits basiques (à base de soude) et des produits stérilisants (eau de javel).

Par contre, ils peuvent entraîner des pointes de pH soit dans le domaine basique, soit dans le domaine acide. Il faut également signaler le risque de pollution accidentelle qui peut exister du fait de la présence de compresseur à ammoniac. Il est souhaitable de prendre des précautions préliminaires pour éviter le rejet massif d'ammoniac en cas de rupture de tuyauteries. [5]

Les ERI de l'industrie laitière se caractérisent par:

- Lait entier (à 3,6 p. 100 de mat. grasses) : 103mg/I de DBO<sub>5</sub>
- Lait écrémé (à 0,1 p. 100 de mat. grasses) : 73mg/I de Dos
- Lait concentré (à 7,9 p. 100 de mat. grasses) : 208mg/I de DBO<sub>5</sub>
- Lait en poudre écrémé (à 0,9 p. 100 de mat. grasses) : 737mg/kg de DBO<sub>5</sub>
- Crème (à 40 p. 100 de mat. grasses) : 399mg/I de DBO<sub>5</sub>. [5]

### ***II.6 Effets des eaux usées industrielles:***

#### ***II.6.1 Effet sur les eaux superficielles:***

Les rejets directs d'eaux usées posent des problèmes d'eutrophisation des cours d'eau, et de contamination microbiologique des zones de conchyliculture.

La concentration élevée en N et P dans l'eau usée est d'un intérêt particulier lorsque l'eau usée est mélangée dans un barrage, avant irrigation, car ces éléments peuvent créer des conditions favorables à l'eutrophisation. Dans de telles conditions, l'apparition d'algues vertes est très fréquente et il est difficile de remédier aux problèmes y associés, en particulier à l'obstruction des systèmes d'irrigation pressurisés. Ce problème est un des soucis majeurs des agriculteurs.

Le problème d'eutrophisation et du déficit en oxygène, dû aux nutriments dans l'eau usée, est particulièrement important quand l'effluent est déchargé dans les étendues d'eau (fleuves, lacs et mer).

#### ***II.6.2 Effet sur le sol et les cultures:***

De nombreuses caractéristiques du drainage industriel sont caractérisées par une concentration élevée de salinité et son utilisation dans l'irrigation qui conduit à l'accumulation de sels et de certains composés, ce qui entraîne une modification de la composition structurale du sol et de ses propriétés (porosité, PH ...) Ensuite, le sol devient impropre à la culture car la présence de métaux lourds absorbés par les racines des plantes conduit à la baisse de la production agricole, en plus de l'accumulation de minéraux lourds dans les cultures fourragères qui sont transportées aux animaux et de là aux humains.

***II.6.3 Effet sur humains:***

Les eaux usées industrielles contiennent de nombreux micro-organismes (virus, helminthes...). Il est très dangereux, surtout si ces organismes provoquent des maladies infectieuses (lombricidés, Virus de l'hépatite ...) nocives pour l'homme.

***II.7 Conclusion:***

Les eaux usées industrielles sont constituées de différentes caractéristiques et d'origines différentes. Afin de montrer de l'intérêt pour sa purification, nous avons présenté dans ce chapitre les origines et les caractéristiques des eaux usées et leur impact sur l'environnement. Ceci afin de connaître les méthodes efficaces pour le traiter.



# ***Chapitre III: Epuration des eaux usées industrielles***

## Chapitre III : Epuration des eaux usées industrielles

### Introduction:

Les eaux usées d'origine industrielles, ont besoin de subir des traitements divers avant d'être rejeté dans les milieux naturels récepteurs. L'épuration des ERI a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu aquatique qui est le milieu récepteur une eau de qualité, respectueuse des équilibres naturels et normes. Dans une STEP l'épuration des eaux passe par différentes étapes ; dont on va les présenter ci-dessous : les prétraitements suivis des traitements physicochimiques puis les traitements biologiques et enfin les traitements tertiaires.

### III.1. Procédés d'épuration des eaux usées industrielles:

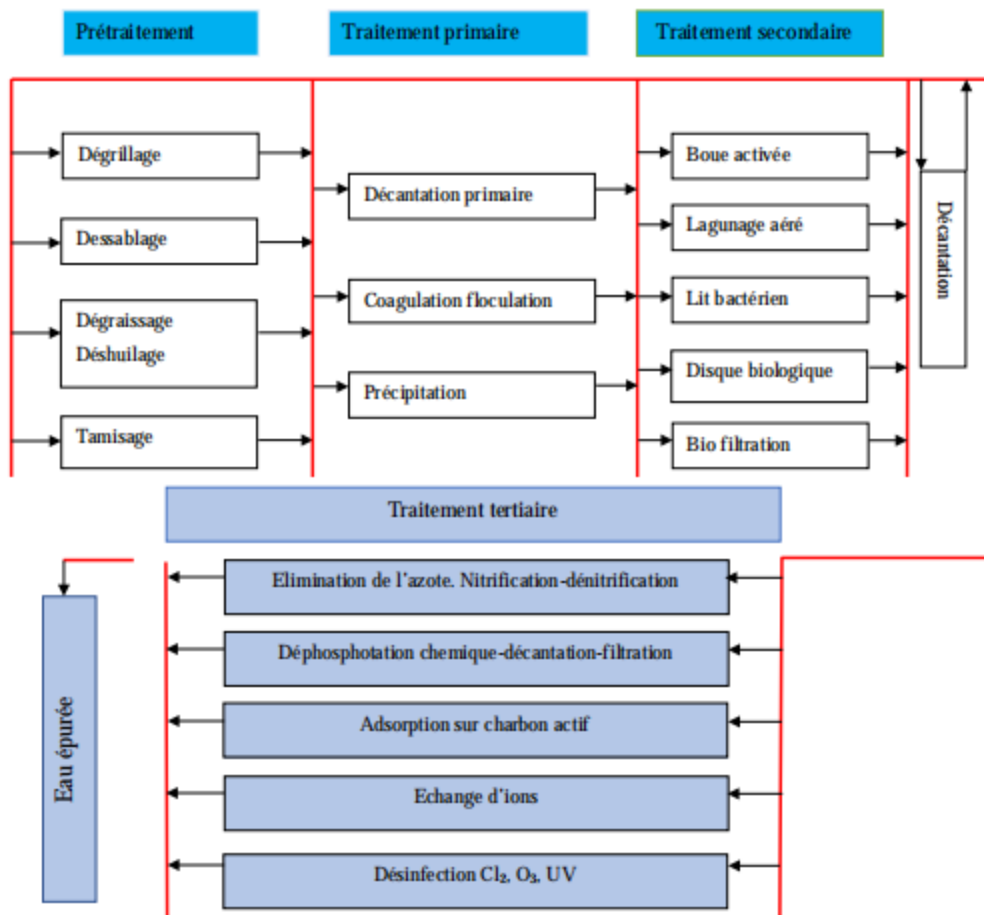


Figure III.1 : Procédés d'épuration des ERI

### **III.1.1. Les prétraitements:**

Les prétraitements constituent l'ensemble des opérations physique et mécanique : dégrillage, dessablage dégraissage-déshuilage. Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des rejets industriels et de la ligne d'épuration prévue en aval.

#### **III.1.1.1. Dégrillage :**

Il permet de séparer les matières volumineuses. Son principe est extrêmement simple, puisqu'il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composés de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 10 à 100 mm. La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0.6 et 1 m/s . L'efficacité de ce traitement dépend essentiellement de l'écartement des barreaux des grilles qui sont de trois types :

- Dégrillage fin (écartement 3 à 10 mm).
- Dégrillage moyenne (écartement 10 à 25 mm).
- Dégrillage grossier (écartement 50 à 100 mm).

Il existe différents types de grilles selon la conception des fabricants et la nature de l'effluent à traiter. On distingue :

#### ➤ **Grilles manuelles :**

Elles sont cependant réservées aux petites stations généralement inclinées par rapport l'horizontale (60° à 80°), le nettoyage s'effectue manuellement à l'aide d'un râteau.

#### ➤ **Grilles mécaniques :**

Elles sont classées en deux catégories:

##### • **Grilles droites :**

Fortement relevées (inclinaison de 80°), elles sont conçues avec des dispositifs de nettoyage différents tel que :

-Des râteaux ou des peignes.

-Des brosses montées sur chaîne sans fin.

-Des grappins alternatifs, à commande par câble permettant remonter, les détrit sur de grande hauteur.

##### • **Grilles courbes :**

C'est grilles sont conçus pour traiter les eaux d'une station traitant 10 à 5000 m<sup>3</sup>/h constituées de barreaux en fer plat formés en quart de cercle, elles sont nettoyées par un duo rateau tournant ou encore par un système de bielles appliquées contre la grille.

### III.1.1.2. Tamisage:

Le tamisage assure un dégrillage poussé par filtration des eaux brutes sur toile, treillis ou tôles perforée, à mailles plus ou moins fins, On distingue classiquement, selon la dimension des mailles de la toile, le macro-tamisage, qui est destiné à retenir les particules supérieures à 200  $\mu\text{m}$  et le micro-tamisage, qui retient les particules plus petites, dont l'application aux prétraitements des eaux résiduaires est très limitée en raison d'un colmatage trop rapide. Par contre, le macro-tamisage est souvent utilisé dans le prétraitement de certaines eaux résiduaires industrielles, pour séparer des matières flottantes diverses, des débris végétaux et animaux et les fibres comme dans l'industrie papetière .

### III.1.1.3.Dessablage:

Le dessablage a pour but d'extraire des rejets industriels, les graviers, les sables et autres matières minérales denses de façon à éviter les dépôts dans les conduites et canaux, et à protéger les pompes contre l'abrasion. Il peut devenir indispensable lorsque les usines sont desservies par un réseau unitaire, et notamment pour les industries métallurgiques ou mécaniques. Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules supérieures à 200  $\mu\text{m}$ . Une granulométrie inférieure sera du ressort de la décantation

Sur le plan technologique on distingue :

- Le dessableur couloirs (à écoulement rectiligne), dont la vitesse d'écoulement est variable ou constante ;
- Les dessableurs circulaires, à alimentation tangentielle a brassage mécanique ou à insufflation d'air (pour éviter les dépôts de matières organiques, en heures creuses, avec faible débit) ;
- Les dessableurs rectangulaires à insufflation d'air, on insuffle de l'air qui provoque une rotation de liquide et crée ainsi une vitesse constante de balayage du fond, à la vitesse du transit, laquelle, beaucoup plus faible, peut alors être variable inconvenient. Le sable est extrait soit mécaniquement par raclage vers poste de réception, puis repris par pompage, soit directement par pompe suceuse montée sur pont roulant. Ces sont calculés par des temps de séjour d'environ 3 à 5 min, et une charge hydraulique superficielle de décantation de l'ordre de 50 m<sup>3</sup> d'eau par mètre carré de surface et par heure.

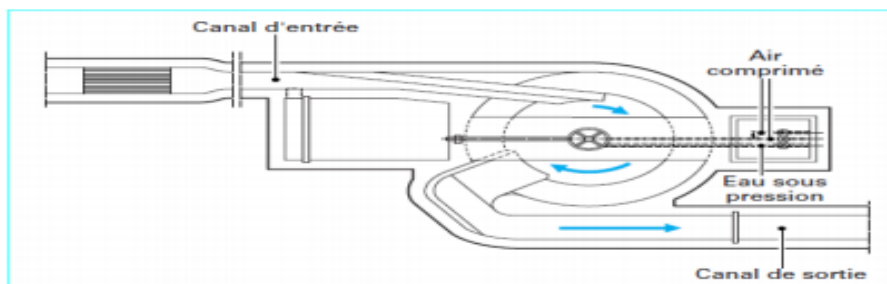


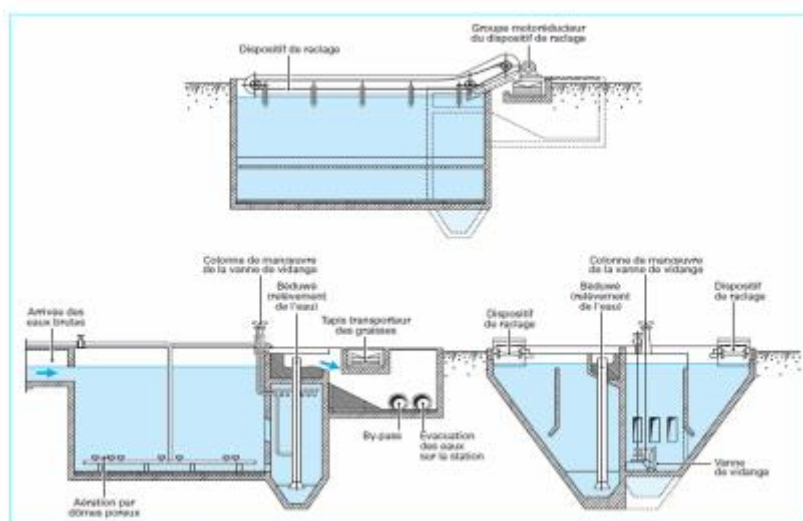
Figure III.2 : Dessableur circulaire a alimentation tangentielle

#### III.1.1.4. Dégraissage-déshuilage :

Ces opérations concernent bon nombre d'eaux résiduaíres issues des industries alimentaires, mais aussi des raffineries de pétrole et les industries mécaniques. On peut considérer que le déshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de nature très diverse et leur quantité s'estime par la mesure des matières extractibles par solvant. Contrairement aux eaux usées domestiques, dans le cas d'eaux usées industrielles, ces deux procédés se font séparément pour un meilleur rendement.

Les inconvénients des graisses et huiles sont notamment :

- Envahissement des décanteurs ;
- Diminution des capacités d'oxygénation des installations des traitements biologiques ;
- Mauvaise sédimentation des boues dans le clarificateur ;
- Bouchage des canalisations et des pompes.



**Figure III.3 :** Ouvrage longitudinal aéré de dégraissage et déshuilage

#### III.1.1.5 Autres traitements préliminaires :

##### A) Homogénéisation: égalisation des débits et des charges polluantes

La composition et le débit des rejets industriels varient beaucoup en fonction du temps, car bon nombre d'opérations constituant le procès de fabrication sont discontinus. Pour faciliter les traitements ultérieurs et optimiser le dimensionnement des installations, la régularisation du débit hydraulique et de la charge polluante est souvent recherchée . [11]

On utilise pour cela des bassins d'homogénéisation, sorte de capacité tampons placés en tête d'installation qui stockent pendant quelques heures, sinon quelques jours, la totalité des effluents produites par une unité ou par toute une usine.

Actuellement, il existe plusieurs groupes de procédés de neutralisation, qui sont couramment employés :

- L'utilisation du pouvoir tampon du milieu récepteur.
- Le mélange des eaux résiduaires acides avec des eaux résiduaires alcalines.
- L'adjonction de réactifs chimiques.
- La filtration par matériau filtrant neutralisant.[11]

### ***III.1.2. Les traitements primaires:***

Le traitement primaire constitue une pré épuration non négligeable pour garantir la qualité du rejet en milieu naturel. Il fait appel à différentes procédés physiques et chimiques.

#### ***III.1.2.1 Procédés chimiques:***

Les procédés physico-chimique de décantation consiste à alourdir les particules en suspension, ils sont appelés aux techniques de coagulation et floculation facilitent l'élimination de MES et colloïdes, celle-ci est réalisée une étape ultérieure de séparation solide liquide.

##### ***III.1.2.1.1 La coagulation :***

La coagulation est la déstabilisation de particules colloïdales par addition d'un réactif chimique appelé coagulant. [11]

##### ***III.1.2.1.2 Floculation:***

La floculation est le processus de grossissement et d'uniformisation des petits flocons formés de l'introduction du coagulant. Elle a pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération, pour accroître son volume, sa masse et sa cohésion. Une bonne floculation est favorisée par :

- Une coagulation préalable aussi parfaite que possible ;
- Une augmentation de la quantité du floc dans l'eau ;
- Un brassage homogène et lent pour tout le volume d'eau ;
- L'emploi de certains produits appelés floculants ou adjuvants de coagulation. [11]

Le tableau suivant donne les différents agents de coagulation et de floculation

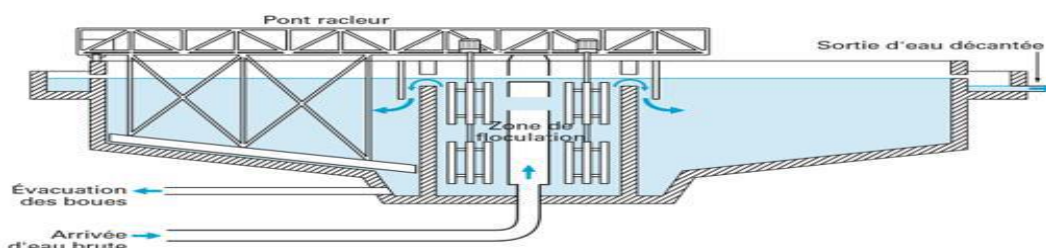
**Tableau III.1** : les différents agents de coagulation et de floculation

Produit	Formule	Forme commerciale
<b>Coagulant</b>		
Sulfate d'alumine	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	Poudre et solution à 48%
Chlorure d'aluminium	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	Liquide
Aluminate de sodium	$NaAlO_2$	Poudre et solution à 50% en $Al_2O_3$
Sulfate ferreux	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Cristallisé
Chlorure ferrique	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Solution à 40%
Chaux	$Ca(OH)_2$	Poudre
<b>Floculant</b>		
Produit	Mode d'action	Utilisation
Poly électrolyte cationique	- Neutralisation de charge ; - Absorption ; - Réticulation.	Coagulant adjuvant
Poly électrolyte anionique	- Absorption ; - Réticulation.	Adjuvant essentiellement
Poly électrolyte non anionique	- Réticulation ; - Absorption.	-
Bentonite	- Absorption.	-
Silice activée	- Réticulation.	-

### III.1.2.2 Procédés physiques:

#### III.1.2.2.1 Décantation:

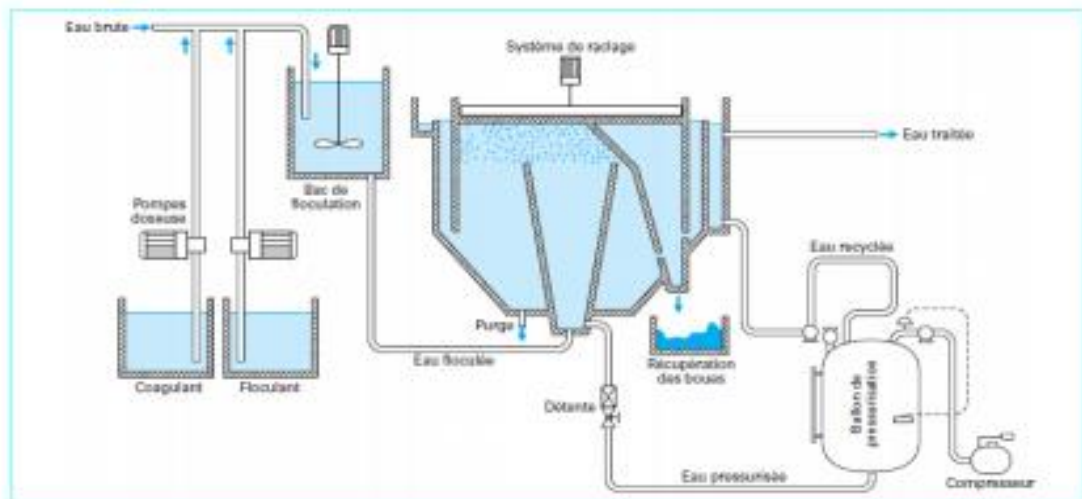
La décantation peut être définie comme une technique de séparation des matières solides du liquide qui les contenait, sous l'influence des forces de gravité. L'addition de réactifs chimiques, la décantation n'assure que la séparation des matières en suspension d'écartables qui présentent une granulométrie à 50  $\mu m$ . [11]



**Figure III.4** : Décanteur circulaire a pont racleur.

**III.1.2.2.2 La flottation :**

Une technique qui peut remplacer la sédimentation est la flottation. C’est un procédé de séparation liquide-solide basé sur la formation d’un ensemble appelé attelage, formé des particules à éliminer, plus léger que l’eau. Cette technique convient principalement pour éliminer les particules de diamètre compris entre 1 et 40 µm. Les solides sont transportés à la surface, fixés a des bulles, et sont ensuite écumés. [11]



**Figure III.5 :** Schéma de principe de traitement physico-chimique par aéro-flottation

Le tableau suivant résume les caractéristiques techniques et les principales applications au traitement des eaux, des différents procédés de flottation :

**Tableau III.2 :** Caractéristiques techniques et applications des différents procédés de flottation

Procédé	Tailles des bulles (µm)	Consommation d'énergie (Wh/m <sup>3</sup> traité)	Temps de séjour (min)	Principales applications
Flottation par insufflation d'air	100 à 500	20 à 30	2 à 5	Elimination : huiles, graisses...
Flottation mécanique	100 à 1000	100 à 200	2 à 15	Dégrossissages des suspensions de polymères
Aero-flottation avec 20 % de recirculation	40 à 70	45 à 60	20 à 30	Hydrocarbures Solvants Fibres
Electro-flottation	50 à 100	150 à 200	--	Mêmes applications que pour la flottation par air dissous



### ***III.1.3. Les traitements biologiques:***

#### ***III.1.3.1 Procédés à cultures libres***

Les techniques à cultures libres, de par leurs performances au niveau rendement et leurs souplesse vis-à-vis de variation de charge.

Les procédés les plus répandus en cultures libres sont:

- L'élimination de la pollution carbonée en simple ou double étage ; pour les effluents difficiles, le double étage permet d'augmenter les performances de traitement ;
- La nitrification/dénitrification avec zone anoxique en tête, généralement appliquée pour traiter les concentrations élevées en azote ;
- La nitrification/dénitrification en un seul bassin, procédé d'alternance, mis en œuvre pour de faibles concentrations en azote ;
- Les procédés en deux étapes ou en série s'utilisent pour respecter des normes de rejet en DCO ou en azote total relativement sévères.
- Les procédés à cultures libres sont classés en fonction de la charge polluante (DCO, DBO5) appliquée sur le traitement biologique. En fonction de la charge massique, l'installation de traitement permettra ou non le traitement de l'azote. [12]

#### ***III.1.3.1.1 Techniques principales utilisées :***

- Boues activées forte charge ;
- Boues activées moyenne charge ;
- Boues activées faible charge ;
- Boues activées en aération prolongée ;
- Procédés d'alternance ; aération/décantation dans le même bassin ;
- Boues activées en série .[12]

Les principales caractéristiques et performances sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau III.3 :** Mise en œuvre des différentes technologies a culture libre

		Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée	Procédés d'alternance	Boues activées en série
	Charges appliquées globales (kgDBO <sub>5</sub> .m <sup>3</sup> .j <sup>-1</sup> )	1 à 5	0.5 à 1	0,1 à 0,5	0,35	0,07 à 0,3	0,75 à 1,5
	Rendement (% DBO <sub>5</sub> )	70/80	85	≥ 90	≥ 90	≥ 90	≥ 90
Avantages	Fiabilité d'exploitation	++	+	+++	+++	++	++
	Volume d'aération (investissement)	+++	++	+	+	+	++
	Consommation d'énergie	+++	++	+	+	+	++
	Production de boues	Forte	Forte	Limitée	Limitée	Limitée	Limitée
	Stabilisation des boues	+	+	+++	+++	++	++
	Nitrification	+	+	+++	+++	+++	+++
	Dénitrification (*)	+ (sauf nitrate eau brute)	+ (sauf nitrate eau brute)	+++	+++	+++	+++
	Décantabilité des boues	++	+	+++	++	+++	++
	Résistance vis-à-vis des pointes de pollution (**)	++	+	+++	+++	++	+++
	(*) Sous réserve d'une zone anoxie (**) Sous réserve d'apporter l'oxygène nécessaire +++ Très favorable ++ Favorable + Peu favorable						

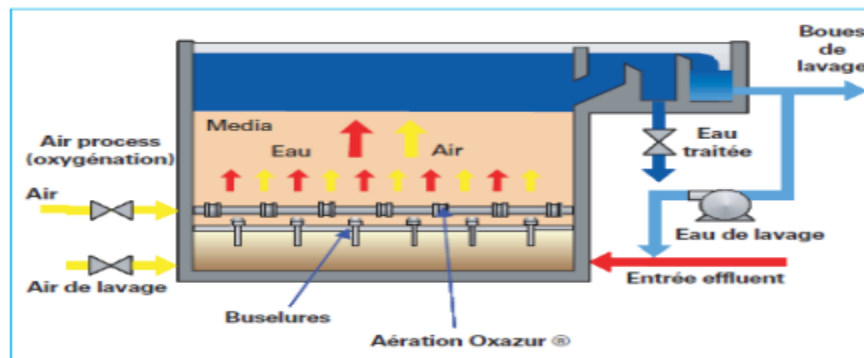
### III.1.3.2 Procédés à cultures fixées

#### III.1.3.2.1 Cultures fixées sur matériau support minéral

Ces procédés mettent en œuvre la filtration biologique à travers un lit de matériau granulaire fixe immergé de densité supérieure à 1 a flux d'eau et d'air a co-courants ascendants ou à contre-courant. [12]

Ces procédés permettent de réaliser simultanément deux fonctions épuratoires qualifiées globalement de bio filtration :

- Réention physique de matières en suspension par filtration ;
- Adsorption et transformation biologique de la pollution dissoute et colloïdale par la biomasse active fixée.



**Figure III.6 :** Principe de fonctionnement de la filtration biologique

### III.3.2.2 Cultures fixées sur support plastique : les lits bactériens

Les lits bactériens, ou lits à ruissellement, sont des réacteurs biologiques à cultures fixées utilisant un matériau support généralement en PVC ou polypropylène ; les garnissages se présentent en système ordonné sous forme de modules en vrac 0

L'effluent à traiter est distribué en continu au niveau supérieur du lit par un distributeur rotatif (cas de filtres circulaires) constitué de plusieurs rampes percées d'orifices et monté sur un pivot central qui tourne dans un plan horizontal.

Les performances épuratoires du lit bactérien dépendent de l'épaisseur du biofilm et de la bonne répartition des effluents à traiter ; l'hydraulique du système est primordial pour l'optimisation de ces paramètres. La recirculation d'une partie des effluents traités doit permettre l'obtention d'un taux d'arrosage suffisant afin de réaliser un autocurage efficace.

L'aération est généralement réalisée par tirage naturel ou par ventilation forcée. En sortie du lit bactérien, le mélange (eau traitée + biomasse) transite par une étape de décantation. [12]

Avantages et inconvénients comparés aux boues activées

- Principaux avantages :
  - Surveillance réduite ;
  - Faibles consommations énergétiques ;
  - Moindre sensibilité aux variations de charge.
- Principaux Inconvénients :
  - Rendement d'élimination de la DBO5 très inférieur ;
  - Risques potentiels de colmatage ;
  - Production de boues biologiques non stabilisées ;

### ***III.1.3.2.3 Procédés avec bioréacteur à membranes :***

Le bioréacteur à membranes est une synergie entre un traitement biologique et une séparation physico-chimique par filtration membranaire.

Le réacteur est le lieu de dégradation biologique : des microorganismes transforment la pollution organique carbonée et azotée en CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> et en biomasse, Le bloc membranes peut être constitué de membranes organiques ou céramiques de microfiltration tangentielle ou d'ultrafiltration. [12]

### ***III.1.4 Les traitements tertiaires***

Suite aux traitements du schéma classique comme étalé, les eaux usées industrielles, selon le type et catégorie d'industrie, subissent un traitement complémentaire (Tertiaire) afin d'éliminer les résidus et polluants résistants aux traitements : primaire et secondaire. [9]

#### ***III.1.4.1 Nature de la pollution à traiter et les technologies applicables:***

Suivant la nature de l'effluent, la ligne de traitement globale à concevoir et l'objectif de qualité fixé, le traitement tertiaire consiste à effectuer une ou plusieurs des opérations suivantes :

- Amélioration de l'élimination des paramètres classiques MEST, DBO<sub>5</sub>, DCO ;
- Désphosphatation (précipitation par sels ferriques ou d'aluminium, plus rarement par de la chaux) ;

Élimination de l'azote subsistant après les étapes principales du traitement (nitrification et/ou dénitrification) ;

- Réduction poussée des MEST et de la DCO colloïdales ;
- Réduction de la DCO dur ;
- Décoloration ;
- Désinfection au chlore, à l'ozone et/ou aux UV ;
- Élimination de composés spécifiques : métaux, certains anions, pesticides....[9]

Le tableau n résume les différents procédés et technologies les mieux adaptés à la pollution spécifique à traiter.

**Tableau III.4 :** Procédés et technologies applicables en traitement tertiaire

Paramètres éliminés ou traitement	Techniques utilisées								
	Traitement biologique	Oxydation			Membranes (1)		Adsorption sur charbon actif	Résines ou adsorbants spécifiques (1)	Séparation physico-chimique (2)
		O <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , catalytique	O <sub>3</sub> + biologique	UV, O <sub>3</sub> , Cl <sub>2</sub>	UF	NF/OI			
<b>DBO résiduelle</b>	*								
<b>Phosphore</b>						*			*
<b>Azote</b>	*								
<b>MEST et DCO colloïdale</b>					*				*
<b>DCO dure</b>		*	*			*	*		*
<b>AOX</b>		*	*			*	*		
<b>Décoloration</b>		*	*			*	*		*
<b>Désinfection</b>				*					
<b>Anions, cations</b>						*		*	*
<b>Métaux metalloïdes</b>						*	*	*	*

(1) L'utilisation de membranes ou de résines présente l'avantage de produire une eau traitée de parfaite qualité mais impose des prétraitements adaptés et, surtout, produit des concentrats salins qu'il faut gérer (évacuation pour traitement extérieur ou retraitement sur site)

(2) Décantation, flottation à l'air dissous et filtration sur matériau granulaire, après tout ou partie des étapes de neutralisation, coagulation, floculation

### III.1.5 Traitement des boues:

L'objectif principal du traitement des boues dans une station d'épuration est de réduire son volume pour réduire les quantités qui seront stockées (voire déployées), se stabiliser pour améliorer ses propriétés physiques et stopper la biodégradation dans laquelle il se produit. En effet, sa haute teneur en eau (99%) et sa forte teneur en bactéries en font un bouillon de culture favorable à la dégradation des matières organiques fraîches et très fermentées qu'il contient, tout en produisant des odeurs désagréables. En plus de la teneur en oligo-éléments (associée à la présence de substances minérales dissoutes ou insolubles), et pour le traitement des boues, il existe plusieurs étapes. [10]

#### III.1.5.1 Epaissement:

Cette étape permet l'élimination de l'excédent en eau et d'augmenter la teneur en matière solide de la boue. Elle est réalisée par décantation et flottation. [10]

#### III.1.5.2 Stabilisation:

Appelée aussi digestion, la matière organique est éliminée dans cette étape soit par digestion aérobie (présence d'oxygène) soit par digestion anaérobie (absence d'oxygène), soit par stabilisation chimique (ajout de la chaux qui stoppe la fermentation des boues). [12]

**III.1.5.3 Conditionnement:**

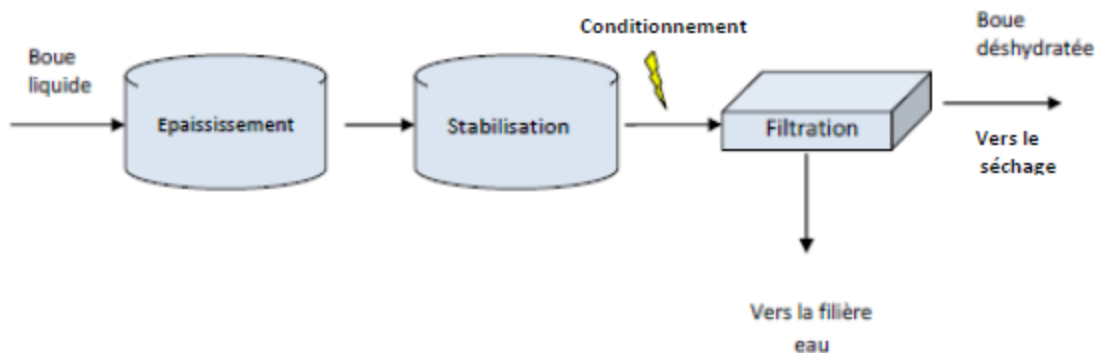
Les boues épaissies et stabilisées sont toujours très liquides et contiennent une fraction importante de matières colloïdales ce qui rend leur déshydratation difficile, donc Il est nécessaire de rompre cette stabilité colloïdale afin de libérer l'eau et conditionnée la boue pour la déshydratation mécanique. On regroupe sous le terme « conditionnement » les différentes opérations permettant la rupture de la structure colloïdale. Les techniques les plus utilisées sont le conditionnement thermique et le conditionnement chimique qui largement plus utilisé, il consiste à ajouter des réactifs qui déstabilisent les colloïdes et provoquent la coagulation/floculation de la suspension. [12]

**III.1.5.4 Filtration:**

C'est l'élimination mécanique de l'eau des boues traitées afin de réduire leurs volumes et obtenir un produit solide et pâteux. Ils existent différents types de filtres : filtre presse, filtre à bandes, filtre à plateaux, centrifugeuse.

**III.1.5.5 Séchage des boues:**

Le séchage des boues est une déshydratation quasi-totale des boues par évaporation de l'eau qu'elles contiennent ; la réduction de volume qui en résulte est conséquente qu'il soit thermique ou sur lits de séchage. [12]



**Figure III.7 :** filière de traitement des boues.

### ***III.2 Conclusion:***

Les procédés de fabrication, lavage et autres exploitations à caractère industriel contribuent à la pollution des eaux résiduaires et ont un impact direct sur l'environnement, d'où la nécessité d'un traitement poussé et adéquat à chaque polluant.

# ***Chapitre IV: Dimensionnement de la station d'épuration***



## Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration

### *Introduction:*

L'épuration des ERI a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu aquatique qui est le milieu récepteur une eau de qualité, respectueuse des équilibres naturels et normes. Dans une STEP l'épuration des eaux passe par différentes étapes ; dont on va les présenter ci-dessous : les prétraitements suivis des traitements physicochimiques puis les traitements biologiques et enfin les traitements tertiaires

### *IV.1 Caractéristiques des eaux usées de la laiterie Candia :*

**Tableau IV.1:** Caractéristiques des eaux usées de la laiterie Candia

Caractéristique	Unité	Valeur
Débit journalier	m <sup>3</sup> /j	1200
Débit horaire	m <sup>3</sup> /h	50
DCO	mg/l	2600
DBO5	mg/l	910
Rapport DCO/ DBO5		2,85714286
MES	mg/l	340
Huiles et graisses	mg/l	1000
Azote global	mg/l	50
Phosphore	mg/l	17,3
Nitrite	mg/l	2,7
Nitrate	mg/l	42,1
Chlore	mg/l	0,13
Calcium	mg/l	72
Température	°C	28

### IV.2 Grille de qualité des Eaux résiduaires industrielles:

La grille de qualité récapitule de manière simplifiée la qualité de l'eau à savoir les concentrations des principaux polluants, comme présenté dans le tableau suivant :

**Tableau IV.2 :** Grille de qualité des ERI

Désignation	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
$\text{NH}_4^+$ (mg/l)	0-0,1	0,01-0,1	0,1-3	>3
$\text{NO}_2^-$ (mg/l)	0-0,1	0,01-0,1	0,1-3	>3
$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	0-10	10-20	20-40	>40
$\text{PO}_4^{3-}$ (mg/l)	0-0,1	0,01-0,1	0,1-3	>3
$\text{DBO}_5$ (mg/l)	5	5-10	10-15	>15
DCO (mg/l)	20	20-40	40-50	>50
Traitement	A utiliser sans exigence particulière	Utilisable après traitement	Traitement poussé	Traitement spécifique

Comme nous pouvons le constater, l'eau résiduaire industrielle à traiter comporte des polluants à présence considérée comme étant comprises entre ' Mauvaise et très mauvaise ' concernant les polluants : DCO,  $\text{DBO}_5$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  nécessitant donc un traitement poussé voir spécifique

### IV.3. Dimensionnement de la station d'épuration

#### IV.3.1. Evaluation des charges polluantes :

Charge polluante C (kg/j) = Concentration (mg/l) x  $Q_{\text{rej}}$  (l/j)

#### ❖ Calcul de la charge polluante de la DCO

$$C_{\text{DCO}} = (2600 \times 1200)/1000$$

$$C_{\text{DCO}} = 3120 \text{ kg/j}$$

**❖ Calcul de la charge polluante de l'azote total**

$$C_{NT} = (50 \times 1200)/1000$$

$$C_{NT} = 60 \text{ kg/j}$$

**❖ Calcul de la charge polluante de la DBO<sub>5</sub>**

$$C_{DBO5} = (910 \times 1200)/1000$$

$$C_{DBO5} = 1092 \text{ kg/j}$$

**❖ Calcul de la charge polluante du phosphore total**

$$C_p = (17.3 \times 1200)/1000$$

$$C_p = 20.76 \text{ kg/j}$$

**❖ Calcul de la charge polluante des MES**

$$C_{MES} = (340 \times 1200)/1000$$

$$C_{MES} = 408 \text{ kg/j}$$

**❖ Calcul de la charge polluante des huiles et graisses**

$$C_{huiles} = (1000 \times 2220)/1000$$

$$C_{huiles} = 2220 \text{ kg/j}$$

Le tableau suivant récapitule les charges polluantes par jour

**Tableau IV.3** : paramètres de base du dimensionnement de la STEP

Paramètre	Unité	Valeur
<b>Qrej</b>	m <sup>3</sup> /j	1200
<b>DCO</b>	kg/j	3120
<b>DBO</b>	kg/j	1092
<b>MES</b>	kg/j	408
<b>NT</b>	kg/j	60
<b>P</b>	kg/j	20,76
<b>Huiles et graisses</b>	kg/j	1000

#### *IV.3.2. Schéma du traitement des ERU de la laiterie :*

En se basant sur ces données, nous allons dimensionner une STEP des eaux usées industrielles de charge nominale de 1200 m<sup>3</sup>/J en vue de réutiliser l'eau traitée comme eau de lavage des sols et camions, arrosage des espaces verts, refroidissement et en lutte contre les incendies. La STEP comprendra les ouvrages de traitement suivant :

- Un poste de relevage des eaux brutes ;
- Un bassin d'homogénéisation ;
- Un prétraitement (Déshuilage/dégraissage) ;

- Traitement primaire (Coagulation-Floculation-Décantation) ;
- Un traitement biologique (boue activée)
- Traitement tertiaire (désinfection) ;
- Traitement de boues (Epaississement, Digesteur aérobie, filtre à bande)

#### ***IV.3.3. Dimensionnement des ouvrages de la station d'épuration***

Le dimensionnement se fait en se basant sur le débit des ERI ainsi que les charges des polluants comme suit :

##### ***IV.3.3.1. Bassin d'homogénéisation:***

L'ensemble des effluents est mélangé dans un bassin d'égalisation, retenant la totalité des eaux usées qui s'écoulent en une journée, ce qui permet d'obtenir un effluent parfaitement homogénéisé, mais aussi de réguler le débit à une valeur constante et indépendante des écoulements. Généralement, afin d'obtenir un mélange homogène et d'éviter les dépôts de matières décantables, il est nécessaire d'assurer un brassage vigoureux de la masse liquide ainsi qu'une légère aération pour éviter la formation d'odeurs. Cependant, étant donné le débit élevé d'eaux usées que nous traitons, nous avons estimé que le simple écoulement des eaux permettrait un mélange suffisant des différents effluents.

En pratique, le bassin d'égalisation permet, en plus d'homogénéiser le mélange, de réguler son pH par ajout de chaux ou d'acide sulfurique selon le pH en entrée (mesures régulières sur place) et selon le pH optimal de l'étape suivante de coagulation/floculation.

Le débit à la sortie du bassin d'égalisation sera constant et sera fixé en fonction du débit journalier d'effluents de l'industrie qui est de  $Q = 1200\text{m}^3/\text{j}$

En ce qui concerne le volume de ce bassin, par sécurité, nous l'avons dimensionné pour qu'il puisse contenir 150% du volume total d'effluents par jour.

##### ***❖ Calcul du volume***

$$V = 150\% Q = 1.5 \times 1200$$

$$V = 1800 \text{ m}^3$$

❖ *Calcul de la surface*

Pour une hauteur  $H = 3\text{m}$

$$S = V/H = 1800/3$$

$$S = 600 \text{ m}^2$$

❖ *Calcul du diamètre*

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{((4 \times 600)/3.14)}$$

$$D = 27.64 \text{ m}$$

❖ *Calcul du temps de séjour  $T_s$* 

$$T_s = V/Q = 1800/1200 \times 24$$

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

**Tableau IV.4:** Dimensionnement du bassin d'homogénéisation

Paramètre	Unité	Valeur
Volume	m <sup>3</sup>	1800
Surface	m <sup>2</sup>	600
Diamètre	M	27,64
Temps de séjours	H	36

**IV.3.3.2. Prétraitement:****VI.3.3.2.1 Déshuilage-dégraissage:**

Les ouvrages de déshuilage et de dégraissage sont dimensionnés pour une vitesse ascensionnelle de 15 m/ h maximum et des temps de séjour de 8 à 15 min. Le débit d'air insufflé est de l'ordre de 0,3 m<sup>3</sup> par mètre cube d'eau et par heure. [11]

**❖ Dimensionnement du déshuileur-dégraisseur**

On prend un temps de séjour de  $t_s = 10\text{min}$  avec une hauteur  $H = 3\text{m}$

Le volume de déshuileur-degraisseur est donné par la relation suivante

$$V = Q_{\text{rej}} \times t_s$$

V : Volume du déshuileur-dégraisseur

$Q_{\text{rej}}$  : Débit d'eau usée résiduaire

On obtient

$$V = 0.013 \times 10 \times 60 = 7.8 \text{ m}^3$$

$$V = 7.8 \text{ m}^3$$

❖ *Calcul le diamètre:*

Pour le calcul de diamètre ont obtenu une profondeur du déssableur de  $H= 3$  m, le diamètre est donné par la relation suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*H}} = \sqrt{\frac{4*7.8}{\pi*3}} = 1.82\text{m}$$

$$D=1.82\text{m}$$

❖ *Surface horizontale:*

la surface est donnée par la relation suivante :  $Sh = \frac{\pi*D^2}{4}$

$$Sh = \frac{\pi*1.82^2}{4} = 2.6\text{m}$$

$$Sh=2.6\text{m}$$

❖ *Calcul du volume d'air à insuffler :*

Le débit d'air insufflé est

$$Q_{\text{air}} = 0.3 * Q_{\text{eri}} * 3600$$

$$Q_{\text{air}} = 0.3 \times 0.013 * 3600 = 14.04 \text{ m}^3 \text{ air / h}$$

$$Q_{\text{air}} = 14.04 \text{ m}^3 \text{ air / h}$$

❖ *Calcul des quantités des matières éliminées par le dégraissage*

Le dégraisseur-déshuilleur élimine 80% de graisse sachant que la graisse représente 35% de la DCO

➤ Les charges de pollution à l'entrée du dégraisseur sont ;

Huiles et graisses = 1000 Kg/j.

DCO = 3120 Kg/j.



- Les charges éliminées par le déshuilleur -dégraissage sont donc :

$$[\text{Huiles et graisses}]_e = 0,80 * [\text{Huiles et graisses}]_0 = 0,80 * 1000 = \mathbf{800 \text{ kg/j} = 666.67 \text{ mg/l.}}$$

La graisse représente 35% de la DCO donc :

$$\text{DCO de la graisse} = 3120 * 0,35 = 1092 \text{ kg/j}$$

$$\text{La DCO éliminée} = 1092 * 0,8 = \mathbf{873,60 \text{ kg/j} = 728 \text{ mg/l.}}$$

- Les charges à la sortie du déshuilleur-dégraisseur sont donc :

$$[\text{Huiles et graisses}]_s = [\text{Huiles et graisses}]_0 - [\text{Huiles et graisses}]_e$$

$$[\text{Huiles et graisses}]_s = 1000 - 800 = \mathbf{200 \text{ kg/j} = 166.67 \text{ mg/l.}}$$

$$[\text{DCO}]_s = \text{DCO} - [\text{DCO}]_e$$

$$[\text{DCO}]_s = \text{DCO} - [\text{DCO}]_e = 3120 - 873.60 = \mathbf{2246.4 \text{ Kg/j} = 1872 \text{ mg/l.}}$$

Le tableau suivant résume les résultats de dimensionnement du déshuilleur-dégraisseur dans le prétraitement.

**Tableau IV.8 :** les résultats de dimensionnement du déshuilleur-dégraisseur.

Ouvrage:déshuilleur-dégraisseur	Unité	Résultat
Volume (V)	m3	7,8
Surface horizontale(Sh)	m2	2,6
Diamètre(D)	M	1,82
Temps de séjour	Min	10
Débit d'air insufflé	m3 d'air/h	14,04

**Tableau IV.9** : Evaluation de la charge après désuillage-dégraissage

Ouvrage:déshilleur-dégraisseur	Unité	Résultat	Concentration (mg/l)
Huiles et graisses entrées	Kg/j	1000	833,33
Huiles et graisses éliminé	Kg/j	800	667,67
Huiles et graisses sortie	Kg/j	200	166,67
DCO entrée	Kg/j	3120	2600
DCO éliminée	Kg/j	873,6	728
DCO sortie	Kg/j	2246,4	1872

### **VI.3.3.3 Traitement physico-chimique:**

Ce traitement dit primaire se fait via un décanteur primaire suivant le principe de la Coagulation floculation pour optimiser le traitement des MES, DCO, DBO<sub>5</sub> ainsi qu'un traitement du phosphore dit déphosphatation qui consiste en la précipitation des ions orthophosphate PO<sub>3</sub>-4. [11]

Après l'adjonction de réactifs, le phosphore se retrouvant essentiellement dans les matières en suspension (MES), donc une séparation liquide/solide est nécessaire qui se fera dans notre cas par décantation .

#### **VI.3.3.3.1 Traitement chimique:**

##### **VI.3.3.3.1.1 coagulation:**

La coagulation est un procédé chimique qui augmente le rendement de décantation physique, Cette étape se fait à l'aide de différents composés tels que les hydroxydes métalliques, polymères synthétiques...etc. qui favorisent l'agglomération et la séparation des particules colloïdales de l'eau. Le fonctionnement de procédé nécessite une agitation rapide à 100 tr/min, puis une agitation lente de 40 tr / min, Le bassin doit être équipé par un agitateur et un régulateur de ph. [11]

❖ *Le volume de bassin de coagulation :*

$$V_{bc} = Q_r * t_c$$

tel que :

$V_{bc}$  : le volume de bassin de coagulation

$Q_r$  : le débit de rejet,

$t_c$  : le temps de contacte

par application numérique :

On prend le temps de contact .  $t_c=5\text{min}$

$$V_{bc} = 0,013 * 5 * 60 = 3.9 \text{ m}^3$$

$$V_{bc}=3.9 \text{ m}^3$$

❖ *La surface du bassin :*

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

$$Sh = \frac{V_{bc}}{h} = \frac{3.9}{2.5} = 1.56 \text{ m}$$

$$Sh=1.56 \text{ m}$$

❖ *Le diamètre de bassin est de:*

$$D_{bc} = \sqrt{\frac{4 * Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 1.56}{\pi}} = 1.41 \text{ m}$$

$$D_{bc}=1.41 \text{ m}$$

**VI.3.3.3.1.1 Flocculation:**

La flocculation a pour but de favoriser l'agglomération des colloïdes en un floc, elle est réalisée par une agitation variable (de 10 à 50 tr/min). Les réacteurs sont dimensionnés généralement pour des temps de passage de 10 à 20 min. [11]

On prend le temps de passage  $T_p = 20 \text{ min}$ .

❖ *Le volume de bassin de coagulation:*

$$V_{bf} = Q_e * t_c = 0,013 * 20 * 60 = 15.6 \text{ m}^3$$

$$V_{bf} = 15.6 \text{ m}^3$$

❖ *La surface du bassin:*

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

$$Sh = \frac{V_{bf}}{h} = \frac{15.6}{2.5} = 6.24 \text{ m}^2$$

$$Sh = 6.24 \text{ m}^2$$

❖ *Le diamètre du bassin:*

$$D = \sqrt{\frac{4 * Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 6.24}{\pi}} = 2.82 \text{ m}$$

$$D = 2.82 \text{ m}$$

**VI.3.3.3.2 Traitement physique:****VI.3.3.3.2.1 Décanteur primaire:**

Les principaux paramètres de calcul du décanteur sont :

- La charge superficielle (vitesse de chute)  $V_c$  est entre 1 et 2,5 m/h.
- Le temps de séjours est compris  $T_s$  entre 1 et 3 heures.
- La hauteur d'eau dans l'ouvrage  $H$  est entre 2 et 6m.

Calcul du volume du décanteur :

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

$Q_r$  : le débit de rejet,

$t_c$  : le temps de séjours

On prend  $t_c = 2\text{h}$

❖ *Le volume du décanteur:*

$$V = 0.013 \times 2 \times 3600 = 93.6 \text{ m}^3$$

$$V_d = 93.6 \text{ m}^3$$

❖ *Surface horizontale du décanteur:*

$$Sh = \frac{Qr}{vc}$$

Qr: débit rejeté

vc: vitesse de chute ( on prend  $vc=2\text{m/h}$ )

Par application numérique :  $Sh = \frac{0.013 \times 3600}{2} = 23.4 \text{ m}^2$

$$Sh = 23.4 \text{ m}^2$$

❖ *la hauteur du décanteur :*

$$H = \frac{V}{Sh}$$

$$H = 93.6 / 23.4 = 4 \text{ m}$$

On rajoute à cela une revanche de 0.75m

On obtient la hauteur du décanteur H :

$$H = 4 + 0.75 = 4.75 \text{ m}$$

$$H = 4.75 \text{ m}$$

❖ *Calcul du diamètre :*

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 23.4}{\pi}} = 5.46 \text{ m}$$

$$D = 5.46 \text{ m}$$

▪ **Elimination de phosphore:**

Le principe de ce traitement repose sur une précipitation du phosphore soluble par ajout d'un sel métallique (sel de fer, d'aluminium, ou de calcium). On obtient alors des précipités insolubles de phosphates métalliques séparés de l'eau par décantation.

L'ajout de réactifs est au niveau du décanteur primaire : on parle de **pré-précipitation**

❖ **Quantité de phosphore à éliminer par précipitation**

La quantité de phosphore à éliminer par précipitation est donnée par la formule suivante :

$$P_{\text{à-précipiter}} = P_{\text{entrée-soluble}} - P_{\text{assimiler}} - P_{\text{sortie-soluble}}$$

$P_{\text{entrée-soluble}}$  : représente la part de phosphore précipitable par les réactifs (entre 60% et 85%)

- On Prend la valeur de 85%

$$P_{\text{entrée-soluble}} = 0.85 * P_t = 0.85 * 20.76 = 17.64 \text{ kg/j} = 14.7 \text{ mg/l}$$

$P_{\text{assimiler}}$  : correspond à la quantité de phosphore assimilée par les bactéries pour leur activité métabolique. est de 2 % par gramme de biomasse (MVS) .

$$P_{\text{assimiler}} = 0.02 * MVS = 0.02 * 0.7 * MES = 0.02 * 0.7 * 408$$

$$P_{\text{assimiler}} = 5.72 \text{ Kg/j} = 4.76 \text{ mg/l}$$

$P_{\text{sortie-soluble}}$  : C'est la quantité de phosphore dans le courant d'eau de sortie est choisi à 0,5 mgP/L .

$$P_{\text{sortie-soluble}} = \frac{0.5 * Q_{rej}}{1000} = \frac{0.5 * 1200}{1000} = 0.6 \text{ kg/j} = 0.5 \text{ mg/l}$$

Donc :

$$P_{\text{à-précipiter}} = 17.64 - 5.72 - 0.6 = 11.32 \text{ kg/j} = 9.43 \text{ mg/l}$$

Alors : La quantité de phosphore restante .  $P_{\text{res}} = P_t - P_{\text{à-précipiter}}$

$$P_{\text{res}} = 20.76 - 11.32 = 9.44 \text{ kg/j} = 7.86 \text{ mg/l}$$

❖ *Calcul de la charge polluante éliminée:*

Les eaux résiduaires prétraitées contiennent encore des matières organiques et minérales sédimentables, la décantation avec coagulation-floculation permet d'éliminer 75 % de la DBO5 et DCO, 90% de MES, La matière décantable va se déposer au fond du bassin et être récupérée sous forme de boue primaire dans les épaisseurs pour être traitée.

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

- $DBO_{5e} = 1092 \text{ kg/j} = 910 \text{ mg/l}$
- $MES_e = 408 \text{ kg/j} = 340 \text{ mg/l}$
- $DCO_e = 2246.4 \text{ kg/j} = 1872 \text{ mg/l}$

➤ Les charges éliminées par la décantation primaire sont donc :

$$DBO_{5e} = 0,75 * DBO_5 = 0,75 * 1092 = 819 \text{ kg/j} = 682.5 \text{ mg/l.}$$

$$MES_e = 0,90 * MES' = 0,90 * 408 = 367.2 \text{ kg/j} = 306 \text{ mg/l.}$$

$$DCO_e = 0,75 * DCO = 0,75 * 2246.4 = 1684.8 \text{ kg/j} = 1404 \text{ mg/l.}$$

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

$$DBO_{5s} = DBO_5 - DBO_{5e} = 1092 - 819 = 273 \text{ kg/j} = 227.5 \text{ mg/l.}$$

$$MES_s = MES' - MES_e = 408 - 367.2 = 40.8 \text{ kg/j} = 34 \text{ mg/l.}$$

$$DCO_s = DCO - DCO_e = 2246.4 - 1685.8 = 526.6 \text{ kg/j} = 438.83 \text{ mg/l.}$$

les résultats de dimensionnement du traitement physico-chimique:

**Tableau IV.10** : dimensionnement du traitement physico-chimique

Désignation	Unité	Résultat
Débit	m <sup>3</sup> /s	0,013
<b>Bassin de coagulation</b>		
Volume	m <sup>3</sup>	3,9
Surface	m <sup>2</sup>	1,56

<b>Hauteur</b>	M	2,5
<b>Diamètre</b>	M	1,41
<b>Temps de séjours</b>	Min	5
<b>Bassin de floculation</b>		
<b>Volume</b>	m <sup>3</sup>	15,6
<b>Surface</b>	m <sup>2</sup>	6,24
<b>Hauteur</b>	M	2,5
<b>Diamètre</b>	M	2,82
<b>Temps de séjours</b>	Min	20
<b>Décanteur primaire</b>		
<b>Volume</b>	m <sup>3</sup>	93,6
<b>Surface</b>	m <sup>2</sup>	24,3
<b>Hauteur+revanche</b>	M	4,75
<b>Diamètre</b>	M	5,46
<b>Temps de séjours</b>	H	2
<b>Vitesse de chute</b>	m/h	2



**Tableau IV.11** :Evaluation de la charge après le traitement primaire

Désignation	Concentration mg/l
DBO5 entrée	910
DBO5 éliminée	682,5
DBO5 sortie	227.5
MES entrée	340
MES éliminée	306
MES sortie	34
DCO entrée	1872
DCO éliminée	1404
DCO sortie	438.83
P entrée	17.3
P éliminée	9.43
P sortie	7.86

### VI.3.3.4 Traitement biologique:

Le traitement secondaire dit biologique dépend principalement de la biodégradabilité des ERI à traiter ainsi que de la finalité souhaitée en termes de charges de DBO<sub>5</sub> et DCO, il existe multiples procédés de traitement biologique, nous optons dans notre cas pour le traitement par boue activée à cultures libres. [12]

Le traitement par boues activées est constitué des étapes de base suivantes :

- un réacteur dans lequel les micro-organismes responsables de l'épuration sont maintenus en suspension et aérés .
- une séparation solide-liquide réalisée par un décanteur secondaire (ou clarificateur) une membrane
- un dispositif de recirculation des boues vers le réacteur.

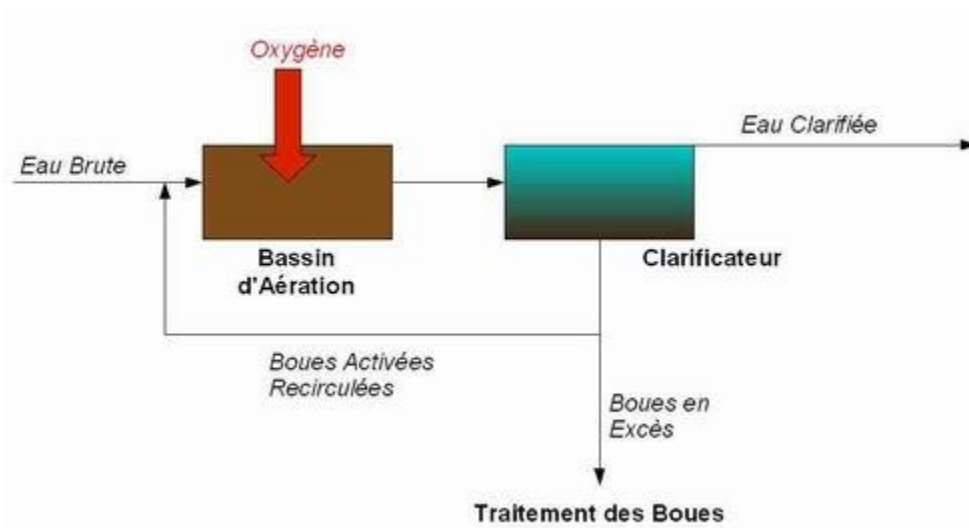


Figure IV.1 : Traitement biologique à boues activées

#### ❖ Calcul de biodégradabilité

La biodégradabilité est un facteur clé concernant le traitement biologique qui représente le rapport entre la DCO et la DBO<sub>5</sub>

Dans notre cas :

$$k = \frac{DCO}{DBO_5} = \frac{526.6}{273} = 1.92$$

$$k = 1.92$$

- ✓  $1 < k < 2$  Ce qui représente une bonne biodégradabilité nous permettant de traiter biologiquement.

***Dimensionnement des ouvrages du traitement biologique:***

Nous souhaitons rabattre les charges de 80% afin de répondre aux normes de rejet comme cité auparavant.

Pour cela nous procédons à un traitement a moyenne charge avec les caractéristiques suivantes [12] :

- Temps de séjour :  $T = 4$  à  $6$  heures
- Rendement :  $\eta = 85\%$
- $C_v = 1.3$  kg DBO<sub>5</sub> / m<sub>3</sub>.j
- $C_m = 0.3$  kg DBO<sub>5</sub> / kg MES.j

***VI.3.3.4.1 Dimensionnement du bassin de boue activée:***

Le bassin de boue activée permet l'activation des boues via l'injection d'air qui permet le contrôle des microorganismes et se dimensionne comme suit : [12]

**❖ *Volume De Bassin:***

$$V = Q_{\text{rej}} \times T_s$$

V : volume du bassin de boue activée

$Q_{\text{rej}}$  : Débit des eaux à traiter

$T_s$  : temps de séjour (On prend  $T_s = 5$  heures)

On obtient :

$$V = 0.013 \times 5 \times 3600 = 234\text{m}^3$$

$$V=234\text{m}^3$$

**❖ *Surface de bassin :***

Pour une hauteur  $H = 5\text{m}$

On obtient :

$$S = \frac{V}{H} = \frac{234}{5} = 46.8\text{m}^2$$

$$S=46.8\text{m}^2$$

Une forme rectangulaire nous donne les dimensions suivantes :

$L = 9.36 \text{ m}$  pour  $l = 5 \text{ m}$

**On prend le couple :  $L = 9.36 \text{ m}$  ;  $l = 5 \text{ m}$**

#### **VI.3.3.4.2 Traitement de l'azote :**

Le traitement nitrification/dénitrification est nécessaire dans notre cas afin d'abaisser le taux de l'azote dissout dans les eaux usées résiduaires et se fera suivant deux étapes : aérobie et anoxie [15]

- **Nitrification:**

Il s'agit du cycle biologique de transformation des azotes réduits dans la forme oxydée nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). Et les micro-organismes jouent un rôle majeur dans ce procédé. [15]

La nitrification se fait en deux étapes :

- la transformation de l'ammoniac en nitrite par oxydation
- puis l'évolution du nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). On parle alors de nitrification puis de nitratation.

la zone aérobie encourage la nitrification de l'azote sous forme  $\text{NH}_3 - \text{NH}_4^+$  pour donner des nitrite-nitrates suivant un ratio de 4g d' $\text{O}_2$  pour 1g de  $\text{NO}_2$  ainsi que 3g DBO pour 1g de  $\text{NO}_2$

- **Dénitrification**

Le but de la dénitrification biologique est d'éliminer complètement l'azote contenu dans l'eau usée. Lors de cette étape de traitement, l'azote s'évapore dans l'atmosphère sous sa forme moléculaire  $\text{N}_2$ . [15]

La dénitrification est le mécanisme anaérobie qui permet à un grand nombre de bactéries hétérotrophes de couvrir leurs besoins énergétiques à partir des nitrates lorsque l'oxygène dissout fait défaut, cette étape nécessite une zone anoxie qui peut être assurée via les réglages des injecteurs d'air ou sous forme de micro zones anoxies au niveau des basses couches de la boue activée. La dénitrification nécessite également une quantité suffisante de  $\text{DBO}_5$  qui est assurée par la recirculation de la boue dans la zone anoxie.

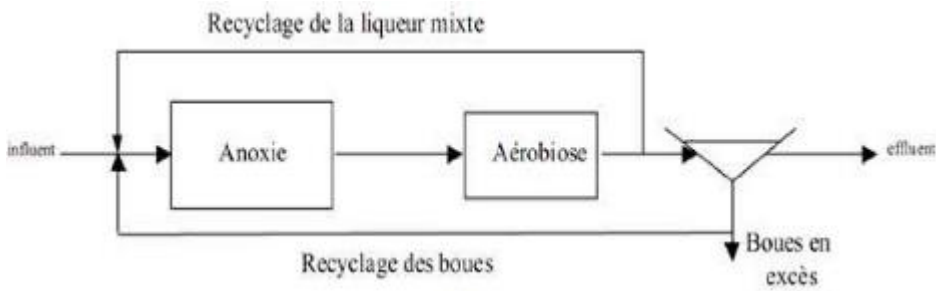


Figure IV.2 : Schéma du traitement biologique avec bassin d'anoxie

VI.3.3.4.3 Dimensionnement de bassin anoxie :

- Calcul du volume d'anoxie :

On a : 
$$V_{\text{anoxie}} = \frac{Q([NO3]_{\text{entrée}} - [NO3]_{\text{sortie}})}{x \times V_{\text{dénitrification}}}$$

$V_{\text{anoxie}}$  : Volume du bassin d'anoxie (m<sup>3</sup>).

$Q$  : le débit entrant dans le bassin ( $Q = 1200 \text{ m}^3/\text{j}$ ).

$[NO3]_{\text{entrée}}$  : Concentration en NO<sub>3</sub> à l'entrée du bassin,

tel que :  $[NO3]_{\text{entrée}} = (NT)_e = \text{quantité d'azote nitrifiant} = 60 \text{ kg/j} = 50 \text{ mg/L}$ .

$[NO3]_{\text{sortie}}$  : Concentration en NO<sub>3</sub> à la sortie du bassin.

$[NO3]_{\text{sortie}} = 30 \text{ mg/L}$ .

$x$  : la concentration de la boue  $x = 15 \text{ g/l}$

$V_{\text{dénitrification}} = 3.17 \text{ mg N-NO}_3/\text{g MVS.h}$

Par Application Numérique : 
$$V_{\text{anoxie}} = \frac{1200(50-30)}{15 \times 3.17 \times 24} = 22 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{anoxie}} = 22 \text{ m}^3$$

- Calcul du surface d'anoxie :

$$S_{\text{anoxie}} = \frac{V_{\text{an}}}{H}$$

Pour  $H = 3 \text{ m}$  :  $S_{\text{anoxie}} = \frac{22}{3} = 7.33 \text{ m}^2$

$$S_{\text{anoxie}} = 7.33 \text{ m}^2$$

On prend le couple :  $L = 4 \text{ m}$  ;  $l = 1.83 \text{ m}$

- *Calcul de besoin en  $O_2$ :*

Lorsque la matière organique biodégradable est consommée par une masse de micro-organismes en milieu aérobie, il y a :

d'une part, consommation d'oxygène par ces micro-organismes pour leurs besoins énergétiques, leur reproduction par division cellulaire (synthèse de la matière vivante) et leur respiration endogène

d'autre part, production d'un excédent de matière vivante et de matière inerte appelé boues en excès, l'augmentation de l'aération n'améliore pas l'abattement de la pollution carbonée mais induit une intensification du processus de nitrification. [15]

La consommation d'oxygène est donnée par la formule suivante :

$$q_{O_2} = a' \cdot Le + b' \cdot X_t + 4.3 N_n - 2.85 N_{dn} \cdot c' \quad [15]$$

Tel que :

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

$a'$ : Coefficient déterminant la fraction d'oxygène consommée pour fournir l'énergie de synthèse. il dépend de la charge massique .  $a'=0.5(C_m)^{-0.12}=0.6$

$Le$ : La Charge en  $DBO_5$  à éliminéé =  $261.04 - 42 = 219 kg/j$

$b'$ : coefficient cinétique de respiration endogène =  $0.13(C_m)^{0.16} = 0.1$

$X_t$ : quantité de boue (MVS) présente dans un jour dans un le bassin d'aération

$$X_t = \frac{Le}{cm} = \frac{219}{0.3} = 730 \text{ kg}$$

$N_n$  : Flux d'azote à nitrifier ( $kg/J$ ) =  $60 - 13.2 = 46.8 \text{ kg/j}$

$N_{dn}$  : Flux d'azote à dénitrifier ( $kg/J$ ) =  $N_n \times 0.8 = 46.8 \times 0.8 = 37.44 \text{ kg/j}$

$c'$  : Fraction de l'oxygène des nitrates récupérée par dénitrification (entre 60-70%). En moyenne 70%. Coefficient cinétique de respiration

par application numérique :

$$q_{O_2} = 0.6 \times 219 + 0.1 \times 730 + 4.3 \times 46.8 - 2.85 \times 37.44 \times 0.7 = 330.95 \text{ kg/j}$$

**Tableau IV.12** : Dimensions du bassin d'aération et bassin anoxie

Désignation	Unité	Valeur
<b>Bassin de boue activée</b>		
Volume	m <sup>3</sup>	234
Surface	m <sup>2</sup>	46,8
Hauteur	M	5
Longueur	M	9,36
Largeur	M	5
Charge Volumique Cv	kgDBO5/m <sup>3</sup> j	1,3
Charge massique Cm	kg DBO5/m <sup>3</sup> MES j	0,3
temps de séjours	H	5
<b>Bassin anoxie</b>		
Volume	m <sup>3</sup>	22
Surface	m <sup>2</sup>	7,33
Hauteur	M	3
Longueur	M	4
Largeur	M	1,83

**VI.3.3.4.4 Dimensionnement du décanteur secondaire :**

On opte pour un clarificateur d'une forme circulaire, les éléments de conception du décanteur secondaire sont :

- temps de séjour ( $T_s$ ) compris entre 1 à 2.5 heures, On prend  $T_s = 2h$
- hauteur d'eau dans l'ouvrage est entre 3 à 5 m, on prend  $H = 3m$

**❖ Volume du décanteur :**

$$V = Q_{\text{rej}} \times T_s$$

$Q_{\text{rej}}$ : Débit des eaux à traiter

$T_s$ : Temps de séjour

On a :

$$T_s = 2 \text{ heures}$$

$$Q_{\text{rej}} = 0.013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0.013 \times 2 \times 3600 = 93.6 \text{ m}^3$$

$$V=93.6 \text{ m}^3$$

**❖ Surface de décanteur:**

$$S = \frac{V}{H} = \frac{93.6}{3} = 31.2 \text{ m}^2$$

$$S=31.2 \text{ m}^2$$

**❖ Diamètre de décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 31.2}{\pi}} = 6.3 \text{ m}$$

$$D=6.3 \text{ m}$$



**Tableau IV.13** : Dimensionnement du décanteur secondaire

Paramètre	Unité	Valeur
Volume	m <sup>3</sup>	93,6
Surface	m <sup>2</sup>	31,2
Hauteur	M	3
Diamètre	M	6,3
Temps de séjours	H	2

***Evaluation de la Charge:***

Comme mentionné précédemment, le traitement biologique choisi rabat les charges de la DBO ainsi que la DCO de 85% selon le traitement a moyenne charge, il permet également d'éliminer 80% de la pollution azotée ce qui nous ramène jusqu'en dessous des normes de rejet [12]

- $DBO5_e = 261.04 \text{ kg/j} = 217.54 \text{ mg/l}$
- $NT = 60 \text{ kg/j} = 50 \text{ mg/l}$
- $DCO_e = 391.56 \text{ kg/j} = 326.3 \text{ mg/l}$

➤ Les charges éliminées par le traitement biologique sont donc :

$$DBO5_e = 0.85 * DBO5 = 0.85 * 273 = 232.05 \text{ kg/j} = 193.375 \text{ mg/l.}$$

$$NT_e = 0.80 * NT = 0.80 * 60 = 48 \text{ kg/j} = 40 \text{ mg/l.}$$

$$DCO_e = 0.85 * DCO = 0.85 * 526.6 = 447.61 \text{ kg/j} = 373 \text{ mg/l.}$$

➤ Les charges après le traitement biologique sont donc :

$$DBO5_s = DBO5 - DBO5_e = 273 - 232.05 = 40.95 \text{ kg/j} = 34.125 \text{ mg/l.}$$

$$NT_s = NT' - NT_e = 60 - 48 = 12 \text{ kg/j} = 10 \text{ mg/l.}$$

$$DCO_s = DCO - DCO_e = 526.6 - 447.61 = 78.99 \text{ kg/j} = 65.825 \text{ mg/l.}$$

**Tableau IV.14** : Evaluation de la charge après traitement biologique

Paramètre	Concentration (mg/l)	Norme(mg/l)
DBO <sub>5</sub> entrées	217,54	/
DBO <sub>5</sub> éliminée	184,85	/
DBO <sub>5</sub> sortie	33.75	35
DCO entrée	438.33	/
DCO éliminée	373	/
DCO sortie	65.825	120
NT entrée	50	/
NT éliminée	40	/
NT sortie	10	30

#### *IV.3.3.5 Traitement tertiaire:*

les eaux résiduaires industrielles subissent un traitement complémentaire (appelé tertiaire lorsque l'effluent a subi un traitement primaire physico-chimique et un traitement secondaire biologique pour améliorer la qualité de leur épuration. [11]

##### *IV.3.3.5.1 La désinfection :*

La désinfection permet d'éliminer les micro-organismes pathogènes de l'eau. Le choix d'un moyen de désinfection se fait normalement en considérant les contraintes techniques, économiques et environnementales qu'il présente. En ce sens, le mode de désinfection idéal est celui qui regroupe les caractéristiques suivantes : [11]

- efficacité pour la plupart des micro-organismes pathogènes sous différentes conditions
- absence de sous-produits indésirables formés à la suite de son utilisation
- produit non dangereux pour les humains et pour la vie aquatique
- facilité d'utilisation;
- faibles coûts d'investissement et d'exploitation.

### IV.3.3.6 Traitement des boues :

Le traitement des boues a pour but de diminuer leur teneur en eau et à réduire de manière efficace leur charge polluante et fermentescible. Les boues sont des particules solides non retenues par les procédés de traitement de l'eau (dégradation et séparation des polluants de l'eau). [7]

Le traitement des eaux usées urbaines et industrielles génèrent des quantités variables de boues, boue primaire issue du décanteur primaire et boue secondaire issue du traitement biologique. Ces boues sont très liquides, souvent fermentescibles, porteuses de germes et d'agents pathogènes et génératrices de mauvaises odeurs, d'où la nécessité de les traiter.

Les objectifs du traitement sont:

- la réduction du volume des boues
- la réduction voire l'élimination du pouvoir fermentescible.
- la Réduction du risque sanitaire et environnemental

La filière de traitement des boues comprend en générale un traitement d'épaississement, une étape de stabilisation suivie d'une filtration, le séchage puis l'élimination (incinération, réutilisation). Le choix des traitements apportés aux boues des eaux résiduaires industrielles dépend fortement de leurs origines et caractéristiques (teneur en matières sèche, teneur en MO et MVS, concentration en ETM...etc.) [7]

#### IV.3.3.6.1 Production journalière des boues

- **Boue primaire :**

$$DX_p = DBO_{5\text{éliminée}} + DCO_{\text{éliminée}} + MES_{\text{éliminée}} + PT_{\text{éliminée}}$$

$$DX_p = 682.5 + 1404 + 367,2 + 11.32 = \mathbf{2411.02 \text{ kg/j}}$$

Avec une concentration de 20 à 30 mg/l

$$Q_p = \mathbf{2411.02} / 25 = 96.44 \text{ m}^3/\text{j}$$

- **Boue secondaire :**

$$DX_s = DBO_{5\text{éliminée}} + DCO_{\text{éliminée}} + NT_{\text{éliminée}}$$

$$DX_s = 232.05 + 447.61 + 47 = \mathbf{726.66 \text{ kg/j}}$$

Avec une concentration de 10 à 30 mg/l

$$Q_s = 726.66/20 = 36.33 \text{ m}^3/\text{j}$$

- *Production totale des boues*

$$DX_t = DX_p + DX_s = 726.66 + 2411.02 = 3137.68 \text{ kg/j}$$

#### IV.3.3.6.2 Dimensionnement de l'épaisseur :

- ❖ *Le volume de l'épaisseur*

$$V = Q_p * T_s = 94.44 * 2 = 188.88 \text{ m}^3$$

$$V=188.88 \text{ m}^3$$

$T_s$  : temps de séjours = 2j (1 à 15 j).

$Q_p$ : débit de boue primaire = 113.85 m<sup>3</sup>/j

- ❖ *La surface horizontale*

Pour une profondeur de  $H = 3\text{m}$  on calcule :

$$Sh = \frac{V}{H} = \frac{188.88}{3} = 62.96 \text{ m}^2$$

$$Sh=62.96 \text{ m}^2$$

- ❖ *Le Diametre :*

$$D = \sqrt{\frac{4 * Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 62.96}{\pi}} = 8.96 \text{ m}$$

$$D=8.96 \text{ m}$$

Hauteur du cône =  $D \times 0.15 = 1.34 \text{ m}$

$$H_c = 1.48 \text{ m}$$

**IV.3.3.6.3 Digesteur aérobie :**

Dans le but de diminuer le volume des boues et augmenter leurs quantités, les boues épaissies arrivent au digesteur avec une concentration de 80 g/l.

❖ **Débit des boues arrivant au digesteur:**

$$Q_b = DXt/80 = 3137.68 / 80 = 39.22 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_b = 39.22 \text{ m}^3/\text{j}$$

❖ **Temps de séjour :**

$$T_s = 175 \times 10^{-0.03 \cdot t}$$

Avec  $t=30^\circ\text{C}$  On obtient :  **$T_s = 22$  Jours**

❖ **Volume du digesteur :**

$$V = Q_b \times T_s = 39.22 \times 22 = 862.86 \text{ m}^3$$

$$V = 862.86 \text{ m}^3$$

❖ **Surface du digesteur :**

$$S = \frac{V}{H} = \frac{862.86}{6} = 143.81 \text{ m}^2$$

$$S = 143.81 \text{ m}^2$$

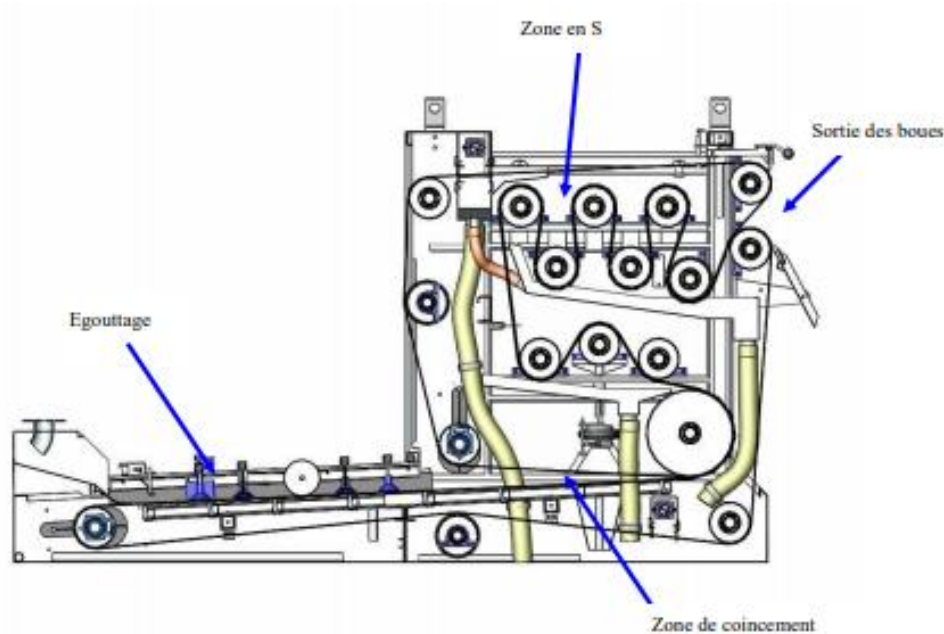
❖ **Diamètre du digesteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 143.81}{\pi}} = 13.53 \text{ m}$$

$$D = 13.53 \text{ m}$$

#### IV.3.3.6.4 Filtre a bande :

Le filtre a bande est une ouvrage conçu pour la déshydratation continue des boues



**Figure IV.3** : Schéma d'un filtre a bande

#### ❖ Quantité des boues extraites :

Pour une durée de fonctionnement retenue :  $T = 8$  h/j, la quantité de boue à traiter par heure est donnée par la formule suivante :

$$DXt_h = \frac{DXT}{T} = \frac{3137.68}{8} = 392.225 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DXt_h = 392.225 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### ❖ Quantité de boue extraite

Pour une suscitité finale de  $S_f = 18\%$

$$Q = \frac{DXTh}{S_f} = \frac{3137.68}{0.18 \cdot 1000} = 17.43 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q = 17.43 \text{ m}^3/\text{j}$$

❖ *Largeur de la bande:*

Pour une capacité de filtration de 150 kg MS/h/m, la largeur de la bande est donnée par la relation suivante :

$$L = \frac{DXth}{150} = \frac{392.22}{150} = 2.61\text{m}$$

$$L = 2.61\text{m}$$



**Tableau IV.17** : Dimensionnement des ouvrages de traitement des boues :

Paramètre	Unité	Valeur
<b>Epaississeur</b>		
Volume (V)	m <sup>3</sup>	227,7
Surface (S)	m <sup>2</sup>	75,9
<b>Digesteur</b>		
Diamètre (D)	M	9,83
Hauteur de cône (Hc)	M	1,48
Hauteur (H)	M	3
Temps de séjours (Ts)	J	2
<b>Digesteur</b>		
Volume (V)	m <sup>3</sup>	962,5
Surface (S)	m <sup>2</sup>	160,4
Diamètre (D)	M	14,29
Hauteur (H)	M	6
Temps de séjours (Ts)	J	22
<b>Filtre a bande</b>		
Temps de fonctionnement (T)	H/J	8
Quantité de boue extraite par	m <sup>3</sup> /h	437,5
La Siccité finale (Sf)	/	0,18
Largeur de bande (L)	M	3,15

*Evaluation de la charge après traitement:*

Suite a cette série de traitements adaptés dans le but de répondre aux normes de rejets ,  
voici un tableau qui récapitule les charges polluantes relativement aux normes de rejet.

**Tableau IV.17 :** Evaluation de la charge après traitement

Paramètre	Concentration (mg/l)	Norme (mg/l)
$Q_{rej}$	/	/
DBO5	33.75	35
DCO	65.825	120
MES	34	77,7
NT	10	30
P	7,82	22,2
Huiles et graisses	18,33	20

D'une part le tableau montre bien que les valeurs des charges polluantes sont nettement inférieures aux normes de rejet prévenant ainsi tout impact négatif sur l'environnement lors du rejet au milieu naturel.

#### *IV.4 Conclusion*

Les eaux résiduaires industrielles de diverses origines contiennent des polluants dangereux qu'il faut éliminer avant le rejet en milieu naturel par des procédés adéquats en fonction des caractéristiques des eaux usées ainsi que les normes de rejet.

Ces polluants sont éliminés par le biais de différentes techniques et étapes réalisées dans une station d'épuration comme décrit en détails au long de ce chapitre.

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

## Chapitre V: Calcul Hydraulique

### *Introduction :*

L'objectif de ce chapitre suite au dimensionnement des ouvrages de la station d'épuration est de déterminer et dimensionner les branchements Pour assurer le flux des eaux résiduaires usées de l'entrée de la station, entre les différents compartiments et traitements jusqu'à la sortie.

### *V.1 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 . [13]

$$D_{\text{eco}} = \sqrt{Qrej} = \sqrt{0.013} = 0.114\text{m}$$

Donc le diamètre normalisé est:  $D=125\text{mm}$

$$\text{La vitesse d'écoulement est } V = \frac{4*Q}{\pi*D^2} = \frac{4*0.013}{\pi*(0.125)^2} = 1.06/\text{s}$$

$$V=1.06\text{m/s}$$

### *V.1.2 Calcul de la hauteur manométrique de la pompe:*

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

**Ou:**

- $H$  : 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) ;
- $\Delta H$  :  $\Sigma h_{p \text{ lin}} + \Sigma h_{p \text{ sin}}$  : pertes de charge linéaire et singulière.
- $P_{\text{exh}}$ : pression a l'exauhre  $P_{\text{exh}}$  (1 :1.5) m.
- $H_g=3\text{m}$

Nous avons choisi l'acier, comme matériau pour notre conduite car il présente une bonne caractéristique du point de vue dureté, et l'intérêt majeur des aciers réside d'une part dans le cumul de valeurs élevées dans les propriétés mécaniques fondamentales : résistance aux chocs, résistance à la déformation irréversible et raideur, résistance à la déformation élastique

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

pour l'acier, on a :

✓  $K = 0,00179$

✓  $m = 5,2$

✓  $\beta = 1,9$

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

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

✓ K : coefficient de perte de charge ( $K = 0.00179$ ).

✓  $Q_{tp}$  : débit totale pompé.

✓ L : longueur de la conduite.

✓ D : diamètre de la conduite.

✓ B : coefficient dépendant le régime d'écoulement.

✓ m : coefficient dépendant du type de matériau de la conduite.

alors:  $\Delta H = 1.05 \left( \frac{0.00179 * 12 * (0.013)^{1,9}}{(0.125)^{5.2}} \right) = 0.29 \text{ m}$

$HMT = 3 + 0,29 + 1,5 = 4.79 \text{ m}$

$HMT = 4.79 \text{ m}$

### V.1.3 Choix de la pompe :

On utilise des pompes relevage pour les des eaux usées de puisard vers le dégrilleur. Donc pour choisir le type de pompe on utilise le catalogue Caprari (logiciel Caprari). On opte pour 2 pompes en parallèles et une de secours, de type KCD300R 22062RN-E.

**V.2 Dimensionnement du poste de relevage:****❖ Calcul du Volume**

$$V = \frac{Q \times T}{4(N-1)}$$

avec:

- Q : Débit à pomper
- T : Durée du cycle de la pompe : T = 30min
- N : Nombre de pompes

$$V = \frac{0.013 \times 30 \times 60}{4(3-1)} = 2.93 \text{ m}^3$$

$$V = 2.93 \text{ m}^3$$

**❖ Calcul la surface**

$$S = \frac{V}{H} \quad \text{on prend: } H = 2$$

$$\text{Donc } S = 1.46 \text{ m}^2$$

On choisit la paire **L = 2m ; l = 0.73m****Tableau V.2 : Dimensions du poste de relevage**

Paramètre	Unité	Valeur
Volume	m <sup>3</sup>	2,93
Surface	m <sup>2</sup>	1,47
Hauteur	M	2
Longueur	M	2
Largeur	M	0,73

**V.3 Profil hydraulique:**

Le profil hydraulique consiste à calculer les différents niveaux d'eau le long de la chaîne de traitement, qui nous renseignent sur la position de la ligne de charge.

Les cotes moyennes du terrain naturel des zones d'implantation des ouvrages sont représentées sur le tableau ci-dessous :

**Tableau V.3 :** Profil hydraulique

Désignation	CTN (m)
Déshuileur-dégraisseur	1008.5
Bassin de coagulation	1008.2
Bassin de floculation	1008
Décanteur primaire	1007.8
Bassin d'aération	1007
Décanteur Secondaire	1007
Bassin de désinfection	1007



#### ***V.4 Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages:***

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

$$\Delta H = \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} = C_{pa} - C_{pb}$$

Avec :

- **C<sub>PA</sub>** : côte du plan d'eau au point A
- **C<sub>PB</sub>** : côte du plan d'eau au point B

#### **❖ Diamètre :**

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

$$D = \sqrt[m]{\frac{k * L * Q^b}{C_{pa} - C_{pb}}}$$

#### **❖ Calculs des longueurs des conduites reliant les ouvrages:**

Les longueurs des conduites sont calculées à partir du plan de masse de la station d'épuration et pour tous nos calculs on utilisera les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charges singulières tel que :

$$L_{eq} = 1.05 \times L_{réelle}$$

**Tableau V.4** : Longueurs des conduites reliant les ouvrages

Désignation	L <sub>réelle</sub>	L <sub>eq</sub>
Déshuileur → bassin de coagulation	15	15.75
Bassin de coagulation → Bassin de floculation	20	21
Bassin de floculation → décanteur primaire	15	15.75
Décanteur primaire → Bassin d'aération	20	21
Bassin d'aération → décanteur secondaire	20	21
décanteur secondaire → Bassin de désinfection	20	21

❖ *Calculs des cotes piézométriques des différents ouvrages:*

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

$$\frac{P_1}{W} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{W} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + H_{1,2}$$

- $\frac{P_1}{W}$  et  $\frac{P_2}{W}$ : énergies de pression dans les sections (1) et (2).
- $\frac{V_1^2}{2g}$  et  $\frac{V_2^2}{2g}$ : énergies cinétiques en (1) et (2).
- $Z_1$  et  $Z_2$ : cotes des points (1) et (2).
- $H_{1,2}$ : pertes de charges dans le tronçon (1 – 2).

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

$$\frac{P_1}{W} + Z_1 = \frac{P_2}{W} + Z_2 + H_{1,2}$$

On pose que :  $\frac{P_1}{W} = H_1$  et  $\frac{P_2}{W} = H_2$

$$\text{Donc : } H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2$$

$$C_{P1} = H_1 + Z_1$$

$$C_{P2} = H_2 + Z_2$$

$$C_{P1'} = C_{P2'} + H_{1-2}$$

❖ *Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotes piézométriques :*

- *Désuileur → bassin de coagulation*

On a :

Cote du radier du désuileur (A) : 1007.5 m

Hauteur d'eau : 3 m

D'où :  $C_{PA} = 1007.5 + 3 = 1010.5$  m

Cote du radier du bassin de coagulation (B) : 1005.7m

Hauteur d'eau : 2.5 m

D'où :  $C_{PB} = 1005.7 + 2.5 = 1008.2$  m

$L = 15.75$ m.

**Diamètre:**

$$D = \sqrt[m]{\frac{k \cdot L \cdot Q^b}{C_{pa} - C_{pb}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179 \cdot 15.75 \cdot 0.013^{1.9}}{1010.5 - 1008.2}} = 0.108 = 108 \text{ mm}$$

$D_n = 125$ mm

**Cote piézométrique :**

$$\text{D'où on aura : } C_{PB'} = C_{PA'} - \frac{K \cdot L \cdot Q^b}{D^m} = 1010.5 - \frac{0.00179 \cdot 15.75 \cdot 0.013^{1.9}}{0.125^{5.2}} = \mathbf{1010.13 \text{ m}}$$

- *bassin de coagulation → bassin de floculation*

On a :

Cote du radier du bassin de coagulation (A) : 1005.7 m

Hauteur d'eau : 2.5 m

D'où :  $C_{PA} = 1005.7 + 2.5 = 1008.2$  m

Cote du radier du bassin de floculation (B) : 1005.5m

Hauteur d'eau : 2.5 m

D'où :  $C_{PB} = 1005.5 + 2.5 = 1008$  m

$L = 15.75$ m.

**Diamètre:**

$$D = \sqrt[m]{\frac{k*L*Q^b}{C_{pa}-C_{pb}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179*15.75*0.013^{1.9}}{1008.2-1008}} = 0,108 = 108\text{mm}$$

$D_n = 125$ mm

**Cote piézométrique :**

$$D'où \text{ on aura : } C_{PB'} = C_{PA'} - \frac{K*L*Q^\beta}{D^m} = 1008.2 - \frac{0.00179*15.75*0.013^{1.9}}{0.125^{5.2}} = \mathbf{1007.93 \text{ m}}$$

- **Bassin de floculation → décanteur primaire**

On a :

Cote du radier du bassin de floculation (A) : 1005.5 m

Hauteur d'eau : 2.5 m

D'où :  $C_{PA} = 1005.5 + 2.5 = 1010$  m

Cote du radier du décanteur primaire (B) : 1007.8

Hauteur d'eau : 4 m

D'où :  $C_{PB} = 1007.8 + 4 = 1011.8$  m

$L = 21$

**Diamètre:**

$$D = \sqrt[m]{\frac{k*L*Q^b}{C_{pa}-C_{pb}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179*21*0.013^{1.9}}{1011.8-1010}} = 0.081 = 81\text{mm}$$

$D_n = 100$ mm

**Cote piézométrique:**

$$D'où on aura : C_{PB'} = C_{PA'} - \frac{K*L*Q^{\beta}}{D^m} = 1010 - \frac{0.00179*21*0.013^{1.9}}{0.15^{5.2}} = \mathbf{1008.45m}$$

- **Conduite Décanteur primaire → Bassin d'aération:**

On a :

Cote du radier du décanteur primaire (A) : 1007.8 m

Hauteur d'eau : 4 m

D'où :  $C_{PA} = 1007.8 + 4 = 1011.85$  m

Cote du radier du bassin d'aération (B) : 1007m

Hauteur d'eau : 5 m

D'où :  $C_{PB} = 1007 + 5 = 1012$  m

L = 21m.

**Diamètre:**

$$D = \sqrt[m]{\frac{k*L*Q^{\beta}}{C_{pa} - C_{pb}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179*21*0.013^{1.9}}{1012 - 1011.85}} = 0.122m = 122mm$$

Dn=125mm

**Cote piézométrique**

$$D'où on aura : C_{PB'} = C_{PA'} - \frac{K*L*Q^{\beta}}{D^m} = 1011.85 - \frac{0.00179*21*0.013^{1.9}}{0.125^{5.2}} = \mathbf{1011.41 m}$$

- **Conduite Bassin d'aération → décanteur secondaire:**

On a :

Cote du radier du bassin d'aération (A) : 1007 m

Hauteur d'eau : 5 m

D'où :  $C_{PA} = 1007 + 5 = 1012$  m

Cote du radier du décanteur secondaire (B) : 1006

Hauteur d'eau : 3 m

D'où :  $C_{PB} = 1006 + 3 = 1009\text{m}$

$L = 21$ .

**Diamètre:**

$$D = \sqrt[m]{\frac{k \cdot L \cdot Q^b}{C_{pa} - C_{pb}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179 \cdot 21 \cdot 0.013^{1.9}}{1012 - 1009}} = 0.095\text{m} = 95\text{mm}$$

$D_n = 100\text{mm}$

**Cote piézométrique:**

$$D'où \text{ on aura : } C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K \cdot L \cdot Q^b}{D^m} = 1012 - \frac{0.00179 \cdot 21 \cdot 0.013^{1.9}}{0.1^{5.2}} = \mathbf{1010.45 \text{ m}}$$

- **Conduite décanteur secondaire → Bassin d'ozonation**

On a :

Cote du radier du décanteur secondaire (A) : 1006 m

Hauteur d'eau : 3 m

D'où :  $C_{PA} = 1007 + 3 = 1010\text{m}$

Cote du radier du bassin d'ozonation (B) : 1005.7m

Hauteur d'eau : 2.5 m

D'où :  $C_{PB} = 1005.7 + 2.5 = 1008.2\text{m}$

$L = 21\text{m}$

**Diamètre:**

$$D = \sqrt[m]{\frac{k \cdot L \cdot Q^b}{C_{pa} - C_{pb}}} = \sqrt[5.2]{\frac{0.00179 \cdot 21 \cdot 0.013^{1.9}}{1009 - 1008.2}} = 0.124\text{m} = 124\text{mm}$$

$D_n = 125\text{mm}$

**Cote piézométrique:**

$$D'où \text{ on aura : } C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K \cdot L \cdot Q^b}{D^m} = 1009 - \frac{0.00179 \cdot 21 \cdot 0.013^{1.9}}{0.125^{5.2}} = \mathbf{1007.45\text{m}}$$

**Tableau V.5** : récapitulatif des différentes cotes des ouvrages de la STEP.

Désignation	Cote de terrain (m)	He (m)	Cote de radier (m)	Cote piézométrique (m)		
Déshuileur-dégraisseur	1008.5	3	1007.5	1009.86	10.5	125
Bassin de coagulation	1008.2	2.5	1005.7	1010.13	15.75	125
Bassin de floculation	1008	2.5	1005.5	1007.93	15.75	125
Décanteur primaire	1007.8	4.75	1005.55	1008.45	21	100
Bassin d'aération	1007	5	1006.1	1011.41	21	125
Décanteur sec	1007	3	1006	1010.45	21	100
Bassin de désinfection	1007	2	1005.7	1007.45	21	125

**V.5 Conclusion:**

Au cours de ce chapitre nous avons suivi l'acheminement de l'effluent en ERI de la laiterie Candia au cours de son traitement en termes de longueur, cotes et diamètres assurant ainsi son écoulement d'une étape de traitement à une autre jusqu'à sa sortie

***Chapitre VI:  
Gestion et entretien de la  
station***



**Introduction:**

Dans ce chapitre on va expliquer la gestion d'exploitation de la station d'épuration et hygiènes et sécurité. Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages.

**VI.1 La gestion de la station d'épuration:**

La gestion de la STEP est l'ensemble des techniques et moyens faire par des techniciens et des agents pour le bonne fonctionnement de la station.

**VI.1.1 Les objectifs de la gestion de la STEP**

- ✓ Connaître les exigences réglementaires ;
- ✓ Connaître les responsabilités du gestionnaire ;
- ✓ Connaître les technique du traitement de l'eau, des boues et de l'air ;
- ✓ Connaître les contraintes et solution d'élimination des sous-produits ;
- ✓ Savoir réaliser et exploiter un bilan de fonctionnement d'une STEP.

**VI.1.2 Le chef d'exploitation de la station d'épuration**

C'est le responsable générale de la station, il est responsable de :

- ✓ Assure de l'application des procédures et règles sécurité, d'hygiène, qualité et environnement ;
- ✓ Contrôle le fonctionnement des installations et des équipements ;
- ✓ Vérifie l'exploitation et détecte les causes de non-conformité des produits entrants ou sortants, eaux, boues, déchets,..) ;
- ✓ Détermine les évolutions de procédure, méthodes, consigne et modes intervention et suit leur mise en œuvre.

**VI.1.3 Moyens et techniques d'exploitation de la station d'épuration**

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

**Tableau 0-1** Les rôles des personnes dans la STEP

<b>Les Personnels</b>	<b>Les Rôles</b>
Le chef de la station	Tache administrative (organisation du personnel)
Technicien de laboratoire	Responsable sur les analyses et l'échantillonnage
Electromécanicien	Dépannage de toutes les filières (eau et boues) peut devenir chef d'exploitation d'une filière sophistiquée
Des ouvriers	Entretiens des filières simples
Agent d'exploitation	Entretiens des filières simples
Des gardiens	Assurent la sécurité de la STEP 24/24 h

**VI.2 L'entretien et le suivi des équipements de la station d'épuration:**➤ **Déssableur****Entretien:**

- Extraction des sables 1 à 2 fois par semaine.
- Vanne d'extraction fermée durant 30 s à 1 mn pour séparation sable et matière organique.

**Suivi:**

Contrôle de la quantité des sables piégés systèmes automatisés.

**Matériels utilisés:**

- Pelle.

**Temps nécessaire d'entretien:**

- De 15 à 30 mn par semaine.

➤ **Dégraissage**

**Entretien:**

Ecumage journalière des ouvrages non mécanisés et stockage en fosse.

Vidange régulière de la fosse de stockage des écumes.

**Suivi:**

Contrôle des équipements (bullage-raclage)

Vérification de la mise en trémie des graisses (colmatage)

**Matériels utilisés:**

Ecumoire-Raclette- Citerne pour le vidange des graisse.

**Temps nécessaire d'entretien:**

Quelque minute par opération.

➤ **Traitement biologique (boues activées)**

**Entretien:**

Vérifie le déversoir d'orage.

Nettoyer les prétraitements et évacuer les déchets.

Nettoyer les parois des bassins.

Contrôle du fonctionnement des moteurs et compteurs de l'armoire électrique ;

Nettoyage et vidange des appareils électromécaniques (pompes, turbines)

➤ **Clarificateur**

**Entretien:**

Brossage des parois de l'ouvrage jusqu'au fond de l'ouvrage..

**Suivi:**

1 à 2 fois par semaine.

Vérification journalière de la limpidité et du niveau des dans le clarificateur.

**Matériels utilisés:**

1 à 2 éprouvettes d'un litre (en plastique).

1 disque blanc de mesure de la turbidité ou disque de Secchi.

**Temps nécessaire d'entretien:**

15 à 30 mn par semaine pour le Brossage des parois d'un décanteur .

30 mn décantation en éprouvette.

**VI.1.3 Les avantages et les inconvénients de la station d'épuration:**

➤ **Les avantages:**

- La protection d'oued boussalem
- La préservation des espaces animales et végétales (la faune et la flore)
- Il est considéré comme écologique par la réutilisation des eaux épurées dans les besoin de l'environnement.
- Réduire la pression sur les ressources en eau

➤ **Les inconvénients:**

- Causer des problèmes de santé s'il n'est pas correctement traité.
- Les eaux épurées peuvent faire des blocages dans le réseau d'irrigations.
- Causer des dommages à la plante.

**VI.4 Hygiène et sécurité:**

Les ouvrage de la station d'épuration peut présenter un danger si certaines précautions et ne se pas respectées.

**Les risques:**

***A/ Infection***

Les effluents sont riches en agents pathogène très dangereux

**Comment se protéger :**

- Eviter les contacts directs avec les eaux ;
- Prendre soin de la propreté des mains et des vêtements après intervention ;
- Se faire vacciner et penser aux rappels.

***B/Produit dangereux***

Certaines unités de traitement intègrent dans leur processus des produits dangereux comme chlorure ferrique et polymère ...etc.

**Comment se protéger :**

- Si possible travailler à proximités d'un point d'eau potable ;
- Porter les EPI nécessaires (gants,...)

***C/Dangers mécaniques***

- Ranger l'outillage correctement ;
- Fermer les regards après chaque intervention ;
- Maintenir les passerelles et garde-corps en bon états.

***Conclusion***

La station d'épuration est un élément très important pour cela il faut exploiter mais avec deux critères doit être appliquer rigoureusement :

1. l'entretien périodique des différents ouvrages de la STEP permet exploiter la station dans très bonne condition ;
2. l'hygiène et la sécurité de dans le travail sont des paramètres important il y va de la santé et vie du personnel de la station.

## Conclusion générale

---

### *Conclusion générale :*

Le traitement proposé des eaux usées résiduelles de la Laiterie Candia –Sétif est à la fois efficace et bénéfique pour l'environnement et l'entreprise.

La laiterie Candia fait partie de ces usines qui contribuent à la pollution de l'environnement. Afin de résoudre ce problème, nous avons proposé un plan de traitement et de ses eaux usées à travers une station d'épuration.

Nous avons commencé notre série de traitements en utilisant un bassin d'homogénéisation pour contrôler le flux entrant, suivi d'un prétraitement mécanique, d'un traitement physico-chimique et d'un traitement biologique par boues activées.

Enfin, nous avons complété la série par un traitement tertiaire utilisant la désinfection . Ce mode de traitement permet de rejeter les eaux usées dans le milieu naturel .

## Références bibliographiques

---

- 1- SARL Tchir-lait Candia Documentation, 2014
- 2- Journal officiel de la république algérienne N°26, 23 Avril 2006.
- 3- Authors: Chris Binnie, Martin Kimber, Hugh Thomas - Source: Basic Water Treatment, 1Ja 2017 (61–83)
- 4- Joseph PRONOST, STATIONS D'EPURATION : DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR AMELIORER LEUR FONCTIONNEMENT ET FACILITER LEUR EXPLOITATION, FNDAE N° 22 bis
- 5- J.L. Burgaud. Les eaux résiduaires dans l'industrie laitière. Le Lait, INRA Editions, 1969, 49 (487),pp.417-433. hall-00928495f
- 6- WateReuse Association, 635 Slaters Lane, Alexandria, VA, USA Received 17 December 2004, Accepted 29 April 2005, Available online 25 January 2006.
- 7- Sarina J. Ergas, M.ASCE; Brian M. Therriault; and David A. Reckhow, M.ASCE, Journal of Environmental Engineering Volume 132 Issue 3 - March 2006
- 8- Pollution industrielle de l'eau : Stratégie et méthodologie. Technique de l'ingénieur. Volume G1220.
- 9- Traitements tertiaires des effluents industriels. Technique de l'ingénieur. Volume G1310.
- 10- Forafrance, Construction, Installation et mise en service d'une step.
- 11- Traitement physicochimique de la pollution insoluble. Technique de l'ingénieur. Volume G1270
- 12- Traitement biologiques aérobies des effluents industriels. Technique de l'ingénieur. Volume G1300.
- 13- Margot, J., Magnet, A., Thonney, D., Chèvre, N., de Alencastro, F., Rossi, L. 2011. Traitement des micropolluants dans les eaux usées – Rapport final sur les essais pilotes à la STEP de Vidy (Lausanne). Ed. Ville de Lausanne.
- 14- Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau potable (FNDAE)
- 15- DOCUMENT TECHNIQUE FNDAE n° 10 (1990), Elimination de l'azote dans les stations d'épuration biologiques des petites collectivités. Optimisation de la conception et du dimensionnement – Ministère de l'Agriculture, CEMAGREF QEPP Paris, décembre 1990, 60
- 16- Marc Bohlr EAWAG : l'institut de recherche sur l'eau du domaine des EDF, Avril 2012